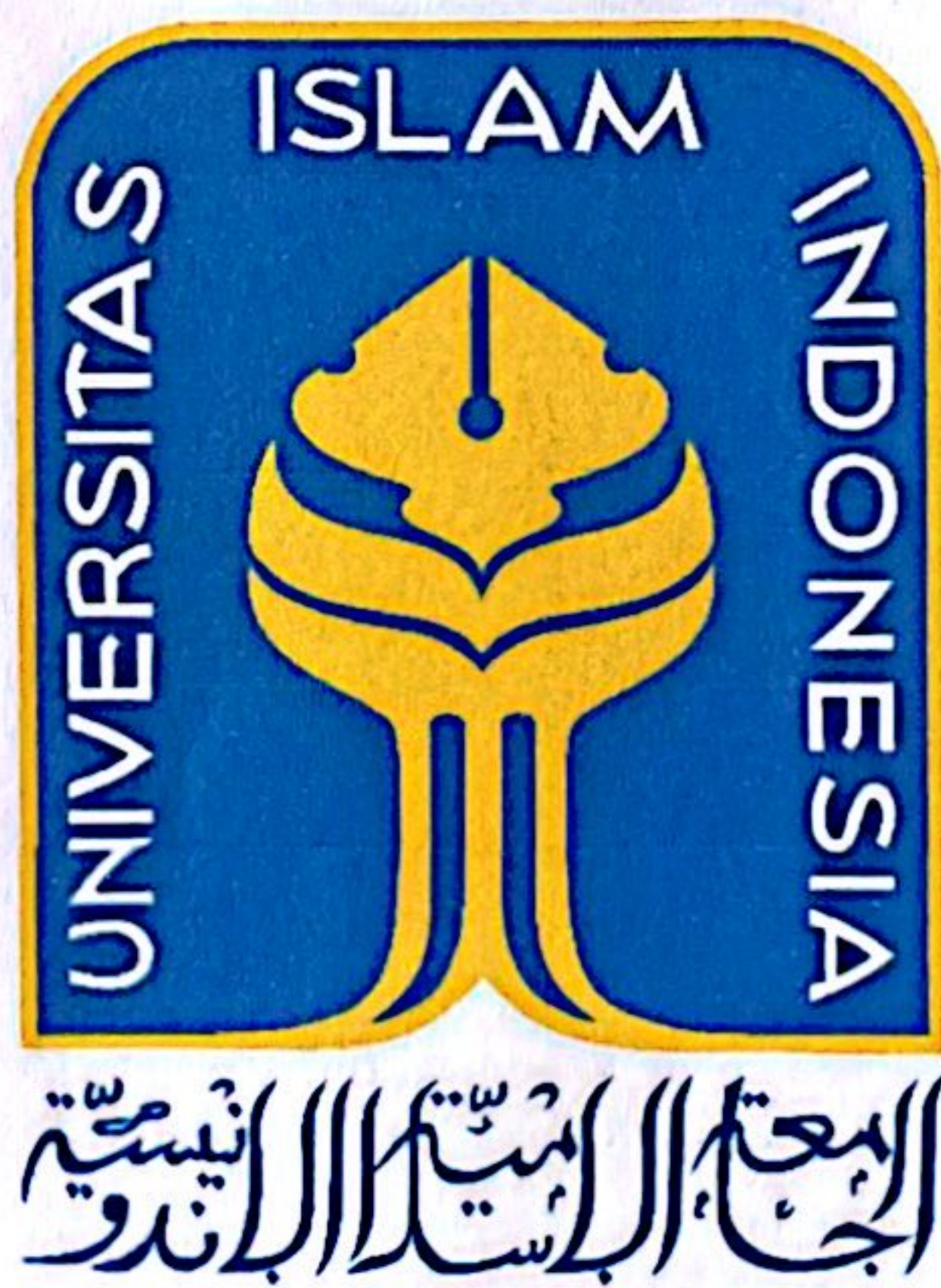


TUGAS AKHIR

PENGEMBANGAN MODEL PREDIKSI RESPON SPEKTRUM MULTI PERIODE ASCE 7-22 UNTUK DESAIN GEDUNG DENGAN PENDEKATAN *MACHINE LEARNING (XGBOOST)* *(DEVELOPMENT OF A MULTI-PERIOD RESPONSE SPECTRUM ASCE 7-22 PREDICTION MODEL FOR BUILDING DESIGN USING A MACHINE LEARNING (XGBOOST))*

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Rizal Azizul Akbar
21511086**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2026**

TUGAS AKHIR

PENGEMBANGAN MODEL PREDIKSI RESPON SPEKTRUM MULTI PERIODE ASCE 7-22 UNTUK DESAIN GEDUNG DENGAN PENDEKATAN *MACHINE LEARNING (XGBOOST)* (DEVELOPMENT OF A MULTI-PERIOD RESPONSE SPECTRUM ASCE 7-22 PREDICTION MODEL FOR BUILDING DESIGN USING A MACHINE LEARNING (XGBOOST)



Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 17 Februari 2026
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Elvis Saputra, S.T., M.T.
NIK: 205111302

Penguji I

Astriana Hardawati, S.T., M.Eng
NIK: 165111301

Penguji II

Jafar, S.T., MURP., M.T.
NIK: 185111395

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.Eng. IPM.
NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Dengan penuh tanggung jawab, saya menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini saya susun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, merupakan hasil karya asli dan mandiri yang saya kerjakan sendiri. Segala bentuk kutipan atau referensi yang berasal dari karya pihak lain telah dicantumkan secara lengkap dan sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa sebagian atau seluruh isi dari laporan ini bukan merupakan hasil karya saya sendiri, atau terdapat unsur plagiarisme, saya siap menerima segala konsekuensi dan sanksi yang berlaku, termasuk pencabutan gelar akademik, sesuai dengan ketentuan hukum dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 23 Februari 2026

Yang membuat pernyataan,



Kizal Azizul Akbar

(21511086)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul “Pengembangan Model Prediksi Respon Spektrum Multi Periode ASCE 7-22 untuk Desain Gedung dengan Pendekatan *Machine Learning* (XGBoost)” dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai bagian dari pemenuhan persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan strata satu pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

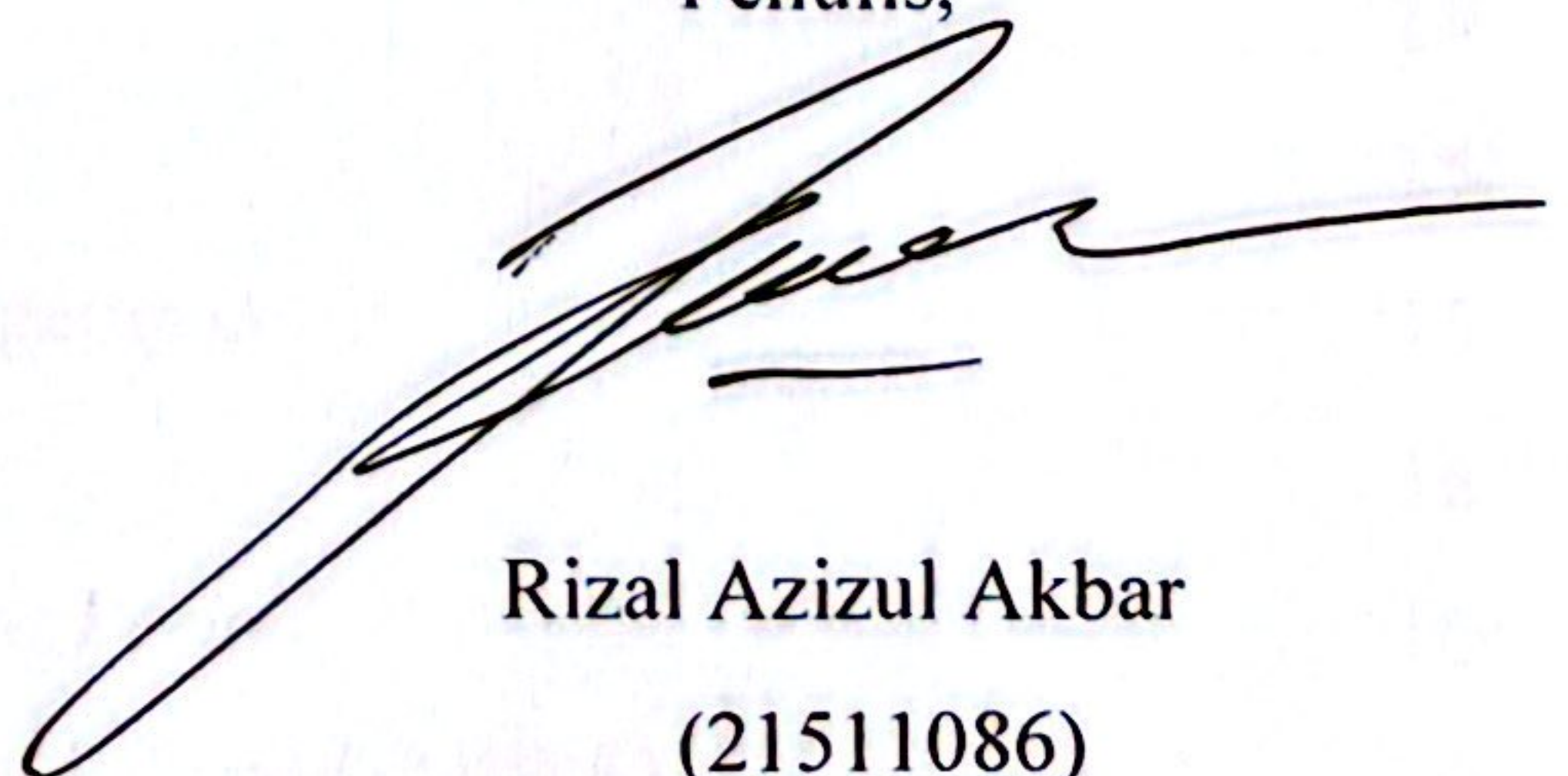
1. Bapak Elvis Saputra, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing, yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini.
2. Ibu Ir. Yunalia Muntafi., S.T., M.T., Ph.D. (Eng.) IPM., selaku Ketua Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Astriana Hardawati, S.T., M.Eng. selaku Penguji I yang telah memberikan masukan dan saran dalam penelitian tugas akhir ini.
4. Bapak Jafar, S.T., MURP., M.T. selaku Penguji II yang telah memberikan masukan dan saran dalam penelitian tugas akhir ini.
5. Bapak Sriyatno dan Ibu Winarni, selaku orang tua penulis, yang dengan penuh kasih sayang tidak pernah lelah memberikan doa, dukungan, kesabaran, serta pengorbanan yang tak terhitung nilainya.
6. Sekar Prajnasuri, yang senantiasa hadir memberikan dukungan, semangat, dan perhatian di setiap proses perjalanan penulis.
7. Rahesa, Jikri, Sadim, Nabil, Atok, Abid, Tristan, Ceka, Rizal, serta teman-teman Jamet Sipil dan ES Ceh, yang telah menjadi rekan seperjuangan selama masa perkuliahan.

8. Diri penulis sendiri, yang telah berjuang melawan rasa lelah, ragu, dan keterbatasan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis juga menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan dan memerlukan penyempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil.

Yogyakarta, 23 Februari 2026

Penulis,



Rizal Azizul Akbar

(21511086)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Perbandingan Substansi Penelitian	10
2.3. Keaslian Penelitian	14
BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1. Perkembangan Peraturan Kegempaan	15
3.2. Respon Spektrum	16
3.2.1 Respon Spektrum <i>Two Period</i>	16
3.2.2 Respon Spektrum <i>Multi Period</i> (MPRS)	19
3.3. Kelas Situs	21
3.3.1 Kelas Situs SA (Batuan Keras)	22

3.3.2	Kelas Situs SB (Batuan)	22
3.3.3	Kelas Situs SC (Tanah Keras)	23
3.3.4	Kelas Situs SD (Tanah Sedang)	23
3.3.5	Kelas Situs SE (Tanah Lunak)	24
3.3.6	Kelas Situs SF (Tanah Khusus)	24
3.4.	Koefisiensi Amplifikasi	26
3.5.	Kategori Desain Seismik	30
3.5.1	Kategori Desain Seismik A	30
3.5.2	Kategori Desain Seismik B	30
3.5.3	Kategori Desain Seismik C	31
3.5.4	Kategori Desain Seismik D	31
3.6.	<i>Peak Ground Acceleration</i> (PGA)	33
3.7.	Kecepatan Gelombang Geser (Vs)	35
3.8.	<i>Machine Learning</i>	37
3.9.	<i>Exploratory Data Analysis</i> (EDA)	40
3.10.	<i>Data Preprocessing</i>	46
3.10.1	Jenis Data dalam Pembelajaran Mesin	47
3.10.2	Metode <i>Data Preprocessing</i>	47
3.11.	<i>Extreme Gradient Boosting</i> (XGBoost)	52
3.11.1	<i>Decision Tree</i> pada XGBoost	55
3.11.2	<i>Ensemble Learning</i> dan Prinsip <i>Boosting</i>	57
3.11.3	Fungsi Objektif dan Regularisasi pada <i>Boosting</i>	58
3.11.4	<i>Hyperparameter</i> dalam XGBoost	59
3.11.5	Fungsi Loss dan Metrik Evaluasi pada XGBoost	62
3.11.6	Permodelan XGBoost	65
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		69
4.1.	Tinjauan Umum	69
4.2.	Jenis dan Variabel Penelitian	69
4.3.	Peralatan Penelitian	70
4.4.	Pelaksanaan Penelitian	70
4.4.1	Studi Literatur	70

4.4.2	Pengumpulan Data	71
4.4.3	<i>Exploratory Data Analysis</i> (EDA)	74
4.4.4	<i>Data Preprocessing</i>	74
4.4.5	Penentuan Parameter Respons Spektrum Multi-Periode	74
4.4.6	Perancangann Pemodelan XGBoost	75
4.4.7	Kesimpulan dan Saran	77
4.5.	Diagram Alir Penelitian	77
BAB V PEMBAHASAN		79
5.1	Pembuatan Model <i>Extreme Gradient Boosting</i>	79
5.2	<i>Exploratory Data Analysis</i> (EDA)	79
5.2.1	<i>Exploratory Data Analysis</i> SDC-A	80
5.2.2	<i>Exploratory Data Analysis</i> SDC-C	86
5.2.3	<i>Exploratory Data Analysis</i> SDC-D	92
5.2.4	<i>Exploratory Data Analysis</i> SDC-F	98
5.3	<i>Data Preprocessing</i>	105
5.3.1	Pemeriksaan Data yang Hilang (<i>Missing Value</i>)	105
5.3.2	Pemisahan Fitur Target dan Normalisasi Data	107
5.3.3	Pembagian Data (<i>Data Splitting</i>)	109
5.3.4	<i>Feature Engineering</i>	111
5.4	Pemodelan dengan <i>Extreme Gradient Boosting</i> (XGBoost)	112
5.5	Perbandingan Output Prediksi dengan Data Aktual XGBoost	117
5.4.1	Respon Spektrum SDC-A	117
5.4.2	Respon Spektrum SDC-C	122
5.4.3	Respon Spektrum SDC-D	127
5.4.4	Respon Spektrum SDC-F	132
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		138
6.1	Kesimpulan	138
6.2	Saran	139
DAFTAR PUSTAKA		141
LAMPIRAN		146

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pebandingan Substansi Penelitian	11
Tabel 3.1 Klasifikasi Situs SNI 1726-2019	25
Tabel 3.2 Koefisien Situs, Fa SNI 1726-2019	29
Tabel 3.3 Koefisien Situs, Fv SNI 1726-2019	29
Tabel 3.4 Kategori Desasin Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek, 0,2 Detik SNI 1726-2019	32
Tabel 3.5 Kategori Desasin Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik SNI 1726-2019	33
Tabel 4.1 Penjelasan Warna pada ASCE Hazard Tool	72
Tabel 4.2 Sampel Data Utama yang Digunakan	73
Tabel 4.3 Struktur Pemodelan XGBoost	75
Tabel 5.1 Hyperparameter Model XGBoost	114
Tabel 5.2 Hasil Perbandingan MPRS Aktual dan Prediksi SDC-A	118
Tabel 5.3 Hasil Perbandingan MPRS Aktual dan Prediksi SDC-C	123
Tabel 5.4 Hasil Perbandingan MPRS Aktual dan Prediksi SDC-D	128
Tabel 5.5 Hasil Perbandingan MPRS Aktual dan Prediksi SDC-F	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Transisi Periode Panjang (T_L)	17
Gambar 3.2 Respon Spektrum Desain SNI 1726-2002	18
Gambar 3.3 Respon Spektrum Desain SNI 1726-2012	19
Gambar 3.4 Respon Spektrum Desain SNI 1726-2019	19
Gambar 3.5 Respon Spektrum Desain Multi Periode	21
Gambar 3.6 Contoh <i>Box-Plot</i>	43
Gambar 3.7 Jenis Distribusi pada Histogram	44
Gambar 3.8 Contoh Matriks Korelasi dan <i>Heatmap</i>	45
Gambar 3.9 Contoh <i>Scatter Plot</i>	46
Gambar 3.10 Arsitektur <i>Decision Trees</i>	57
Gambar 4.1 Contoh Pengambilan Data di ASCE Hazard Tool	71
Gambar 4.2 Diagram Alir Penelitian	78
Gambar 5.1 <i>Boxplot Seismic Design Category A</i>	80
Gambar 5.2 Histogram <i>Seismic Design Category A</i>	83
Gambar 5.3 Matrix Korelasi <i>Seismic Design Category A</i>	85
Gambar 5.4 <i>Boxplot Seismic Design Category C</i>	87
Gambar 5.5 Histogram <i>Seismic Design Category C</i>	89
Gambar 5.6 Matrix Korelasi <i>Seismic Design Category C</i>	91
Gambar 5.7 <i>Boxplot Seismic Design Category D</i>	93
Gambar 5.8 Histogram <i>Seismic Design Category D</i>	95
Gambar 5.9 Matrix Korelasi <i>Seismic Design Category D</i>	97
Gambar 5.10 <i>Boxplot Seismic Design Category F</i>	99
Gambar 5.11 Histogram <i>Seismic Design Category F</i>	101
Gambar 5.12 Matrix Korelasi <i>Seismic Design Category F</i>	103
Gambar 5.13 <i>Missing Value SDC-A</i>	105
Gambar 5.14 <i>Missing Value SDC-C</i>	106
Gambar 5.15 <i>Missing Value SDC-D</i>	106
Gambar 5.16 <i>Missing Value SDC-F</i>	107

Gambar 5.17 Normalisasi Data SDC-A	108
Gambar 5.18 Normalisasi Data SDC-C	108
Gambar 5.19 Normalisasi Data SDC-D	109
Gambar 5.20 Hasil Pembagian Data	110
Gambar 5.21 Visualisasi Pembagian Data	111
Gambar 5.22 Sampel Titik SDC-A	117
Gambar 5.23 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Keras (SC)	119
Gambar 5.24 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Sedang (SD)	119
Gambar 5.25 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Lunak (SE)	120
Gambar 5.26 Sampel Titik SDC-C	122
Gambar 5.27 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Keras (SC)	124
Gambar 5.28 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Sedang (SD)	124
Gambar 5.29 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Lunak (SE)	125
Gambar 5.30 Sampel Titik SDC-D	127
Gambar 5.31 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Keras (SC)	129
Gambar 5.32 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Sedang (SD)	129
Gambar 5.33 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Lunak (SE)	130
Gambar 5.34 Sampel Titik SDC-F	132
Gambar 5.35 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Keras (SC)	134
Gambar 5.36 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Sedang (SD)	134
Gambar 5.37 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Lunak (SE)	135

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dataset yang digunakan pada penelitian	147
Lampiran 2 Hasil Pengujian Hyperparameter	267

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

T	: Periode getar struktur (detik)
Sa(T)	: Percepatan respons spektral pada periode T
SDS	: Percepatan spektral desain periode pendek (0,2 s)
SD1	: Percepatan spektral desain periode 1 detik
SS	: Percepatan spektral maksimum yang dipetakan untuk periode pendek (MCER)
S1	: Percepatan spektral maksimum yang dipetakan untuk periode 1 detik (MCER)
SMS	: Percepatan spektral hasil modifikasi (<i>site-adjusted</i>) pada periode pendek
SM1	: Percepatan spektral hasil modifikasi (<i>site-adjusted</i>) pada periode panjang
Fa	: Faktor amplifikasi situs untuk periode pendek
Fv	: Faktor amplifikasi situs untuk periode panjang
Vs30	: Kecepatan gelombang geser rata-rata pada 30 m pertama (m/detik)
PGAM	: <i>Peak Ground Acceleration</i> (percepatan tanah puncak)
TL	: <i>Long-period transition period</i> (periode transisi panjang)
RMSE	: <i>Root Mean Square Error</i> (metrik evaluasi model)
MAPE	: <i>Mean Absolute Percentage Error</i>
R ²	: Koefisien determinasi
ML	: <i>Machine Learning</i>
XGBoost	: <i>Extreme Gradient Boosting</i>
N_Estimators	: Jumlah pohon keputusan yang membentuk model
Learning_Rate	: kecepatan model belajar dari setiap pohon baru
Max_Depth	: batas kedalaman pohon yang mengatur kompleksitas model
Subsample	: proporsi data yang digunakan untuk membangun setiap pohon
Colsample	: proporsi variabel input yang dipakai pada tiap pohon
Lambda	: regularisasi L2 untuk menekan kompleksitas bobot model

Alpha	: regularisasi L1 untuk menyederhanakan model dengan mengurangi bobot
Gamma	: batas minimum penurunan error agar pemisahan node dilakukan
EDA	: <i>Exploratory Data Analysis</i>
MPRS	: <i>Multi-Period Response Spectrum</i>
GMPE	: <i>Ground Motion Prediction Equation</i>
PSHA	: <i>Probabilistic Seismic Hazard Analysis</i>
ASCE	: <i>American Society of Civil Engineers</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
MCER	: <i>Maximum Considered Earthquake Response</i>
SDC	: <i>Seismic Design Category</i>
SC	: <i>Site Class C</i> (Tanah Keras)
SD	: <i>Site Class D</i> (Tanah Sedang)
SE	: <i>Site Class E</i> (Tanah Lunak)
N-SPT	: Nilai Standard Penetration Test

ABSTRAK

Indonesia berada pada kawasan tektonik yang sangat aktif sehingga perencanaan bangunan tahan gempa membutuhkan metode analisis yang akurat dan andal. Saat ini, perencanaan gempa di Indonesia masih mengacu pada SNI 1726:2019 yang menggunakan spektrum respons dua periode, yaitu percepatan spektral periode pendek (S_s) dan periode 1 detik (S_1). Pendekatan ini relatif sederhana dan mudah diterapkan, namun memiliki keterbatasan dalam menggambarkan respons seismik pada periode menengah hingga panjang, terutama pada kondisi tanah lunak. Berbeda dengan itu, standar internasional seperti ASCE 7-22 telah menggunakan konsep *Multi-Period Response Spectrum* (MPRS) yang menyajikan hingga 22 ordinat percepatan spektral $S_a(T)$ pada rentang periode 0–10 detik. Karena Indonesia belum memiliki basis data MPRS nasional dan analisis PSHA memerlukan sumber daya yang besar, diperlukan pendekatan alternatif yang lebih praktis.

Dalam penelitian ini dikembangkan model prediksi MPRS berbasis *machine learning* menggunakan algoritma XGBoost. Model memanfaatkan parameter spektrum dua periode S_s dan S_1 , T_L , V_{s30} serta informasi kelas tanah (SC , SD , dan SE) sebagai variabel input, sementara data target MPRS yang terdiri dari 22 ordinat $S_a(T)$ diperoleh dari ASCE Hazard Tool. XGBoost dibangun dengan struktur berbasis kumpulan decision tree yang dikombinasikan secara bertahap untuk menangkap hubungan nonlinier yang kompleks antara parameter input dan respons spektral multi-periode. Proses pelatihan dilakukan melalui normalisasi data dan pembagian dataset menjadi data latih (*train*) 80% dan data uji (*test*) 20%.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model XGBoost mampu merepresentasikan hubungan nonlinier antara spektrum dua periode dan MPRS dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi. Pada data uji, model menghasilkan nilai RMSE sebesar 3,04%, MAPE sebesar 3,35%, dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 99,74%, yang menandakan kesalahan prediksi relatif kecil dan kemampuan penjelasan data yang sangat baik. Berdasarkan hasil tersebut, model XGBoost dinilai efektif, stabil, dan praktis sebagai pendekatan alternatif untuk mengonversi spektrum dua periode menjadi spektrum respons multi-periode, serta berpotensi menjadi solusi transisional menuju penerapan konsep MPRS yang lebih komprehensif dalam praktik rekayasa gempa di Indonesia.

Kata kunci: *Multi-Period Response Spectrum* (MPRS), Spektrum Respons Dua-Periode, *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost), *Machine Learning*, SNI 1726:2019, ASCE 7-22.

ABSTRACT

Indonesia is located in a highly active tectonic region, making the use of accurate and reliable seismic design methods essential for earthquake-resistant building planning. At present, seismic design practice in Indonesia still refers to SNI 1726:2019, which adopts a two-period response spectrum defined by short-period spectral acceleration (S_s) and spectral acceleration at a 1-second period (S_1). This approach is relatively simple and easy to implement; however, it has limitations in representing seismic response at intermediate to long periods, particularly for soft soil conditions. In contrast, international standards such as ASCE 7-22 have adopted the Multi-Period Response Spectrum (MPRS) concept, which provides up to 22 spectral acceleration ordinates $S_a(T)$ over a period range of 0–10 seconds. Since Indonesia does not yet have a national MPRS database and probabilistic seismic hazard analysis (PSHA) requires substantial resources, a more practical alternative approach is needed.

In this study, an MPRS prediction model based on machine learning is developed using the XGBoost algorithm. The model utilizes the two-period spectral parameters S_s and S_1 , T_L , V_{s30} along with site class information (SC, SD, and SE), as input variables, while the target MPRS data consisting of 22 $S_a(T)$ ordinates are obtained from the ASCE Hazard Tool. XGBoost is constructed using an ensemble of decision trees that are combined sequentially to capture complex nonlinear relationships between the input parameters and multi-period spectral responses. The training process involves data normalization and division of the dataset into 80% training and 20% testing subsets.

The evaluation results indicate that the XGBoost model is highly capable of representing the nonlinear relationship between the two-period response spectrum and the MPRS with excellent accuracy. On the testing data, the model achieves an RMSE of 3.04%, a MAPE of 3.35%, and a coefficient of determination (R^2) of 99.74%, indicating low prediction errors and a very strong ability to explain the observed data. Based on these results, the XGBoost model is considered effective, stable, and practical as an alternative approach for transforming a two-period response spectrum into a multi-period response spectrum, and it has strong potential as a transitional solution toward the broader implementation of the MPRS concept in seismic engineering practice in Indonesia.

Keywords: Multi-Period Response Spectrum (MPRS), Two-Period Response Spectrum, *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost), Machine Learning, SNI 1726:2019, ASCE 7-22.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik tertinggi di dunia karena terletak di kawasan Cincin Api Pasifik, yaitu zona pertemuan lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik yang aktif secara tektonik. Kondisi ini menyebabkan frekuensi kejadian gempa bumi di Indonesia relatif tinggi dan berpotensi menimbulkan kerusakan signifikan terhadap bangunan gedung dan infrastruktur. Risiko kerusakan tersebut semakin meningkat karena sebagian besar wilayah perkotaan di Indonesia berkembang di atas tanah lunak dan cekungan sedimen yang memiliki karakteristik amplifikasi gelombang gempa. Penelitian di berbagai wilayah Indonesia menunjukkan bahwa tanah lunak dapat memperbesar amplitudo guncangan serta meningkatkan respons spektral gempa pada permukaan tanah, sehingga gaya gempa yang diterima struktur menjadi lebih besar dibandingkan pada tanah keras (Delfebriyadi dkk., 2019);(Marasabessy dkk., 2025). Kondisi ini menyebabkan bangunan yang tidak direncanakan dengan mempertimbangkan karakteristik tanah setempat berpotensi mengalami kerusakan berat atau bahkan keruntuhan saat gempa terjadi.

Dalam perencanaan struktur tahan gempa di Indonesia, SNI 1726:2019 mengadopsi konsep spektrum respons desain gempa yang pada prinsipnya mengacu pada pendekatan spektrum dua periode, yaitu periode pendek dan periode 1 detik, sebagaimana dikembangkan dalam peraturan gempa Amerika Serikat (ASCE 7) sebagai dasar penentuan beban gempa rencana. Pendekatan spektrum dua periode ini dirancang untuk menyederhanakan representasi tuntutan seismik agar mudah diterapkan dalam praktik perencanaan struktur, khususnya pada metode analisis statik ekuivalen (J. Greg dan Guglielmo, 2024). Meskipun demikian, beberapa kajian menunjukkan bahwa spektrum dua periode tidak selalu mampu merepresentasikan respons struktur secara menyeluruh. FEMA menyatakan bahwa pendekatan dua periode dapat menghilangkan informasi penting mengenai variasi respons spektral

pada rentang periode menengah hingga panjang, yang berpotensi menyebabkan ketidakakuratan estimasi gaya gempa pada kondisi tertentu (FEMA, 2020).

Sebagai pengembangan dari pendekatan tersebut, *Multi-Period Response Spectrum* (MPRS) diperkenalkan untuk memberikan gambaran respons gempa yang lebih komprehensif dengan mempertimbangkan beberapa periode struktur secara bersamaan. ASCE 7-22 secara resmi menyediakan opsi penggunaan MPRS sebagai spektrum desain alternatif, khususnya untuk metode analisis dinamik, karena spektrum ini mampu menangkap variasi respons struktur pada rentang periode yang lebih luas dibanding spektrum dua periode (J. Greg dan Guglielmo, 2024). Selain itu, dokumen teknis EEC-4 menegaskan bahwa MPRS dikembangkan sebagai respons terhadap keterbatasan spektrum dua periode, terutama pada kondisi situs seperti tanah lunak, di mana amplifikasi respons spektral tidak dapat direpresentasikan secara memadai hanya dengan dua titik periode (EEC, 2022).

Sampai saat ini, di Indonesia belum tersedia basis data spektrum respons multi-periode yang terstandarisasi secara nasional dan didukung oleh peta risiko gempa resmi seperti yang telah dilakukan di beberapa negara lain, sehingga dalam praktik penelitian dan perancangan struktur, insinyur dan peneliti masih cenderung menggunakan spektrum respons dua periode yang menjadi acuan dalam SNI 1726:2019 (Surya Permana, 2021). Dalam banyak studi analisis gempa di Indonesia, perhitungan spektrum respons masih mengikuti SNI dengan dua titik periode tanpa mengembangkan atau memanfaatkan spektrum yang mengakomodasi lebih banyak periode dinamis, yang dapat memberikan gambaran respons struktur yang lebih akurat pada berbagai kondisi tanah dan karakter gempa lokal (Surya Permana, 2021). Karena keterbatasan data MPRS tersebut memaksa para peneliti dan perencana struktur untuk tetap bergantung pada spektrum dua periode, sehingga peluang peningkatan akurasi perancangan gempa di wilayah Indonesia masih belum optimal ketika dibandingkan dengan pendekatan yang mempertimbangkan respon spektrum multi-periode.

Berdasarkan keterbatasan ketersediaan data spektrum respons multi-periode (MPRS) yang terstandarisasi di Indonesia, penelitian ini mengusulkan pengembangan model prediksi MPRS berbasis *machine learning* dengan

memanfaatkan parameter desain yang telah tersedia dalam SNI 1726:2019, yaitu SS, S1, TL, dan VS30 sebagai variabel input untuk memprediksi respons spektral pada berbagai periode struktur secara simultan. Algoritma *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost) dipilih karena kemampuannya dalam menangkap hubungan nonlinier yang kompleks melalui metode *boosting* berbasis *ensemble* serta dilengkapi mekanisme regularisasi yang efektif dalam mengendalikan overfitting pada dataset terbatas, sehingga sesuai untuk karakteristik data gempa yang dipengaruhi interaksi parameter seismik dan kondisi tanah (Chen dan Guestrin, 2016). Penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan spektrum dua periode dalam SNI, melainkan sebagai pendekatan komplementer yang dapat menghasilkan representasi spektrum yang lebih kontinu dan komprehensif, khususnya untuk analisis dinamik struktur dengan periode menengah hingga panjang serta pada kondisi tanah lunak yang mengalami amplifikasi signifikan, sehingga berpotensi meningkatkan akurasi perencanaan struktur tahan gempa di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang telah disampaikan, terdapat tiga permasalahan utama yang harus dibahas terkait dengan pengembangan respon spektrum dua periode menjadi respon spektrum multi periode, yaitu sebagai berikut.

1. Sejauh mana *machine learning*, khususnya XGBoost mampu memodelkan hubungan non-linear antara parameter spektrum dua-periode dan ordinat MPRS, serta menghasilkan prediksi dengan tingkat akurasi yang memadai untuk aplikasi praktis?
2. Bagaimana performa dan akurasi model MPRS yang dihasilkan oleh algoritma XGBoost, dapat divalidasi dengan pengujian menggunakan metrik evaluasi seperti RMSE, R^2 , dan MAPE untuk memastikan keandalannya dalam aplikasi praktis rekayasa sipil di Indonesia?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini antara lain:

1. Mengevaluasi kemampuan *machine learning* (XGBoost) dalam memodelkan hubungan non-linear antara parameter spektrum dua-periode dan ordinat MPRS, serta menilai tingkat akurasi model yang dihasilkan.
2. Melakukan validasi model MPRS yang dihasilkan menggunakan pengujian dengan metrik evaluasi seperti *Root Mean Square Error* (RMSE), koefisien determinasi (R^2), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk mengevaluasi akurasi dan keandalannya dalam aplikasi praktis perencanaan rekayasa sipil di Indonesia.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut ini.

1. Menyediakan model prediksi dengan pendekatan *machine learning* menggunakan XGBoost untuk menghasilkan *Spektrum Respons Multi-Periode* (MPRS) yang lebih akurat, yang dapat mengatasi keterbatasan standar desain yang ada saat ini, khususnya untuk struktur dengan periode panjang dan bangunan yang terletak di atas tanah lunak.
2. Dengan adanya alat berbasis *machine learning* yang dapat menghasilkan model prediksi gempa yang lebih akurat, insinyur dapat lebih mudah dan cepat memenuhi standar internasional seperti ASCE 7-22 dan SNI 1726:2019.
3. Menghasilkan inovasi metodologi dalam rekayasa gempa di Indonesia dengan menerapkan algoritma *machine learning* seperti XGBoost. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi landasan ilmiah yang kuat untuk pembaruan Standar Nasional Indonesia (SNI) di masa depan, memastikan regulasi bangunan nasional dapat beradaptasi dengan perkembangan terbaru dalam ilmu pengetahuan dan teknologi.

1.5. Batasan Penelitian

Pada penelitian ini perlu dibatasi oleh beberapa Batasan yang diharapkan memberi arah yang jelas pada penelitian tugas akhir itu. Batasan yang diperlukan tersebut sebagai berikut.

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan model *machine learning* menggunakan XGBoost untuk memprediksi data spektrum respons dua-periode menjadi *Spektrum Respons Multi-Periode* (MPRS).
2. Data masukan (*input*) yang digunakan untuk melatih dan menguji model mencakup parameter spektrum respons dua periode (SS dan S1) yang diturunkan dari Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017 serta klasifikasi kelas situs (*Site Class*) sesuai dengan SNI 1726:2019.
3. Data *Spektrum Respons Multi-Periode* (MPRS) yang digunakan sebagai target keluaran untuk proses pelatihan dan validasi model adalah data yang diperoleh dari *ASCE Hazard Map*, untuk memberikan dasar yang lebih kuat dalam mengembangkan model yang relevan dengan kondisi seismik Indonesia.
4. Proses pengembangan, pelatihan, dan pengujian model akan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak dan *library machine learning*, yaitu python dan jupyter sebagai *interface*.
5. Hasil akhir dari penelitian ini adalah model prediksi berbasis *machine learning* menggunakan XGBoost yang mampu mengonversi data spektrum respons dua-periode menjadi *Spektrum Respons Multi-Periode* (MPRS). Analisis performa model akan dilakukan menggunakan metrik evaluasi seperti RMSE, R^2 , dan MAPE. Model yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi alat bantu praktis bagi insinyur struktur dalam proses perancangan bangunan tahan gempa, tanpa bermaksud untuk menggantikan SNI 1726:2019 maupun menjadi standar desain resmi..

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan, metode *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost) dapat digunakan untuk menangani permasalahan konversi spektrum respons yang bersifat kompleks secara sistematis. Ketelitian metode ini bergantung pada kemampuannya mengenali serta mempelajari pola hubungan non-linear antara variabel masukan dan keluaran berdasarkan data historis yang tersedia. Dalam konteks penelitian ini, XGBoost akan digunakan untuk membangun model yang mampu memetakan parameter dari spektrum dua periode (SDS dan SD1) sebagai data input menuju 22 titik koordinat spektral yang membentuk *Spektrum Respons Multi-Periode* (MPRS) sebagai output.

Keberhasilan metode ini sangat dipengaruhi oleh kualitas serta variasi data pelatihan yang digunakan. Semakin besar dan beragam data pelatihan yang diterapkan, semakin tinggi pula kemampuan model dalam melakukan generalisasi serta semakin kecil tingkat kesalahannya. Oleh sebab itu, penelitian ini mencakup beberapa tahapan penting, seperti pengumpulan data seismik dan geoteknik dari wilayah Indonesia, pengembangan model XGBoost, proses pelatihan dan pengujian model, hingga tahap validasi akhir guna memastikan keakuratan dan reliabilitas hasil yang diperoleh.

Penelitian ini merupakan langkah inovatif dalam bidang rekayasa kegempaan di Indonesia, sehingga sangat penting untuk merujuk pada penelitian-penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar teori dan pembandingan. Kajian terhadap literatur sebelumnya memberikan pemahaman mendalam terkait keterbatasan standar desain saat ini (ASCE 7-16), keunggulan pendekatan terbaru seperti MPRS pada ASCE 7-22, serta penerapan XGBoost yang telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi prediksi dan analisis seismik.

Selain memperkuat dasar teoretis, peninjauan terhadap penelitian terdahulu juga memastikan keaslian dari penelitian ini. Walaupun MPRS telah banyak

dibahas dalam skala internasional dan metode XGBoost telah digunakan pada berbagai bidang analisis struktural maupun seismik, penerapan spesifik XGBoost untuk menghubungkan data dua-periode dari Peta Gempa Indonesia 2017 menuju MPRS merupakan pendekatan baru yang belum banyak dieksplorasi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mengisi kekosongan riset yang ada sekaligus memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan metodologi perancangan berbasis spektrum multi-periode di Indonesia.

Berikut adalah ringkasan mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

1. FEMA P-2078: *Multi-Period Response Spectra* (2020)

Penelitian yang dilakukan oleh (Kircher dkk., 2020), bertujuan untuk mengembangkan metode dalam memperoleh *multi-period response spectra* (MPRS) yang dapat digunakan dalam penilaian bahaya gempa di wilayah non-konterminus AS, seperti Alaska, Hawaii, dan wilayah teritori AS lainnya. Metode ini bertujuan untuk menggantikan pendekatan spektrum dua titik yang ada dalam ASCE 7-16 dengan menggunakan parameter periode pendek dan panjang yang lebih akurat, untuk struktur yang berada di lokasi dengan tanah lunak. Penggunaan data dari parameter SS, S1, dan TL yang diperkirakan membantu menyusun spektrum respons yang lebih representatif untuk kondisi bahaya gempa di wilayah-wilayah tersebut, yang sebelumnya tidak sepenuhnya terwakili dalam model yang ada. Studi ini mengadopsi pendekatan probabilistik dan deterministik untuk menghasilkan spektrum respons yang dapat diterapkan di berbagai situs, meskipun data bahaya gempa yang ada masih terbatas. Dengan model ini, diharapkan dapat tercipta keseragaman dalam prosedur desain, yang penting bagi konsistensi dalam penilaian risiko dan desain bangunan di berbagai wilayah.

Penelitian ini juga menguji validitas metode yang diusulkan dengan membandingkan hasil MPRS yang dihitung dengan data MPRS yang ada di wilayah konterminus AS. Hasilnya menunjukkan bahwa model dan metode yang dikembangkan memberikan hasil yang valid untuk wilayah dengan kondisi seismik yang serupa, seperti Wilayah Barat Laut Pasifik (WUS) dan Cascadia. MPRS yang dihasilkan menunjukkan peningkatan akurasi, terutama untuk struktur dengan

periode panjang yang terletak di tanah lunak, yang sebelumnya kurang terwakili dalam standar desain gempa yang ada. Penelitian ini memberikan landasan teknis untuk pembaruan regulasi dan standar desain yang lebih baik, terutama bagi bangunan dengan periode panjang dan di lokasi yang rentan terhadap gempa besaran

2. *Response Spectrum Analysis of Multi-Story Shear Buildings Using Machine Learning Techniques* (2023)

Penelitian yang dilakukan oleh (Georgioudakis dan Plevris, 2023), ini membahas perbandingan antara dua algoritma pembelajaran mesin, yaitu XGBoost dan ANN, untuk menganalisis respon seismik gedung shear multi-lantai. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi dan akurasi dari masing-masing model dalam memprediksi drift seismik pada bangunan yang memiliki pola struktur shear. Respon seismik gedung shear multi-lantai seringkali kompleks karena perbedaan karakteristik getaran pada berbagai level bangunan, sehingga pemilihan model yang tepat sangat krusial.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa XGBoost memberikan hasil yang lebih baik daripada ANN dalam hal akurasi prediksi drift seismik. Ini menunjukkan bahwa model XGBoost lebih efektif dalam menangani hubungan non-linear yang ada dalam data seismik dan struktur bangunan multi-lantai. Dengan menggunakan XGBoost, peneliti mampu memperkirakan dengan lebih akurat bagaimana bangunan multi-lantai akan merespon gempa berdasarkan data yang ada, memberikan manfaat besar dalam desain gedung yang lebih tahan terhadap gempa.

3. *Machine learning-based seismic response and performance assessment of reinforced concrete buildings* (2023)

Penelitian yang dilakukan oleh (Kazemi dkk., 2023), ini fokus pada penggunaan metode pembelajaran mesin untuk memprediksi respon seismik dan melakukan penilaian kinerja struktural pada bangunan beton bertulang. Dalam studi ini, peneliti menerapkan berbagai algoritma pembelajaran mesin, termasuk XGBoost, untuk memodelkan respons dinamis bangunan terhadap gempa. Pemodelan yang tepat dari perilaku dinamis bangunan penting dalam desain

struktural karena dapat membantu meminimalkan kerusakan yang ditimbulkan selama kejadian gempa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran mesin, terutama XGBoost, sangat efektif dalam meningkatkan akurasi prediksi terhadap performa seismik bangunan beton bertulang. Selain itu, penelitian ini juga menemukan bahwa dengan menggunakan model pembelajaran mesin, perhitungan kinerja struktural menjadi lebih cepat dan lebih efisien dibandingkan dengan metode tradisional yang membutuhkan waktu komputasi lebih lama. Model ini menawarkan pendekatan baru dalam penilaian kinerja bangunan dengan cara yang lebih terjangkau dan dapat diakses oleh para insinyur struktural.

4. *Statewide Alternate Method No. 24-03: Multi-Period Response Spectrum (2024)*

Penelitian ini merupakan pengembangan metode alternatif yang diusulkan untuk digunakan di Oregon, khususnya dalam penerapan multi-period response spectra (MPRS) dalam regulasi desain gempa negara bagian. Metode ini menggantikan penggunaan spektrum dua titik dalam ASCE 7-16 dan mengadopsi pembaruan yang diperkenalkan oleh ASCE 7-22 untuk memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai bahaya gempa di situs dengan berbagai kelas tanah. Penggunaan MPRS ini penting untuk bangunan dengan periode moderat hingga panjang, terutama yang terletak di tanah lunak, yang lebih sensitif terhadap variasi dalam respons gempa pada periode panjang. Dengan memperkenalkan sembilan kelas situs baru yang lebih detail, metode ini diharapkan dapat memberikan evaluasi risiko gempa yang lebih presisi dan memungkinkan penerapan desain gempa yang lebih sesuai dengan kondisi lokal.

Metode ini juga menunjukkan pentingnya penggunaan data dari USGS *Seismic Design Geodatabase* untuk memperoleh parameter gerakan tanah yang lebih lengkap, yang sebelumnya tidak sepenuhnya tersedia di ASCE 7-16. Pembaruan ini tidak hanya mempengaruhi bangunan baru tetapi juga dapat diadaptasi untuk bangunan yang sudah ada melalui penggunaan prosedur analisis respons spektrum atau analisis sejarah respons linier. Dengan penerapan metode

ini, diharapkan standar desain gempa di Oregon dapat diperbarui sesuai dengan standar nasional dan internasional yang lebih akurat dan aman.

5. Prediksi Magnitudo Gempa Menggunakan *Random Forest*, *Support Vector Regression*, XGBoost, LightGBM, dan *Multi-Layer Perceptron* Berdasarkan Data Kedalaman dan Geolokasi (2024)

Penelitian yang dilakukan oleh (Maulita dan Wahid, 2024), bertujuan untuk membandingkan kinerja lima algoritma pembelajaran mesin *Random Forest*, *Support Vector Regression* (SVR), XGBoost, LightGBM, dan *Multi-Layer Perceptron* (MLP) dalam memprediksi magnitudo gempa berdasarkan data kedalaman dan geolokasi. Data yang digunakan meliputi kedalaman gempa, serta koordinat lintang dan bujur dari peristiwa gempa. Penelitian ini membagi data menjadi dua set, yaitu data pelatihan dan data pengujian, dan mengevaluasi kinerja model menggunakan tiga metrik utama: *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), dan R^2 . Hasilnya menunjukkan bahwa LightGBM memberikan performa terbaik dengan MAE sebesar 0,4688, RMSE 0,6284, dan R^2 0,2458, diikuti oleh *Random Forest* yang juga menunjukkan kinerja yang cukup baik. Sementara itu, *Multi-Layer Perceptron* mencatatkan kinerja terendah dengan MAE 0,5190 dan R^2 yang sangat rendah, menunjukkan keterbatasannya dalam menangani data seismik yang kompleks. Temuan ini memberikan wawasan penting bagi pengembangan sistem peringatan dini gempa yang lebih akurat untuk mitigasi risiko bencana di daerah rawan gempa.

2.2. Perbandingan Substansi Penelitian

Dari ringkasan penelitian-penelitian sebelumnya, dapat disusun perbandingan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis untuk mengungkapkan perbedaan yang ada, baik dari Judul, Tujuan, Metode dan Hasil. Perbandingan tersebut akan disajikan dalam tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Pebandingan Substansi Penelitian

Parameter	Penelitian Terdahulu					Penelitian saat ini
Peneliti	Kircher, C.A., Rezaeian, S., Luco, N (2020)	M. Georgioudakis, V. Plevris (2023)	Farzin Kazemi, Nima Asgarkhani, Robert Jankowski (2023)	Oregon Building Codes Division (2024)	Ika Maulita, Arif Mu'amar Wahid (2024)	Rizal Azizul A (2025)
Judul Penelitian	<i>FEMA P-2078: Multi-Period Response Spectra</i>	<i>Response Spectrum Analysis of Multi-Story Shear Buildings Using Machine Learning Techniques</i>	<i>Machine learning- based seismic response and performance assessment of reinforced concrete buildings</i>	<i>Statewide Alternate Method No. 24- 03: Multi- Period Response Spectrum</i>	Prediksi Magnitudo Gempa Menggunakan <i>Random Forest</i> , <i>Support Vector Regression</i> , XGBoost, LightGBM, dan <i>Multi-Layer Perceptron</i> Berdasarkan Data Kedalaman dan Geolokasi	Pengembangan Model Prediksi Respon Spektrum Multi Periode ASCE 7-22 untuk Desain Gedung dengan Pendekatan <i>Machine Learning</i> (xgboost)

Lanjutan Tabel 2.1 Pebandingan Substansi Penelitian

Parameter	Penelitian Terdahulu					Penelitian yang akan dilakukan
Tujuan Penelitian	Mengembangkan metode untuk memperoleh MPRS untuk penilaian bahaya gempa di wilayah AS non-konterminus, menggunakan parameter periode pendek dan panjang.	Menganalisis respon seismik gedung shear multi-lantai menggunakan metode pembelajaran mesin, terutama XGBoost dan ANN.	Menggunakan pembelajaran mesin untuk memprediksi respon seismik dan penilaian kinerja bangunan beton bertulang.	Memperkenalkan penggunaan MPRS untuk bahaya gempa di Oregon, sesuai dengan ASCE 7-22, untuk meningkatkan desain gempa pada bangunan dengan periode sedang hingga panjang.	Menganalisis kinerja algoritma pembelajaran mesin dalam memprediksi magnitudo gempa berdasarkan data kedalaman dan geolokasi.	Membangun dan melatih model XGBoost untuk mengubah spektrum two period menjadi MPRS ASCE 7-22
Metode Penelitian	Penggunaan nilai probabilistik dan deterministik SS dan S1, dengan nilai TL yang diperkirakan dari ASCE 7-16, untuk situs yang data	Perbandingan antara XGBoost dan ANN untuk prediksi drift seismik pada gedung multi-lantai	Pembelajaran mesin menggunakan data parameter seismik dan struktural.	Penyesuaian ASCE 7-22 MPRS dan kelas situs untuk menggambarkan bahaya gempa yang lebih baik pada bangunan	Penggunaan lima algoritma pembelajaran mesin, yaitu <i>Random Forest</i> , <i>Support Vector Regression</i> , XGBoost,	Studi literatur, Pengumpulan data seismik dari ASCE 7-22 (SS, S1, SDC, Site class), Pemodelan dan pelatihan XGBoost

Lanjutan Tabel 2.1 Pebandingan Substansi Penelitian

Parameter	Penelitian Terdahulu					Penelitian yang akan dilakukan
Metode Penelitian	bahaya gempa-nya belum sepenuhnya diperbarui			di Oregon, termasuk penyesuaian pada spektrum desain tradisional	LightGBM, dan <i>Multi-Layer Perceptron</i> . Evaluasi dilakukan menggunakan metrik MAE, RMSE, dan R ² .	
Hasil penelitian	Memperkenalkan definisi seragam dari parameter gerakan tanah untuk wilayah seperti Alaska, Hawaii, dan wilayah teritori AS, dengan tujuan untuk konsistensi dalam metode desain.	XGBoost menunjukkan kinerja terbaik dalam estimasi drift seismik dibandingkan dengan ANN.	Metode pembelajaran mesin berhasil memprediksi dengan akurasi yang baik kinerja bangunan beton bertulang.	MPRS memberikan hasil yang lebih akurat dari bahaya gempa untuk bangunan dengan periode fundamental yang lebih panjang, terutama pada tanah yang lebih lunak	LightGBM menunjukkan performa terbaik dengan MAE 0,4688, RMSE 0,6284, dan R ² 0,2458. Random Forest dan XGBoost menunjukkan performa yang hampir serupa.	Menghasilkan model XGBoost yang dapat mengubah spektrum <i>two period</i> menjadi MPRS berdasarkan ASCE 7-22 yang nantinya bisa berpotensi menjadi dasar pembaruan SNI

2.3. Keaslian Penelitian

Penelitian ini menunjukkan keaslian dari berbagai aspek. Adapun aspek pembeda dari penelitian sebelumnya adalah judul, tujuan, metode, hasil, dan data yang digunakan. Berdasarkan hal tersebut, beberapa poin pembeda dari penelitian sebelumnya yang dapat menegaskan keaslian penelitian ini dan bukan merupakan karya plagiasi diuraikan sebagai berikut:

1. Hasil yang akan didapatkan dalam penelitian ini dihasilkan melalui pengujian menggunakan pendekatan *machine learning* dengan algoritma XGBoost, yang berfokus pada pengembangan model prediksi respon spektrum multi periode untuk desain gedung.
2. Penelitian ini menggunakan data yang diambil dari *ASCE Seismic Hazard Tool* yang mencakup data spektrum dari berbagai wilayah, termasuk parameter tanah dan kedalaman yang relevan dengan desain bangunan.
3. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi yang lebih akurat dan efektif dalam menilai respons spektrum multi periode yang digunakan dalam desain spektrum, khususnya pada bangunan yang terletak di daerah rawan gempa dengan kondisi tanah yang bervariasi

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini dapat dipertanggungjawabkan keasliannya dan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan spektrum peringatan dan mitigasi risiko gempa dalam desain struktur bangunan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Perkembangan Peraturan Kegempaan

Peraturan ketahanan gempa di Indonesia telah berkembang secara bertahap seiring meningkatnya pemahaman terhadap karakteristik seismik nasional. Pedoman awal PPTI-UG-1983 menjadi dasar pertama dalam perencanaan bangunan tahan gempa dengan metode statik ekuivalen dan pembagian zona percepatan dasar. Pendekatan ini kemudian disempurnakan melalui SNI 1726-2002, yang mulai menerapkan metode respons spektrum untuk menggambarkan perilaku dinamis struktur secara lebih akurat serta memperhitungkan kondisi tanah lokal (Tanjung dan Irsyam, 2004). Pembaruan ini menandai peralihan dari pendekatan zona sederhana menuju desain berbasis bahaya gempa yang lebih ilmiah.

Tahapan berikutnya adalah SNI 1726-2012, yang mengadopsi peta bahaya gempa nasional 2010 dengan parameter percepatan spektral (S_s dan S_1), menggantikan zonasi gempa konvensional. Standar ini juga memperkenalkan kelas situs (*site class*) berdasarkan nilai V_{s30} dan faktor amplifikasi tanah untuk mengakomodasi pengaruh kondisi geoteknik. Pembaruan tersebut diadaptasi dari ASCE 7-10, menjadikan perencanaan gempa di Indonesia lebih sejalan dengan standar internasional (Nataatmadja dkk., 2014).

Peraturan terbaru, SNI 1726-2019, disusun dengan mengacu pada ASCE 7-16 dan menggunakan data Peta Bahaya Gempa Nasional 2017. Standar ini memperbarui metode penentuan beban gempa, termasuk penerapan respon spektrum dua periode (pendek dan panjang), serta memperkuat kajian terhadap sumber gempa darat dan subduksi laut (Irsyam dkk., 2020). Lebih lanjut, perkembangan terkini dalam ASCE 7-22 telah memperkenalkan konsep respon spektrum multi-periode, yang memungkinkan analisis lebih komprehensif terhadap struktur tinggi dan kompleks. Konsep ini menjadi arah pembaruan ke depan bagi standar kegempaan nasional agar semakin akurat dan berbasis kinerja.

3.2. Respon Spektrum

3.2.1 Respon Spektrum *Two Period*

Spektrum respons desain merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara periode getar fundamental struktur (T) pada sumbu *horizontal* dengan respon percepatan spektrum (S_a) pada sumbu vertikal. Grafik ini menggambarkan bagaimana suatu struktur berespons terhadap getaran gempa pada berbagai periode getar alami. Dalam penerapannya, konsep respon spektrum dua periode digunakan untuk menyederhanakan bentuk kurva tersebut agar lebih mudah diaplikasikan dalam perencanaan struktur. Pendekatan ini melibatkan dua titik periode penting, yaitu T_0 dan T_s . Nilai T_0 menunjukkan batas awal di mana gaya gempa meningkat seiring bertambahnya periode getar, sedangkan T_s menandai titik di mana percepatan spectral mencapai nilai maksimum dan kemudian menurun pada periode yang lebih panjang. Dengan demikian, bentuk spektrum respons dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian meningkat ($0-T_0$), bagian datar (T_0-T_s), dan bagian menurun (setelah T_s).

Berdasarkan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung, apabila spektrum respons desain diperlukan dan tidak digunakan prosedur gerak tanah spesifik-situs, maka kurva spektrum respons desain harus disusun mengikuti ketentuan dalam standar tersebut.

- a. Untuk periode yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respons percepatan desain, S_a , harus diambil dari persamaan;

$$S_a = S_{DS} (0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0}) \quad (3.1)$$

- b. Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a sama dengan S_{DS}
- c. Untuk periode lebih besar dari T_s tetapi lebih kecil dari atau sama dengan T_L , respons spektral percepatan desain, S_a diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{SD1}{T} \quad (3.2)$$

- d. Untuk periode lebih besar dari T_L , respons spektral percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{SD1 \cdot T_L}{T^2} \quad (3.3)$$

Keterangan:

S_{DS} = parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek.

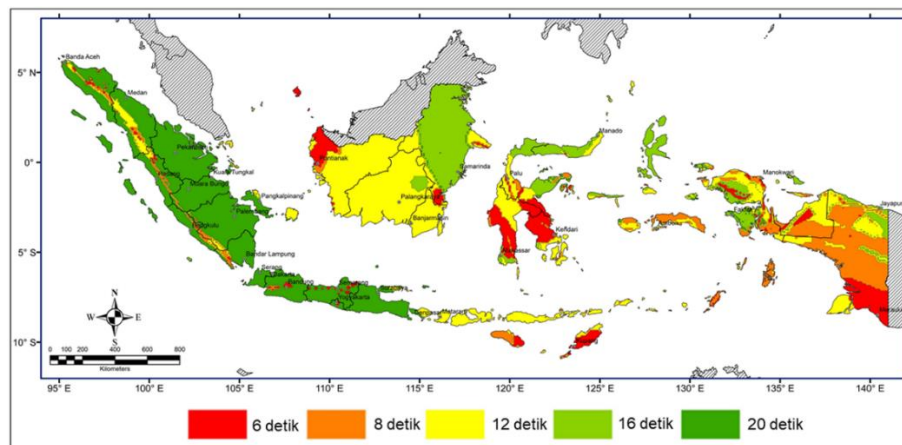
S_D = parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik.

T = periode getar fundamental struktur.

$$T_0 = 0,2 \frac{SD1}{SDS}$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDS}$$

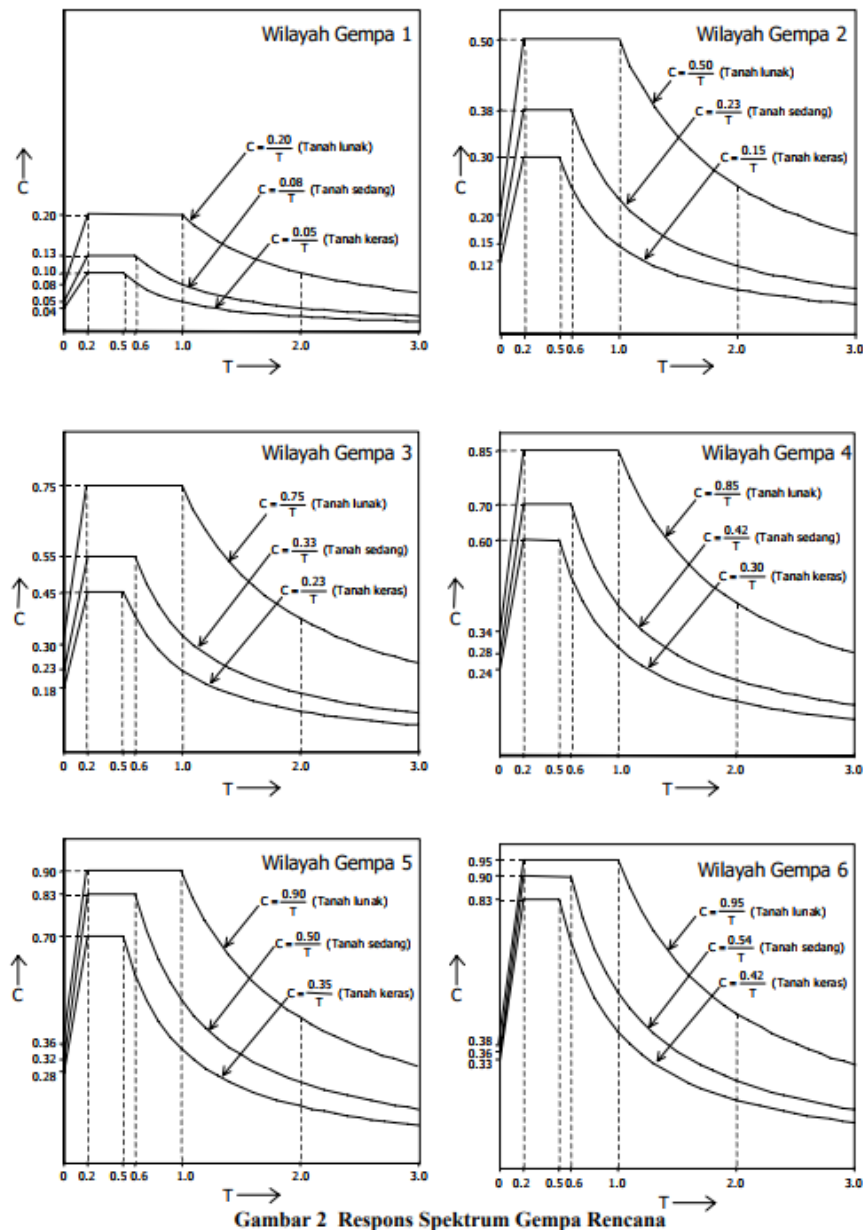
Transisi periode panjang (T_L) diambil nilainya berdasarkan T_L terpetakan untuk wilayah Indonesia seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut.



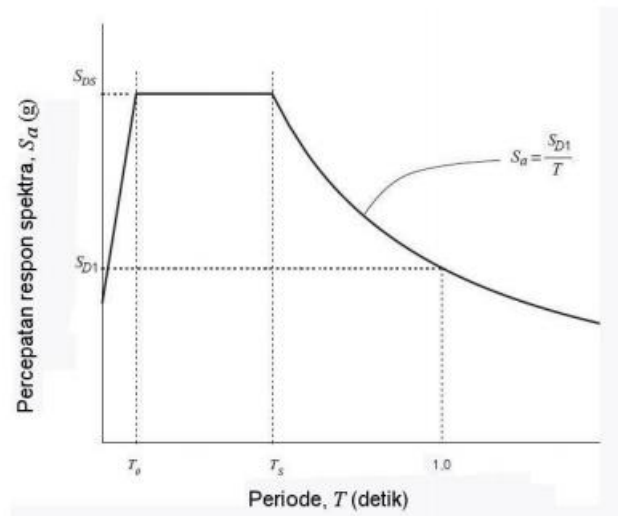
Gambar 3.1 Peta Transisi Periode Panjang (T_L)

(Sumber: SNI 1726-2019)

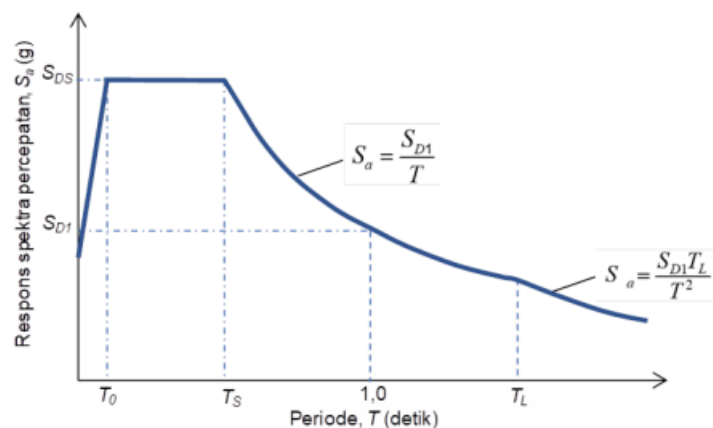
Berikut adalah gambar respon spektrum desain berdasarkan SNI 1726-2002, SNI 1726-2012, dan SNI-1726 2019.



Gambar 3.2 Respon Spektrum Desain SNI 1726-2002
(Sumber: SNI 1726-2002)



Gambar 3.3 Respon Spektrum Desain SNI 1726-2012
(Sumber: SNI 1726-2012)



Gambar 3.4 Respon Spektrum Desain SNI 1726-2019
(Sumber: SNI 1726-2019)

3.2.2 Respon Spektrum *Multi Period* (MPRS)

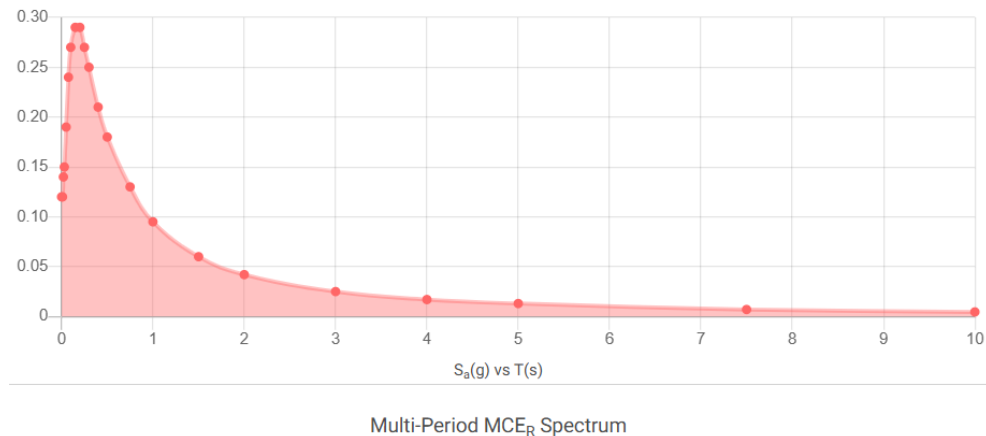
Respon spektrum adalah representasi dari percepatan tanah (spectral acceleration, S_a) terhadap periode getar alami struktur, umumnya dipakai dalam desain struktur terhadap gempa. Metode spektrum respons ini membantu memperkirakan gaya-gaya inersia dan perpindahan lateral suatu struktur berdasarkan periode getarnya dan percepatan spektral pada periode tersebut. Standar-standar lama (termasuk beberapa edisi awal regulasi di Indonesia sebelum SNI 1726-2019) umumnya menggunakan spektrum respons dengan pendekatan dua

periode utama, yaitu periode pendek (*short period*) dan sekitar satu detik (1 detik) untuk struktur menengah.

Konsep *multi-periode response spectrum* (MPRS) muncul sebagai penyempurnaan dari pendekatan dua periode, karena terdapat struktur dengan periode alami lebih panjang atau lebih pendek dari batas periode yang dipakai dalam spektrum dua periode, serta karena efek tanah lunak, magnitudo besar, dan durasi gempa bisa menyebabkan peningkatan respons spektral di periode menengah hingga panjang yang tidak termodelkan dengan baik oleh spektrum dua periode. Metode ini pertama kali diperkenalkan dalam ASCE 7-22 sebagai penyempurnaan dari pendekatan dua periode yang digunakan pada standar sebelumnya. Dalam metode *Multi-Period Response Spectrum* (MPRS), nilai percepatan spektral desain disajikan untuk 22 rentang periode getar berbeda, yang mencakup mulai dari percepatan puncak tanah (PGA) hingga periode panjang sekitar 10 detik. Pendekatan ini memberikan representasi yang lebih rinci terhadap respons dinamis struktur pada berbagai rentang waktu getar, sehingga hasil perencanaan menjadi lebih akurat terhadap kondisi seismik aktual di lapangan.

Penerapan MPRS memiliki beberapa keuntungan dan konsekuensi teknis dalam desain struktur. Keuntungannya mencakup representasi respons gaya dan perpindahan struktur yang lebih akurat terutama untuk gedung tinggi atau struktur dengan periode fundamental lebih panjang, serta kemampuan menangkap efek tanah yang menguatkan respons di periode menengah sampai panjang. Namun demikian, penggunaan MPRS juga menuntut data bahaya gempa yang lebih detail (misalnya berdasarkan *return period*, spektrum penuh dari banyak periode, kelas tanah), alat analisis modal atau respons spektrum yang mampu menangani spektrum penuh, dan kemungkinan peningkatan gaya geser dasar (*base shear*) dan desain yang lebih konservatif untuk struktur di situs dengan tanah lunak atau durasi gempa panjang. Beberapa studi USGS dan laporan teknik FEMA (seperti *Procedures for Developing Multi-Period Response Spectra at Non-Conterminous United States Sites*) memberikan prosedur dan metode yang dapat diadaptasi untuk wilayah lain termasuk Indonesia.

Berikut gambar 3.5 merupakan respon spektrum desain berdasarkan ASCE 7-22.



Gambar 3.5 Respon Spektrum Desain Multi Periode
(Sumber: ascehazardtool.org)

3.3. Kelas Situs

Penentuan kelas situs bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah di lokasi tertentu agar dapat memperkirakan bagaimana tanah tersebut memperkuat atau melemahkan getaran gempa yang merambat dari batuan dasar ke permukaan. Setiap jenis tanah memiliki sifat yang berbeda dalam menyalurkan gelombang gempa tanah keras biasanya mentransmisikan getaran dengan cepat dan kecil, sedangkan tanah lunak cenderung memperkuat dan memperpanjang getaran. Pada tahap ini, digunakan beberapa parameter geoteknik dan seismik yang berfungsi untuk mengidentifikasi serta mengelompokkan kondisi tanah di suatu wilayah secara lebih tepat.

1. Tahanan penetrasi standar rata-rata (N).
2. Kuat geser niralir rata-rata (S_u).
3. Tahanan penetrasi standar rata-rata untuk lapisan tanah nonkohesif (N_{ch}).
4. Nilai rata-rata kecepatan gelombang geser (V_{s30}).

Berikut adalah klasifikasi situs berdasarkan SNI 1726-2019 berdasarkan keadaan tanah di lapangan.

3.3.1 Kelas Situs SA (Batuan Keras)

Penentuan kelas situs SA atau batuan sangat keras merupakan bagian penting dalam evaluasi kondisi tanah pada perencanaan struktur bangunan tahan gempa. Klasifikasi ini dilakukan berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser (V_s) yang diukur secara langsung di lapangan menggunakan metode seismik, seperti *downhole test*, *crosshole test*, atau *Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW)*. Pengukuran dapat pula dilakukan pada formasi batuan lain yang memiliki karakteristik fisik serupa, termasuk tingkat rekahan, pelapukan, dan komposisi materialnya. Hal ini bertujuan agar data yang diperoleh mampu merepresentasikan perilaku dinamis lapisan batuan terhadap gelombang seismik secara akurat.

Apabila lapisan batuan keras dapat diidentifikasi secara berkesinambungan hingga kedalaman sekitar 30 meter, maka kecepatan gelombang geser pada permukaan dapat diekstrapolasi untuk memperoleh nilai V_s yang mewakili seluruh ketebalan lapisan tersebut. Berdasarkan SNI 1726-2019, nilai rata-rata kecepatan gelombang geser pada regangan kecil di lapisan 30 meter teratas (V_{s30}) harus memiliki kecepatan lebih dari 1500 m/detik untuk dapat dikategorikan sebagai kelas situs SA. Nilai ini menunjukkan bahwa batuan memiliki kekakuan yang sangat tinggi dan deformasi yang sangat kecil terhadap gaya gempa. Namun, klasifikasi ini tidak dapat diterapkan apabila terdapat lapisan tanah setebal lebih dari 3 meter antara dasar pondasi dan permukaan batuan keras, karena lapisan tersebut dapat memengaruhi propagasi gelombang seismik dan mengubah respons dinamis tanah terhadap beban gempa.

3.3.2 Kelas Situs SB (Batuan)

Penentuan kelas situs SB (batuan) dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi lapisan batuan yang memiliki tingkat pelapukan dan rekahan sedang. Evaluasi ini dilakukan melalui pengukuran kecepatan gelombang geser (V_s) di lapangan menggunakan metode seismik yang dilakukan oleh tenaga ahli berpengalaman, seperti geoteknik, seismologi, atau geologi teknik. Nilai kecepatan gelombang geser rata-rata pada regangan kecil di lapisan 30 meter teratas (V_{s30}) harus berada pada kisaran lebih dari 750 m/detik hingga 1500 m/detik, yang

menunjukkan bahwa batuan memiliki kekakuan tinggi namun masih memungkinkan terjadinya deformasi kecil akibat getaran gempa.

Selain itu, lokasi tidak dapat dikategorikan sebagai kelas situs SB apabila terdapat lapisan tanah dengan ketebalan melebihi 3 meter antara dasar pondasi atau rakit fondasi dengan permukaan batuan keras di bawahnya. Keberadaan lapisan tanah tersebut dapat memengaruhi perambatan gelombang seismik, sehingga respons dinamis tanah terhadap gempa tidak lagi mencerminkan karakteristik batuan yang sebenarnya.

3.3.3 Kelas Situs SC (Tanah Keras)

Klasifikasi kelas situs SC (tanah keras) ditetapkan berdasarkan hasil evaluasi terhadap sedikitnya tiga parameter geoteknik utama. Parameter pertama adalah kecepatan rata-rata gelombang geser (V_s) yang berada dalam kisaran 350 hingga 750 m/detik, menunjukkan kondisi tanah yang padat dengan kekakuan menengah. Parameter kedua yaitu nilai tahanan penetrasi standar rata-rata (N) harus lebih dari 50, yang menandakan kepadatan tanah tinggi berdasarkan hasil uji SPT (*Standard Penetration Test*). Sementara itu, parameter ketiga adalah kuat geser tak terdrainase rata-rata (S_u) yang harus melebihi 100 kPa, menggambarkan ketahanan geser tanah terhadap beban tanpa pengaruh drainase. Kombinasi ketiga parameter tersebut digunakan untuk memastikan bahwa karakteristik lapisan tanah memenuhi kriteria kelas situs SC sesuai standar perencanaan ketahanan gempa.

3.3.4 Kelas Situs SD (Tanah Sedang)

Klasifikasi kelas situs SD (tanah sedang) ditetapkan berdasarkan hasil analisis terhadap sedikitnya tiga parameter utama sifat tanah. Parameter pertama adalah kecepatan rata-rata gelombang geser (V_s) yang berada dalam kisaran 175 hingga 350 m/detik, menunjukkan karakteristik tanah dengan kekakuan sedang. Parameter kedua, yaitu nilai tahanan penetrasi standar rata-rata (N), berada pada rentang 15 hingga 50, yang menandakan tingkat kepadatan tanah menengah berdasarkan hasil pengujian SPT (*Standard Penetration Test*). Sementara itu, parameter ketiga adalah kuat geser tak terdrainase rata-rata (S_u) yang berkisar antara 50 hingga 100 kPa, menggambarkan kemampuan tanah menahan gaya geser dalam kondisi tanpa drainase. Ketiga parameter tersebut digunakan secara bersamaan untuk

mengidentifikasi bahwa lapisan tanah memiliki karakteristik sesuai dengan kelas situs SD sebagaimana diatur dalam standar ketahanan gempa.

3.3.5 Kelas Situs SE (Tanah Lunak)

Lapisan tanah yang tergolong dalam kelas situs SE (tanah lunak) memiliki ketebalan lebih dari 3 meter dan menunjukkan sifat-sifat khas tanah lempung jenuh air dengan kekuatan rendah. Ciri-ciri utamanya meliputi :

1. Kuat geser tak terdrainase (S_u) yang rata-ratanya kurang dari 25 kPa.
2. Indeks plastisitas (PI) yang melebihi 20.
3. Kadar air (w) yang umumnya lebih dari 40%, menandakan tingkat plastisitas dan kejenuhan yang tinggi.

Penentuan kelas situs SE dilakukan dengan mempertimbangkan sedikitnya tiga parameter utama, yaitu kecepatan rata-rata gelombang geser (V_s) yang lebih kecil dari 175 m/detik, nilai tahanan penetrasi standar (N) yang kurang dari 15, serta kuat geser tak terdrainase (S_u) yang tidak melebihi 50 kPa. Kombinasi parameter tersebut mengindikasikan bahwa tanah memiliki sifat deformasi besar dan daya dukung rendah, sehingga dikategorikan sebagai tanah lunak dalam klasifikasi seismik situs.

3.3.6 Kelas Situs SF (Tanah Khusus)

Kelas situs SF adalah kategori tanah yang memerlukan kajian mendalam melalui analisis respons seismik spesifik lokasi dan peninjauan oleh ahli geoteknik sebelum digunakan sebagai dasar perencanaan struktur. Tanah dalam kelas ini memiliki karakteristik khusus yang membuatnya berisiko tinggi terhadap ketidakstabilan struktur saat terjadi gempa, seperti plastisitas tinggi, kohesi rendah, ketebalan signifikan, atau kandungan organik yang tinggi. Oleh karena itu, penentuan kelas situs SF tidak dapat dilakukan hanya dengan parameter standar, melainkan memerlukan evaluasi lapangan, uji laboratorium, dan pemodelan dinamis untuk memastikan desain struktur aman dan sesuai kondisi nyata tanah.

Beberapa kondisi tanah yang dikategorikan sebagai situs SF antara lain:

1. Tanah dengan kerentanan tinggi terhadap runtuh atau likuifaksi akibat gempa, misalnya tanah berbutir halus yang memiliki konsistensi rendah atau lapisan

tidak stabil. Tanah jenis ini berpotensi mengalami penurunan mendadak atau perpindahan lateral selama peristiwa seismik.

2. Lapisan tanah lempung dengan kandungan organik tinggi atau gambut dengan ketebalan lebih dari 3 meter. Tanah organik dan gambut memiliki permeabilitas rendah, plastisitas tinggi, dan kapasitas dukung rendah, sehingga memperbesar kemungkinan deformasi dan likuifaksi saat gempa.
3. Tanah lempung tebal ($>7,5$ meter) dengan indeks plastisitas (PI) sangat tinggi, >75 . Kondisi ini menunjukkan tanah dengan plastisitas ekstrem dan kohesi rendah, yang dapat memperbesar deformasi lateral dan penurunan fondasi, sehingga perilaku struktur di atasnya menjadi tidak stabil.
4. Tanah lempung lunak dengan plastisitas sedang, ketebalan lebih dari 35 meter, dan kuat geser tak terdrainase rata-rata (S_u) < 50 kPa. Lapisan tanah seperti ini cenderung mengalami settlement besar dan amplifikasi gerakan gempa, sehingga memerlukan analisis dinamis yang spesifik untuk memprediksi respons struktur.

Berikut Tabel 3.1 merupakan klasifikasi situs sesuai SNI 1726-2019.

Tabel 3.1 Klasifikasi Situs SNI 1726-2019

Kelas Situs	V_s (m/detik)	N atau N_c ch	S_u (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750-1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat, dan batuan lunak)	350-750	>50	>100
SD (tanah sedang)	175-350	15-50	50-100
SE (tanah lunak)	<175	<15	<50
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi)	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut. 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w > 40\%$,		

Lanjutan Tabel 3.1 Klasifikasi Situs SNI 1726-2019

Kelas Situs	Vs (m/detik)	N atau Nc ch	Su (kPa)
geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik situs yang mengikuti)	3. Kuat geser niralir $S_u < 25$ kPa Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: 1. Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah 2. Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) 3. Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plasitisitas $(PI) > 75$) lapisan lempung lunak atau setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $S_u < 50$ kPa		

(Sumber: SNI 1726-2019)

3.4. Koefisiensi Amplifikasi

Koefisien amplifikasi merupakan faktor pengali yang digunakan untuk menyesuaikan nilai percepatan spektral akibat pengaruh kondisi tanah lokal terhadap getaran gempa. Secara umum, tanah dengan kekakuan rendah dan ketebalan besar akan memperbesar amplitudo gelombang seismik yang menjalar dari batuan dasar menuju permukaan, fenomena ini dikenal sebagai amplifikasi seismik lokal (*local site amplification*). Pengaruh amplifikasi ini menyebabkan percepatan puncak di permukaan (*surface peak ground acceleration*) menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan batuan dasar (Setiawan, 2017).

Dalam Penelitian yang dilakukan oleh (Setiawan, 2017), menjelaskan bahwa karakteristik geoteknik tanah seperti kecepatan gelombang geser (V_s), ketebalan lapisan sedimen, dan nilai redaman tanah berperan penting dalam menentukan besar kecilnya amplifikasi. Melalui analisis respons situs satu dimensi (*1D site response analysis*), penelitian tersebut menunjukkan bahwa tanah dengan nilai V_s rendah cenderung menghasilkan penguatan gelombang seismik yang signifikan, terutama

pada frekuensi rendah hingga menengah. Hasil ini menegaskan bahwa efek lokasi (*site effect*) harus diperhitungkan secara cermat dalam perencanaan struktur bangunan, karena dapat meningkatkan percepatan maksimum hingga beberapa kali lipat dibandingkan kondisi batuan keras.

Penelitian (Delfebriyadi dkk., 2019), memperkuat temuan tersebut dengan melakukan analisis respons tanah satu dimensi di wilayah Jakarta, yang memiliki lapisan sedimen tebal dan nilai V_s rendah. Hasilnya menunjukkan bahwa amplifikasi gelombang gempa dapat meningkat hingga 2–4 kali lipat, tergantung pada kedalaman lapisan tanah lunak dan sifat dinamisnya. Faktor ini kemudian digunakan untuk menurunkan koefisien amplifikasi spektral (F_a dan F_v) yang berfungsi mengonversi nilai percepatan spektral dasar (S_s dan S_1) menjadi percepatan spektral desain (SMS dan $SM1$) sesuai kondisi lokal. Delfebriyadi et al. menegaskan bahwa tanpa mempertimbangkan efek amplifikasi, estimasi gaya gempa pada struktur cenderung terlalu rendah, sehingga berpotensi menurunkan faktor keamanan dalam desain bangunan tahan gempa.

Sementara itu, penelitian (Marasabessy dkk., 2025), yang dilakukan di wilayah Yogyakarta menggunakan pendekatan *One-Dimensional Site Response Analysis* juga menemukan bahwa nilai koefisien amplifikasi sangat bervariasi antar kelas situs ($SA-SF$) sebagaimana ditetapkan dalam SNI 1726:2019. Pada tanah sedang hingga lunak (kelas SC dan SD), nilai amplifikasi meningkat secara signifikan, khususnya pada periode antara 0,2–1,0 detik yang berasosiasi dengan periode alami bangunan bertingkat rendah hingga menengah. Studi ini menegaskan bahwa koefisien amplifikasi tidak hanya bergantung pada kekakuan tanah (V_{s30}), tetapi juga pada ketebalan lapisan sedimen, kontras impedansi antara lapisan atas dan bawah, serta karakteristik frekuensi dominan tanah.

Secara keseluruhan, ketiga penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan koefisien amplifikasi dalam perencanaan struktur tahan gempa sangat penting untuk memperoleh spektrum respons desain yang realistis dan representatif terhadap kondisi tanah setempat. Dengan mempertimbangkan faktor ini, nilai percepatan spektral pendek (S_s) dan panjang (S_1) dapat disesuaikan agar mencerminkan kondisi aktual di lapangan, sehingga perhitungan gaya seismik yang

diterapkan pada struktur menjadi lebih akurat dan aman. Oleh karena itu, pemanfaatan koefisien amplifikasi berdasarkan analisis respons situs lokal menjadi komponen esensial dalam penerapan standar gempa nasional seperti SNI 1726:2019 dan standar internasional ASCE 7-22.

Berdasarkan SNI 03-1726-2019 mengenai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan non-gedung, dalam penentuan spektrum respons gempa di suatu lokasi diperlukan nilai koefisien amplifikasi pada periode tertentu, yaitu 0,2 detik dan 1,0 detik. Terdapat dua jenis koefisien amplifikasi, yaitu:

1. F_a , yaitu koefisien amplifikasi yang digunakan untuk menyesuaikan percepatan pada periode pendek (0,2 detik).
2. F_v , yaitu faktor amplifikasi untuk percepatan spektral pada periode 1,0 detik.

Nilai-nilai S_{M1} (percepatan spektral periode 1 detik) dan S_{MS} (percepatan spektral periode pendek) yang telah dikoreksi sesuai kondisi kelas situs dapat dihitung dengan menggunakan formula yang telah ditetapkan dalam rumus berikut:

$$S_{MS} = F_a \times S_s \quad (3.4)$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 \quad (3.5)$$

Keterangan:

S_s = parameter respons spectral percepatan gempa MCER yang ditetapkan untuk periode pendek.

S_1 = parameter respons spectral percepatan gempa MCER yang ditetapkan untuk periode 1,0 detik.

Berikut merupakan tabel koefisien situs berdasarkan SNI 1726-2019.

Tabel 3.2 Koefisien Situs, F_a SNI 1726-2019

Kelas Situs	Parameter respons spectral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_s					
	$S_s < 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s > 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SSa					

(Sumber: SNI 1726-2019)

Tabel 3.3 Koefisien Situs, F_v SNI 1726-2019

Kelas Situs	Parameter respons spectral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget (MCER) terpetakan pada periode 1 detik, S_1					
	$S_s < 0,1$	$S_s = 0,2$	$S_s = 0,3$	$S_s = 0,4$	$S_s = 0,5$	$S_s > 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SSa					

(Sumber: SNI 1726-2019)

SF = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon situs spesifik.

Berdasarkan Tabel 3.2 dan 3.3 penentuan nilai F_a dan F_v dibatasi oleh nilai S_s maksimal sebesar 1,5 g dan nilai S_1 maksimal sebesar 0,6 g.

3.5. Kategori Desain Seismik

Berdasarkan SNI 1726-2019 tentang pedoman perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan non-gedung, setiap struktur harus ditetapkan kategori desain seismik. Kategori ini adalah klasifikasi teknis yang ditentukan dengan mempertimbangkan fungsi bangunan, tingkat kepentingan atau klasifikasi hunian, serta potensi bahaya gempa di lokasi proyek. Penetapan kategori desain seismik sangat terkait dengan karakteristik tanah, tingkat risiko seismik di wilayah tersebut, dan fungsi akhir bangunan, yang semuanya menjadi faktor penting dalam merumuskan strategi perencanaan struktur tahan gempa.

3.5.1 Kategori Desain Seismik A

Struktur yang masuk dalam kategori desain seismik A adalah bangunan yang memiliki nilai percepatan respons pada periode pendek (S_{Ds}) kurang dari 0,167 dan nilai percepatan respons pada periode 1 detik (S_{D1}) kurang dari 0,067, baik untuk gedung maupun non-gedung yang termasuk dalam kategori risiko I, II, III, dan IV. Bangunan dalam kategori ini memiliki tingkat risiko gempa yang paling rendah, sehingga tidak diwajibkan menggunakan sistem struktur tahan gempa dalam perancangannya.

3.5.2 Kategori Desain Seismik B

Struktur yang tergolong dalam kategori desain seismik B adalah bangunan yang memiliki nilai percepatan respons pada periode pendek (S_{Ds}) antara 0,167 hingga 0,33 dan nilai percepatan pada periode 1 detik (S_{D1}) antara 0,067 hingga 0,133, berlaku untuk gedung maupun non-gedung yang masuk dalam kategori risiko I, II, dan III.

Beberapa ketentuan perincian (*detailing*) untuk struktur pada kategori ini antara lain:

1. Dalam analisis dan perancangan elemen struktural, diasumsikan diperlukan distribusi kekuatan pada elemen sistem pemikul gaya seismik. Distribusi ini ditentukan melalui analisis model elastis linier serta analisis respons riwayat waktu nonlinier, dengan pemeriksaan tambahan untuk memastikan kesetimbangan sistem pemikul gaya seismik dan interaksinya dengan elemen struktur maupun non-struktur terhadap perpindahan lateral (SNI 2847-2019).

2. Komponen utama sistem rangka pemikul momen yang digunakan pada kategori desain seismik B adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), sesuai ketentuan SNI 2847-2019.

3.5.3 Kategori Desain Seismik C

Struktur yang termasuk dalam kategori desain seismik C memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Untuk bangunan gedung atau non-gedung dengan kategori risiko I, II, dan III, nilai percepatan respons pada periode pendek (S_{Ds}) berada di rentang 0,33 hingga 0,50, sedangkan nilai percepatan pada periode 1 detik (S_{D1}) berada di rentang 0,133 hingga 0,20.
2. Untuk bangunan dengan kategori risiko IV, nilai S_{Ds} berada di 0,167 hingga 0,33, dan S_{D1} berada di 0,067 hingga 0,133.

Beberapa ketentuan perincian (*detailing*) struktur untuk kategori ini meliputi:

1. Dalam analisis dan perancangan elemen struktural, diperlukan distribusi kekuatan pada elemen sistem pemikul gaya seismik. Distribusi ini ditentukan melalui analisis model elastis linier dan analisis respons riwayat waktu nonlinier, dengan pemeriksaan untuk memastikan kesetimbangan sistem pemikul gaya seismik dan interaksi antara elemen struktur serta non-struktur terhadap perpindahan lateral (SNI 2847-2019).
2. Elemen rangka pemikul momen yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).
3. Angkur yang menahan gaya seismik akibat gempa pada struktur KDS C harus memenuhi ketentuan yang diatur dalam SNI 2847-2019 pasal 17.2.3.2 hingga 17.2.3.7.

3.5.4 Kategori Desain Seismik D

Struktur yang termasuk dalam kategori desain seismik D memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Untuk bangunan gedung maupun non-gedung dengan kategori risiko I, II, dan III, nilai percepatan respons pada periode pendek (S_{Ds}) lebih besar dari 0,50, sedangkan untuk kategori risiko IV, SDS berada di rentang 0,33 hingga 0,50.

2. Nilai percepatan respons pada periode 1 detik (S_{D1}) untuk bangunan dengan kategori risiko I, II, dan III lebih besar dari 0,20, sedangkan untuk kategori risiko IV, S_{D1} berada di rentang 0,33 hingga 0,50.

Beberapa ketentuan perincian (*detailing*) struktur untuk kategori ini antara lain:

1. Dalam analisis dan perancangan elemen struktural, diperlukan distribusi kekuatan pada elemen sistem pemikul gaya seismik. Distribusi ini ditentukan melalui analisis model elastis linier serta analisis respons riwayat waktu nonlinier, dengan pemeriksaan untuk memastikan kesetimbangan sistem pemikul gaya seismik dan interaksi elemen struktur maupun non-struktur terhadap perpindahan lateral (SNI 2847-2019).
2. Elemen dari sistem rangka pemikul momen yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Oleh karena itu, terdapat persyaratan khusus terkait faktor reduksi kekuatan pada komponen struktur, sambungan, dan joint, terutama untuk bangunan yang menggunakan dinding struktural khusus, SRPMK, atau dinding pracetak menengah, sesuai ketentuan SNI 2847-2019.

Pendekatan ini memastikan bahwa bangunan dengan risiko gempa tinggi dirancang dengan ketahanan dan performa struktur yang optimal, sesuai karakteristik gaya seismik lokal. Berikut merupakan tabel kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan sesuai SNI 1726-2019.

Tabel 3.4 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek, 0,2 Detik SNI 1726-2019

Nilai S_{DS}	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

(Sumber: SNI 1726-2019)

**Tabel 3.5 Kategori Desasin Seismik Berdasarkan Parameter Respons
Percepatan Pada Periode 1 Detik SNI 1726-2019**

Nilai S_{D1}	Kategori Resiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,0067$	A	A
$0,0067 \leq S_{D1} < 0,0133$	B	C
$0,0133 \leq S_{D1} < 0,020$	C	D
$0,020 \leq S_{D1}$	D	D

(Sumber: SNI 1726-2019)

3.6. *Peak Ground Acceleration (PGA)*

Peak Ground Acceleration (PGA) merupakan nilai percepatan maksimum tanah yang terjadi di permukaan bumi akibat rambatan gelombang seismik selama gempa bumi. Nilai ini menjadi parameter penting dalam analisis bahaya seismik karena merepresentasikan kekuatan getaran maksimum yang dialami suatu lokasi. Dalam rekayasa gempa, PGA digunakan untuk menentukan gaya dasar gempa pada struktur bangunan serta menjadi parameter dasar dalam penentuan percepatan desain gempa (SDS dan SD1) sesuai SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung. Semakin tinggi nilai PGA, semakin besar pula gaya inersia yang ditimbulkan, sehingga desain struktur harus mempertimbangkan tingkat percepatan ini agar memiliki ketahanan yang memadai terhadap beban gempa.

Pada generasi awal, estimasi Percepatan Puncak Tanah (PGA) biasanya hanya mempertimbangkan jarak episenter dan magnitudo gempa dengan asumsi pengukuran dilakukan pada batuan dasar. Seiring perkembangan ilmu seismologi, pendekatan ini diperluas dengan mempertimbangkan karakteristik geologi lokal, seperti kondisi tanah, ketebalan lapisan sedimen, dan mekanisme patahan sumber gempa. Hal ini melahirkan model atenuasi generasi baru, seperti *Next Generation Attenuation (NGA)*, yang menawarkan pendekatan lebih komprehensif dalam memprediksi percepatan tanah berdasarkan kondisi geoteknik yang beragam. Model ini kemudian digunakan secara luas dalam *Ground Motion Prediction*

Equations (GMPEs) sebagai dasar dalam perhitungan bahaya seismik probabilistik (*Probabilistic Seismic Hazard Analysis*, PSHA).

Penelitian oleh (Ginting dkk., 2022), melalui studi “*Seismic Hazard Assessment and Peak Ground Acceleration Mapping in West Sulawesi using Probabilistic Seismic Hazard Analysis*” menunjukkan bahwa nilai PGA di wilayah Sulawesi Barat berkisar antara 0,15 g hingga 0,85 g tergantung pada kondisi geoteknik setempat. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa variasi karakteristik tanah dan jarak terhadap sumber gempa sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya percepatan tanah yang terjadi. Penelitian tersebut menegaskan pentingnya analisis PGA sebagai dasar dalam pembuatan peta bahaya seismik dan zonasi risiko gempa di Indonesia.

Seiring kemajuan teknologi, pendekatan berbasis machine learning mulai digunakan untuk memprediksi nilai PGA dengan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode empiris tradisional. *Artificial Neural Network* (ANN), misalnya, digunakan untuk memodelkan hubungan nonlinier antarparameter seismik tanpa memerlukan formulasi matematis eksplisit. Model ini mampu mengenali pola kompleks dari data historis percepatan tanah dan menghasilkan prediksi yang lebih fleksibel serta adaptif terhadap variasi kondisi geoteknik. Penelitian “*Peak Ground Acceleration Models Predictions Utilizing Two Metaheuristic Optimization Techniques*” oleh (Hason dkk., 2022), membuktikan bahwa kombinasi ANN dengan *Gravitational Search Algorithm* (GSA) dapat meningkatkan ketepatan estimasi PGA di wilayah dengan karakteristik tanah yang heterogen.

Dalam penelitian kali ini, metode *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost) digunakan sebagai salah satu pendekatan *machine learning* untuk memperkirakan nilai PGA secara lebih akurat. XGBoost merupakan algoritma berbasis *ensemble learning* yang menggabungkan banyak model pohon keputusan (*decision trees*) dalam kerangka *gradient boosting*. Kelebihan utama XGBoost adalah kemampuannya menangani hubungan nonlinier antarvariabel, mengelola data dengan dimensi tinggi, serta memberikan hasil prediksi yang stabil melalui proses pembelajaran bertahap dan regularisasi. Dengan memasukkan parameter seismik

seperti magnitudo, jarak sumber, kedalaman hiposenter, serta parameter geoteknik seperti Kecepatan Gelombang Geser (V_s), model XGBoost dapat mempelajari interaksi kompleks antarvariabel tersebut untuk menghasilkan prediksi PGA yang lebih realistis.

Selain itu, parameter V_s berperan penting dalam menggambarkan kekakuan dan karakteristik dinamis tanah. Nilai V_{s30} , yaitu kecepatan rata-rata gelombang geser pada kedalaman 30 meter, digunakan dalam klasifikasi kelas situs tanah sesuai standar SNI 1726:2019. Tanah dengan V_s tinggi (batuan keras) umumnya memiliki amplifikasi getaran yang lebih kecil, sementara tanah dengan V_s rendah (tanah lunak) dapat memperbesar percepatan spektral di permukaan. Oleh karena itu, integrasi antara model XGBoost dan parameter V_s memungkinkan proses prediksi PGA yang lebih akurat karena memperhitungkan efek amplifikasi lokal secara eksplisit. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman lebih baik terhadap variasi respons seismik di berbagai kondisi geoteknik dan menjadi dasar yang kuat untuk perencanaan struktur tahan gempa di Indonesia.

3.7. Kecepatan Gelombang Geser (V_s)

Kecepatan gelombang geser (V_s) merupakan parameter penting dalam rekayasa geoteknik dan seismik karena menggambarkan kemampuan tanah dalam merambatkan energi getaran akibat gaya geser. Nilai ini menunjukkan kekakuan dinamis tanah pada regangan kecil dan digunakan untuk menilai respon seismik lokal serta klasifikasi kelas situs. Tanah dengan nilai V_s tinggi (batuan keras) umumnya memiliki kekakuan besar dan amplifikasi gempa yang kecil, sedangkan tanah dengan nilai V_s rendah (tanah lunak) akan mengalami amplifikasi yang lebih besar terhadap gelombang seismik. Parameter V_s menjadi salah satu faktor kunci dalam menentukan percepatan puncak tanah (PGA) dan respon spektrum desain sesuai ketentuan SNI 1726-2019.

Secara umum, pengukuran V_s dapat dilakukan melalui metode geofisika seperti *down-hole*, *cross-hole*, dan *Multichannel Analysis of Surface Waves* (MASW), maupun pendekatan *non-invasif* seperti metode *Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio* (HVSr) berbasis gelombang mikrotremor. Namun, dalam kondisi

di mana data geofisika tidak tersedia, nilai V_s sering diestimasi secara empiris dari hasil uji penetrasi standar (SPT). Salah satu persamaan empiris yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

$$V_s = 96.9N^{0.314} \quad (3.6)$$

di mana N merupakan nilai pukulan SPT (*Standard Penetration Test*). Persamaan ini memberikan estimasi kecepatan gelombang geser untuk setiap lapisan tanah berdasarkan tingkat kepadatan dan kekuatan relatif tanah. Nilai V_s dari setiap lapisan ($V_{s,i}$) kemudian digunakan untuk menghitung kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter (V_{s30}) dengan menggunakan rumus rata-rata harmonik berbobot:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad (3.7)$$

dengan h_i adalah ketebalan masing-masing lapisan (m) dan $V_{s,i}$ kecepatan gelombang geser lapisan ke- i (m/s). Rumus ini memperhitungkan waktu tempuh gelombang pada tiap lapisan sehingga memberikan nilai V_{s30} yang representatif terhadap kondisi lapisan permukaan. Kombinasi kedua persamaan tersebut memungkinkan estimasi kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 m hanya berdasarkan data SPT, yang sangat berguna ketika data geofisika tidak tersedia.

Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa korelasi empiris antara nilai N -SPT dan kecepatan gelombang geser (V_s) memberikan hasil yang cukup akurat untuk analisis seismik awal. Sebagai contoh, studi oleh (Fauzi, 2014), menunjukkan adanya hubungan kuat antara nilai N -SPT dan V_s hasil pengukuran geofisika di wilayah Jakarta, dengan model empiris yang dapat digunakan untuk memperkirakan V_s pada berbagai jenis tanah di Indonesia. Hasil ini mendukung penggunaan persamaan empiris dalam menghitung V_{s30} ketika pengukuran langsung tidak memungkinkan.

Selain itu, penelitian “*Characteristics and Spatial Distribution of Vs30 Based on Microtremor Inversion and MASW Data through Landform Unit in Yogyakarta, Indonesia*” oleh (Wijayanto dkk., 2022), menemukan bahwa nilai Vs30 di wilayah Yogyakarta berkisar antara 140 m/s hingga 1.092 m/s, tergantung pada morfologi dan kondisi geologi setempat. Kajian serupa oleh (Tawakal dkk., 2020), berjudul “*Estimating Shear Wave Velocity (Vs30) of East Java Indonesia using Ambient Noise Inversion of HVSr*” menggunakan metode inversi noise alami dan menghasilkan peta Vs30 yang bermanfaat untuk zonasi bahaya gempa di Jawa Timur.

Dengan demikian, parameter Vs dan Vs30 tidak hanya mencerminkan karakteristik dinamik tanah, tetapi juga berperan penting dalam menentukan kelas situs serta faktor amplifikasi pada spektrum respons desain. Integrasi antara metode empiris (berdasarkan data N-SPT) dan metode geofisika (seperti MASW atau HVSr) memberikan hasil yang lebih akurat, realistis, dan efisien dalam perencanaan struktur tahan gempa.

3.8. Machine Learning

Machine Learning (ML) merupakan cabang dari kecerdasan buatan *Artificial Intelligence* (AI) yang berfokus pada pengembangan algoritma yang dapat belajar secara otomatis dari data tanpa harus diprogram secara eksplisit untuk setiap tugas. Prinsip dasar ML adalah kemampuan sistem untuk mengenali pola dari data historis, kemudian menggunakan pola tersebut untuk membuat prediksi atau keputusan terhadap data baru. Dalam konteks teknik sipil dan geoteknik, ML menjadi alat yang efektif untuk menganalisis fenomena kompleks seperti prediksi *Peak Ground Acceleration* (PGA), respon spektrum seismik, dan klasifikasi kelas situs, di mana hubungan antarparameter sering bersifat nonlinier dan sulit dimodelkan secara matematis dengan pendekatan konvensional. Secara umum, algoritma *machine learning* (ML) terbagi menjadi tiga kategori utama, yaitu *supervised learning*, *unsupervised learning*, dan *reinforcement learning*, yang masing-masing digunakan sesuai dengan karakteristik data dan tujuan analisis.

Pada *supervised learning*, model dilatih menggunakan data yang memiliki label atau nilai keluaran yang diketahui, seperti nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) atau Vs30. Tujuannya adalah menemukan hubungan terbaik antara variabel masukan (misalnya magnitudo, jarak sumber, dan jenis tanah) dengan nilai target yang diinginkan. Pendekatan ini mencakup algoritma seperti *Linear Regression*, *Support Vector Machine* (SVM), *Random Forest*, *Artificial Neural Network* (ANN), dan *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost), yang terbukti efektif dalam memodelkan hubungan nonlinier kompleks antara parameter seismik dan geoteknik.

Sementara itu, *unsupervised learning* digunakan ketika data tidak memiliki label dan bertujuan mengungkap pola atau struktur tersembunyi, misalnya untuk mengelompokkan zona seismik atau karakteristik tanah berdasarkan parameter seperti Vs30 atau N-SPT. Pendekatan ini biasanya menggunakan algoritma seperti K-Means dan *Principal Component Analysis* (PCA). Adapun reinforcement learning berfokus pada proses pengambilan keputusan adaptif melalui interaksi model dengan lingkungan, yang potensial diterapkan dalam sistem monitoring dan mitigasi bencana secara real-time. Dalam penelitian ini, pendekatan *supervised learning* digunakan dengan menerapkan algoritma XGBoost untuk memprediksi respon percepatan tanah berdasarkan parameter masukan seismik dan geoteknik, karena kemampuannya yang tinggi dalam menangkap pola nonlinier serta memberikan hasil prediksi yang akurat dan efisien.

Dalam rekayasa geoteknik dan seismik, penggunaan ML telah terbukti meningkatkan akurasi prediksi dibandingkan model empiris tradisional. Menurut (Dramschi, 2020), dalam jurnal “*70 Years of Machine Learning in Geoscience in Review*”, ML telah digunakan selama lebih dari tujuh dekade untuk berbagai aplikasi geosains, mulai dari interpretasi data geofisika hingga prediksi risiko bencana. Artikel tersebut menyoroti pergeseran besar dari metode statistik sederhana menuju algoritma berbasis *Deep Learning* yang mampu menangani dataset besar dan kompleks.

Penelitian lain oleh (Li dkk., 2023), berjudul “*Machine Learning Developments and Applications in Solid Earth Geoscience*” menjelaskan bahwa

penerapan ML di bidang kebumihan kini meliputi analisis sinyal seismik, inversi kecepatan gelombang, serta estimasi properti bawah permukaan berdasarkan data mikrotremor dan MASW. Studi tersebut menegaskan bahwa model berbasis *ensemble boosting* seperti XGBoost dan LightGBM menawarkan kinerja yang sangat baik dalam memprediksi parameter bawah permukaan karena kemampuannya menggabungkan banyak model sederhana menjadi satu model prediktif yang kuat.

Selain itu, penelitian oleh (Shao dkk., 2023), dalam “*The Application of Machine Learning Techniques in Geotechnical Engineering: A Review and Comparison*” menunjukkan bahwa algoritma machine learning seperti *Random Forest*, *Support Vector Regression (SVR)*, *Artificial Neural Network (ANN)*, dan *Decision Tree* telah berhasil digunakan untuk memprediksi nilai Vs30, PGA, serta parameter dinamik tanah dengan tingkat akurasi tinggi, bahkan ketika data pengujian lapangan terbatas. Hasil-hasil ini menunjukkan bahwa ML dapat menjadi pendekatan yang efisien dan akurat dalam memodelkan hubungan nonlinier antara parameter seismik dan geoteknik, yang sebelumnya sulit diwakili oleh model deterministik.

Dalam penelitian ini, algoritma XGBoost (*Extreme Gradient Boosting*) digunakan untuk memprediksi nilai respon percepatan tanah berdasarkan parameter masukan seperti magnitudo gempa (M_w), jarak sumber ke lokasi (R), kecepatan gelombang geser rata-rata (Vs30), dan jenis batuan dasar. XGBoost dipilih karena memiliki kemampuan tinggi dalam menangani dataset besar, mencegah *overfitting* melalui regularisasi, serta efisien dalam proses pelatihan. Selain itu, algoritma ini mampu memberikan informasi mengenai tingkat kepentingan setiap fitur (*feature importance*), yang membantu dalam memahami seberapa besar pengaruh masing-masing parameter terhadap nilai respon seismik yang dihasilkan.

Dengan demikian, penerapan *machine learning*, khususnya metode berbasis XGBoost, memberikan pendekatan komputasional yang kuat dalam memahami dan memprediksi perilaku tanah serta respons struktur terhadap gempa. Integrasi antara data lapangan (seperti N-SPT dan Vs30) dan pembelajaran mesin membuka

peluang besar untuk menghasilkan model yang lebih adaptif, efisien, dan realistis dalam perancangan struktur tahan gempa di masa depan.

3.9. *Exploratory Data Analysis (EDA)*

Exploratory Data Analysis (EDA) adalah pendekatan fundamental dalam analisis data yang bertujuan untuk memahami karakteristik utama dari sebuah dataset sebelum menerapkan teknik analisis yang lebih kompleks atau model statistik. Menurut (Tukey, 1977), EDA bertujuan untuk mengeksplorasi dan merumuskan hipotesis dengan cara visualisasi dan analisis data tanpa asumsi awal. Hal ini membantu dalam menemukan pola-pola yang tersembunyi, mendeteksi anomali, serta memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai distribusi dan hubungan antar variabel. Dengan demikian, EDA adalah langkah pertama yang sangat penting sebelum melangkah ke fase pengolahan data lanjutan atau model prediktif (Santosa dkk., 2024).

Proses EDA umumnya dilakukan dengan dua metode utama, yaitu grafis dan non-grafis. Metode grafis melibatkan penggunaan visualisasi seperti histogram, box plot, scatter plot, dan heatmap untuk melihat distribusi data dan hubungan antar variabel. Sementara itu, metode non-grafis menggunakan statistik deskriptif untuk menganalisis kecenderungan pusat, penyebaran, dan bentuk distribusi dari data (Komorowski dkk., 2016). Teknik ini tidak hanya memungkinkan eksplorasi visual data tetapi juga membantu dalam identifikasi potensi *outlier* yang dapat mempengaruhi analisis lebih lanjut.

Selain itu, EDA juga sering digunakan untuk memahami hubungan antara variabel dalam dataset yang besar dan kompleks. Dengan menggunakan alat seperti analisis korelasi, EDA dapat membantu mengidentifikasi hubungan linear atau non-linear antar variabel yang mungkin tidak terlihat jelas melalui analisis konvensional. Dalam konteks ini, EDA memainkan peran penting dalam seleksi fitur yang relevan untuk model prediktif, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi model yang dibangun (Ginting dkk., 2022). Selain pengenalan pola dan hubungan, EDA juga sangat berguna dalam tahap pemrosesan data dengan mengidentifikasi nilai yang hilang atau data yang tidak konsisten. Ini

memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat mengenai metode pengisian data atau pemrosesan lainnya yang diperlukan. Oleh karena itu, EDA adalah langkah yang tidak bisa dilewatkan dalam setiap proyek analisis data, karena memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kualitas dan struktur data yang ada. (Silalahi dan Mindiyarti, 2024).

Secara praktis, proses EDA dilakukan dengan menggunakan alat bantu komputasi seperti Python (pandas, matplotlib, seaborn) atau R, yang mampu memberikan visualisasi statistik deskriptif secara efisien. Dengan demikian, EDA tidak hanya berfungsi sebagai langkah pendahuluan, tetapi juga sebagai dasar dalam pemilihan variabel prediktor yang relevan dan memastikan keandalan data sebelum tahap pemodelan seperti regresi, *Artificial Neural Network* (ANN), maupun *Random Forest* dilakukan (Waskom, 2021). Metode yang umum digunakan dalam EDA antara lain sebagai berikut:

1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif bertujuan untuk memperoleh gambaran dasar tentang data melalui perhitungan statistik inti seperti *mean* (rata-rata), median (nilai tengah), dan modus (nilai yang paling sering muncul) untuk tiap variabel dalam dataset. Dengan menggunakan ukuran-ukuran tersebut, peneliti bisa mengenali nilai tengah, sebaran data, dan karakteristik distribusi variabel sebelum melakukan analisis lebih lanjut (seperti regresi atau pemodelan).

2. *Boxplot*

Boxplot atau diagram kotak memberikan gambaran ringkas mengenai penyebaran data melalui lima nilai utama: minimum, kuartil pertama (Q1), median, kuartil ketiga (Q3), dan maksimum. Keunggulan *boxplot* adalah kemampuannya mendeteksi *outlier* atau nilai ekstrem yang mungkin disebabkan oleh kesalahan pengukuran atau fenomena alami yang jarang terjadi. Misalnya, dalam analisis geoteknik, *boxplot* dapat digunakan untuk mengidentifikasi lokasi dengan nilai N-SPT yang jauh lebih tinggi atau lebih rendah dibandingkan rata-rata. Suatu data dikategorikan sebagai *outlier* apabila memenuhi kriteria yang dinyatakan pada Persamaan 3.8 atau 3.9 berikut:

$$x < \mu - 3\sigma \text{ atau } x < \mu + 3\sigma \quad (3.8)$$

Dengan:

- x = Nilai observasi,
- μ = Rata-rata dari dataset, dan
- σ = deviasi standar dari dataset

$$x < Q1 - 1,5 \times IQR \text{ atau } x > Q3 + 1,5 \times IQR \quad (3.9)$$

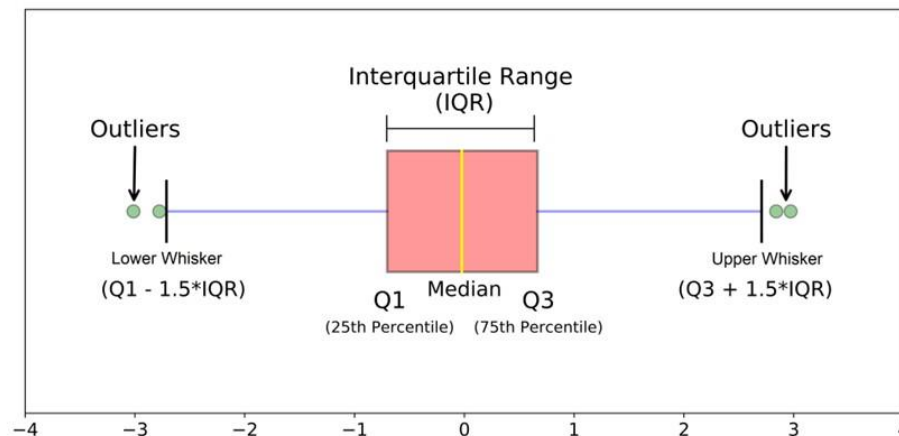
Dengan:

- x = Nilai observasi,
- IQR = Rentang interkuartil
= $Q3 - Q1$
- $Q1$ = Kuartil pertama, dan
- $Q3$ = Kuartil ketiga

Boxplot menampilkan lima ukuran statistik utama yang disebut *five-number summary*, yaitu:

- a. Minimum (X_{min}) – nilai terkecil dalam data yang bukan *outlier*.
- b. Kuartil bawah ($Q1$) – batas bawah 25% data.
- c. Median ($Q2$) – nilai tengah dari seluruh data.
- d. Kuartil atas ($Q3$) – batas atas 75% data.
- e. Maksimum (X_{max}) – nilai terbesar dalam data yang bukan *outlier*.

Kelima nilai ini digunakan untuk menggambarkan posisi dan penyebaran data dalam bentuk kotak (*box*) dan garis (*whisker*). Secara umum, *box* menggambarkan rentang interkuartil, sementara *whisker* menunjukkan sebaran data di luar rentang tersebut. Sebagai ilustrasi, contoh *boxplot* dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Contoh *Box-Plot*

(Sumber: (SNI 1726, 2019))

3. Histogram

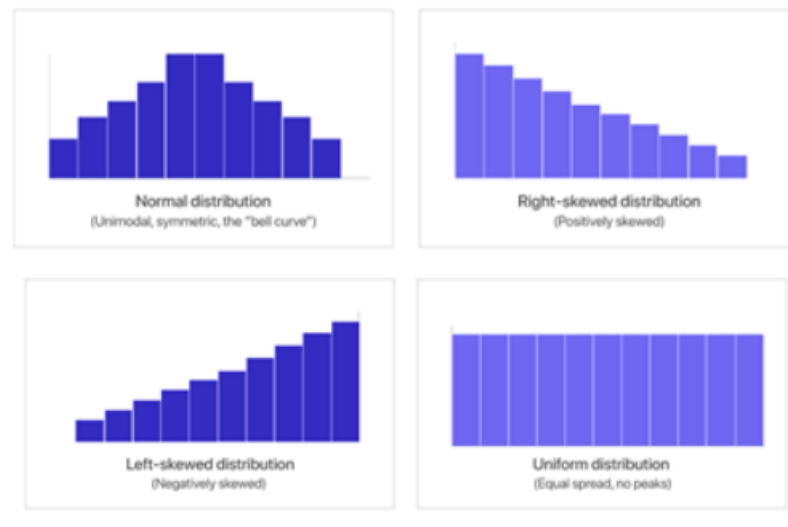
Histogram adalah salah satu metode visualisasi data yang menampilkan distribusi frekuensi dalam bentuk grafik. Grafik ini disusun dari deretan batang persegi panjang yang saling menempel tanpa jarak, dengan tinggi setiap batang merepresentasikan frekuensi kemunculan data pada suatu interval tertentu. Melalui tampilan ini, peneliti dapat dengan mudah mengamati kecenderungan sebaran data, seperti apakah bersifat normal, miring, atau memiliki lebih dari satu puncak. Meskipun mirip dengan diagram batang, histogram memiliki perbedaan mendasar karena menggambarkan data dalam bentuk kontinu dan berurutan. Dalam konteks *Exploratory Data Analysis* (EDA), histogram digunakan untuk memahami pola distribusi data serta mendeteksi adanya anomali atau *outlier* secara visual. Menurut Hastono (2007), distribusi data dapat digolongkan ke dalam beberapa pola berdasarkan bentuk penyebarannya:

- a. Distribusi normal menunjukkan sebaran data menyerupai kurva lonceng (*bell-curve*), di mana sebagian besar nilai berkumpul di sekitar rata-rata. Histogramnya biasanya memperlihatkan satu puncak di tengah, dan peluang munculnya nilai di kedua sisi rata-rata relatif seimbang.
- b. Distribusi miring kanan (*positif*) memiliki karakteristik ekor yang memanjang ke arah nilai yang lebih tinggi. Sebagian besar data

terkonsentrasi di sisi kiri, sedangkan sisi kanan memanjang menuju nilai ekstrem yang besar.

- c. Distribusi miring kiri (negatif) ditandai dengan ekor panjang ke arah nilai kecil. Mayoritas nilai berada di sisi kanan distribusi, sementara sisi kiri memanjang ke nilai-nilai rendah.
- d. Distribusi merata (*uniform*) menggambarkan pola distribusi di mana setiap nilai atau interval nilai memiliki frekuensi kemunculan yang relatif sama bentuk histogramnya mendekati persegi panjang karena tidak ada nilai yang menonjol secara signifikan.

Contoh histogram berserta distribusi data diberikan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Jenis Distribusi pada Histogram

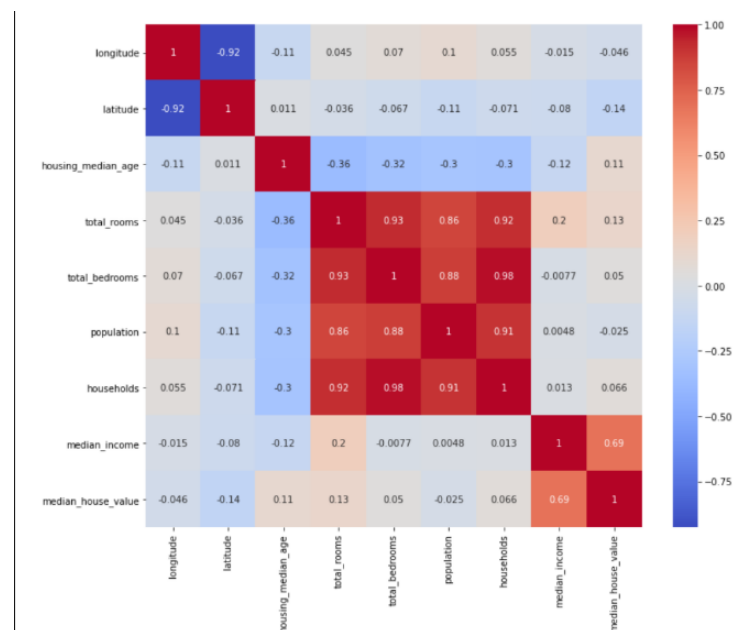
(Sumber: (SNI 1726, 2019))

4. *Heatmap Correlation Map*

Matriks korelasi merupakan bentuk representasi statistik yang menggambarkan hubungan antarvariabel dalam suatu himpunan data melalui koefisien korelasi. Umumnya, hasil ini divisualisasikan dalam bentuk heatmap, di mana gradasi warna digunakan untuk menunjukkan arah dan kekuatan hubungan antarvariabel. Warna yang semakin pekat menunjukkan adanya hubungan yang kuat (baik positif maupun negatif), sedangkan warna yang lebih netral menandakan hubungan yang lemah. Visualisasi ini

membantu peneliti untuk mengenali pola keterkaitan antarvariabel yang mungkin tidak langsung terlihat hanya dari data numerik.

Secara matematis, nilai koefisien korelasi berada pada rentang -1 hingga 1. Apabila nilai korelasi mendekati 1, berarti terdapat hubungan positif yang sangat kuat peningkatan pada satu variabel akan diikuti oleh peningkatan variabel lainnya secara proporsional. Sebaliknya, nilai korelasi mendekati -1 menunjukkan hubungan negatif sempurna, di mana kenaikan satu variabel selalu diiringi penurunan pada variabel lain. Sementara itu, nilai korelasi 0 menandakan tidak adanya hubungan linier yang signifikan antara kedua variabel tersebut. Contoh matriks korelasi dan *heatmap* diberikan pada Gambar 3.8.

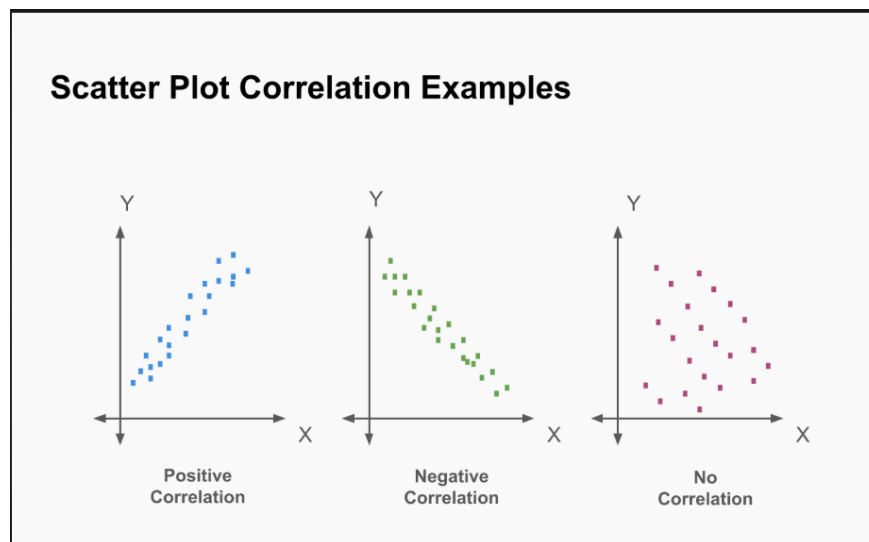


Gambar 3.8 Contoh Matriks Korelasi dan Heatmap
(Sumber: buggyprogrammer.com)

5. Scatter Plot

Scatter plot merupakan salah satu bentuk visualisasi data yang digunakan untuk menunjukkan penyebaran titik-titik data berdasarkan dua variabel, masing-masing ditempatkan pada sumbu X dan sumbu Y. Melalui grafik ini, peneliti dapat mengamati pola hubungan atau kecenderungan antara kedua

variabel tersebut secara visual. Scatter plot berguna untuk mendeteksi adanya korelasi apakah positif, negatif, atau tidak ada hubungan sama sekali namun tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan adanya hubungan sebab-akibat. Dengan kata lain, meskipun pola tertentu tampak menunjukkan keterkaitan antara variabel, hal tersebut belum membuktikan bahwa satu variabel memengaruhi variabel lainnya secara langsung. Untuk memperoleh kesimpulan kausal, diperlukan analisis statistik lanjutan dengan mempertimbangkan variabel lain yang mungkin berperan. Contoh ilustrasi *scatter plot* dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Contoh Scatter Plot
(Sumber: planyway.com)

3.10. Data Preprocessing

Tahap *data preprocessing* merupakan bagian mendasar dalam proses analisis data dan pembangunan model *machine learning*. Tujuannya adalah menyiapkan data agar memiliki kualitas yang baik, bersih, dan konsisten sebelum digunakan dalam proses pelatihan model. Data mentah sering kali mengandung masalah seperti nilai yang hilang (*missing values*), data berisik (*noisy data*), atau data ganda (*redundant data*) yang dapat menurunkan performa algoritma pembelajaran mesin. Menurut (Brijith, 2023), dalam jurnal "*Data Preprocessing for Machine Learning*", kualitas data memiliki pengaruh langsung terhadap akurasi dan efisiensi model

karena algoritma pembelajaran mesin hanya dapat mengenali pola yang benar apabila data masukan telah diproses secara optimal.

Data dunia nyata jarang sekali bebas dari kesalahan. Permasalahan dapat muncul akibat kesalahan sensor, gangguan transmisi data, atau input yang tidak benar. Ketika data tidak diproses dengan baik, efisiensi model pembelajaran mesin akan menurun drastis. Oleh karena itu, pra-pemrosesan sangat penting untuk memastikan bahwa data bersih, konsisten, dan akurat. Tahapan ini membantu mendeteksi dan menangani kesalahan, nilai yang hilang, dan *outlier*, sehingga menghasilkan data yang lebih representatif untuk analisis. Model pembelajaran mesin yang menggunakan data hasil pra-pemrosesan terbukti lebih akurat dan mampu menghindari *overfitting*.

3.10.1 Jenis Data dalam Pembelajaran Mesin

Dalam pembelajaran mesin, data dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama (Brijith, 2023):

1. Data Terstruktur (*Structured Data*)

Data yang tersusun rapi dalam bentuk baris dan kolom, seperti dalam basis data SQL, Excel, atau file CSV. Data ini mudah diproses dan dianalisis, namun kurang fleksibel untuk menangani data hierarkis atau kompleks.

2. Data Semi-terstruktur (*Semi-structured Data*)

Data yang memiliki elemen pengorganisasian seperti tag atau kunci, misalnya JSON dan XML. Data ini lebih fleksibel daripada data terstruktur dan cocok digunakan untuk skema yang berubah-ubah.

3. Data Tidak Terstruktur (*Unstructured Data*)

Data yang tidak memiliki format atau pola tertentu, seperti teks, gambar, video, audio, atau posting media sosial. Jenis data ini sulit diproses oleh algoritma konvensional dan biasanya memerlukan pendekatan khusus seperti *Natural Language Processing* (NLP) atau *Computer Vision*.

3.10.2 Metode Data Preprocessing

Sebelum proses pemodelan XGBoost dilakukan, tahap preprocessing dilaksanakan melalui langkah-langkah sebagai berikut.

1. Penanganan Data yang Hilang (*Handling Missing Value*)

Tahap pertama adalah mendeteksi dan menangani data yang hilang atau tidak lengkap (*missing values*). Nilai yang hilang dapat terjadi akibat kesalahan pengukuran, gangguan sensor atau pencatatan yang tidak sempurna. Apabila tidak ditangani dengan benar, hal ini dapat menyebabkan bias dan menurunkan performa model. Penanganan data hilang dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain:

- a. Penghapusan data (*deletion*): digunakan apabila jumlah data yang hilang relatif kecil ($<5\%$) dan tidak berpengaruh signifikan terhadap distribusi data.
- b. Imputasi nilai (*imputation*): menggantikan nilai yang hilang dengan nilai rata-rata (*mean*), median, modus, atau pendekatan berbasis algoritma seperti *K-Nearest Neighbor (KNN) imputation*.

Menurut (Kotsiantis dkk., 2006), dalam jurnal “*Data Preprocessing for Supervised Learning*”, teknik imputasi berbasis KNN efektif untuk mempertahankan korelasi antarvariabel karena memperkirakan nilai yang hilang berdasarkan kesamaan dengan data sejenis.

2. Pemisahan Fitur Target

Setelah data dibersihkan, langkah berikutnya adalah memisahkan antara fitur (*independent variables*) dan target (*dependent variable*). Fitur merupakan variabel masukan yang digunakan untuk memprediksi suatu keluaran, sedangkan target adalah variabel yang menjadi hasil atau keluaran yang ingin diprediksi. Pemisahan ini penting karena memungkinkan model *machine learning* seperti XGBoost untuk belajar dari hubungan antarvariabel masukan terhadap nilai keluaran. Dengan demikian, proses pelatihan model menjadi lebih terarah dan efisien.

3. Normalisasi Data

Normalisasi data merupakan salah satu tahapan penting dalam *data preprocessing* yang berfungsi untuk menyeragamkan skala nilai antarvariabel agar setiap fitur memiliki pengaruh yang seimbang dalam proses pelatihan model *machine learning*. Data yang diperoleh dari berbagai sumber sering kali memiliki perbedaan satuan, rentang nilai, maupun distribusi statistik.

Kondisi tersebut dapat menyebabkan bias dalam model karena fitur dengan skala besar akan cenderung mendominasi proses pembelajaran. Melalui normalisasi, seluruh variabel dikonversi ke dalam rentang atau distribusi tertentu sehingga setiap fitur dapat berkontribusi secara proporsional terhadap pembentukan model prediktif.

Menurut (Brijith, 2023), dalam jurnal “*Data Preprocessing for Machine Learning*”, normalisasi berperan penting dalam meningkatkan stabilitas model, mempercepat proses konvergensi algoritma optimasi, serta mencegah terjadinya *numerical instability* pada proses komputasi. Dalam konteks pembelajaran mesin, normalisasi membantu algoritma seperti *gradient boosting*, *neural network*, maupun *support vector machine* untuk bekerja secara efisien karena setiap parameter memiliki rentang nilai yang relatif setara.

Secara umum, terdapat dua metode utama yang digunakan dalam proses normalisasi, yaitu *Min-Max Normalization* dan *Z-Score Standardization*.

a. *Min-Max Scaling* (Normalisasi Min-Max)

Metode ini mengubah nilai data ke dalam skala tertentu, biasanya antara 0 hingga 1, tanpa mengubah hubungan proporsional antar data. Pendekatan ini berguna ketika distribusi data tidak memiliki nilai ekstrem yang terlalu besar (*outlier*). Rumusnya ditunjukkan sebagai berikut.

$$X' = \frac{(X - X_{min})}{(X_{max} - X_{min})} \quad (3.10)$$

dengan:

X' = Nilai yang dinormalisasi,

X = Nilai observasi asli,

X_{min} = Nilai minimum dalam dataset, dan

X_{max} = Nilai maksimum dalam dataset

Metode ini umum digunakan ketika distribusi data relatif seragam dan tidak mengandung banyak nilai ekstrem (*outlier*). Keunggulannya adalah

kesederhanaan dan kemampuannya menjaga pola proporsional antar data. Namun, kelemahannya adalah sensitivitas terhadap nilai ekstrem keberadaan satu *outlier* dapat menggeser skala seluruh dataset.

b. *Z-Score Normalization* (Normalisasi Z-Score)

Standarisasi atau *Z-score normalization* digunakan ketika data memiliki perbedaan skala atau mengandung *outlier*. Metode ini mentransformasikan data ke dalam distribusi standar dengan rata-rata nol dan deviasi standar satu, sehingga menghilangkan pengaruh skala antarvariabel. Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$Z = \frac{(X - \mu)}{\sigma} \quad (3.11)$$

dengan:

Z = Nilai Z (*Z-score*) dari data,

X = Nilai observasi asli,

μ = Rata-rata dari dataset, dan

σ = Deviasi standar dari dataset

Keunggulan metode ini adalah kemampuannya mempertahankan penyebaran relatif data tanpa mengubah bentuk distribusi, serta lebih tahan terhadap *outlier* dibandingkan normalisasi Min-Max. Metode ini sering digunakan dalam algoritma yang sensitif terhadap skala fitur seperti *Principal Component Analysis (PCA)*, *K-Means Clustering*, atau *Support Vector Machine (SVM)*.

4. Pembagian Data (*Data Splitting*)

Data splitting merupakan salah satu tahapan penting dalam proses pembangunan model *machine learning* yang bertujuan untuk memisahkan dataset menjadi beberapa bagian dengan fungsi yang berbeda. Pembagian ini diperlukan agar model yang dikembangkan dapat diuji secara objektif dan terukur, serta mampu memberikan prediksi yang akurat terhadap data baru yang belum pernah dilihat sebelumnya. Tanpa proses ini, model berisiko

mengalami *overfitting*, yaitu kondisi di mana model terlalu menyesuaikan diri terhadap data pelatihan sehingga kehilangan kemampuan generalisasi terhadap data baru.

Menurut (Xu dan Goodacre, 2018) dalam jurnal “*On Splitting Training and Validation Set: A Comparative Study of Cross-Validation, Bootstrap and Systematic Sampling for Estimating the Generalization Performance of Supervised Learning*”, pembagian data merupakan langkah fundamental untuk menilai sejauh mana model *supervised learning* dapat bekerja secara konsisten di luar data pelatihan. Penelitian tersebut menegaskan bahwa pemisahan data yang seimbang antara data pelatihan (*training set*) dan data pengujian (*testing set*) mampu menghasilkan estimasi performa model yang lebih realistis. Secara umum, dataset dibagi menjadi dua atau tiga subset, yaitu:

- a. *Training set* digunakan untuk melatih model dan menemukan pola dari data.
- b. *Validation set* digunakan untuk melakukan penyetelan parameter (*hyperparameter tuning*).
- c. *Testing set* digunakan untuk mengukur kemampuan generalisasi model.

Proporsi pembagian yang umum digunakan adalah 70:30, 75:25, atau 80:20, tergantung pada ukuran dataset dan kompleksitas model. Pembagian ini umumnya dilakukan secara acak (*random sampling*) agar seluruh bagian data tetap merepresentasikan populasi secara proporsional. Secara matematis, pembagian data dapat digambarkan sebagai berikut:

$$D = D_{train} \cup D_{test} \quad (3.12)$$

$$D_{train} \cap D_{test} = \emptyset \quad (3.13)$$

dimana:

D = Keseluruhan dataset

D_{train} = Subset data untuk pelatihan model

D_{test} = Subset data untuk pengujian

Dalam penelitian ini, proses data splitting dilakukan untuk membagi dataset hasil *preprocessing* menjadi dua bagian utama, yaitu data pelatihan sebesar 80% dan data pengujian sebesar 20%. Pembagian ini bertujuan untuk memastikan bahwa model XGBoost dapat belajar dari data yang cukup banyak untuk mengenali pola hubungan antara parameter seismik dan geoteknik (seperti magnitudo, Vs30, dan jarak sumber), sekaligus diuji pada data baru untuk mengukur kemampuan prediksi terhadap nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA).

3.11. *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost)

XGBoost (*Extreme Gradient Boosting*) merupakan algoritma *ensemble learning* berbasis *gradient boosting* yang dikembangkan oleh Tianqi Chen pada tahun 2016. XGBoost dirancang untuk meningkatkan akurasi prediksi melalui kombinasi sejumlah *weak learners* (biasanya berupa pohon keputusan). Setiap model baru dibangun untuk memperbaiki kesalahan prediksi dari model sebelumnya secara bertahap hingga mencapai performa optimal. Menurut (Georgioudakis dan Plevris, 2023), XGBoost terbukti unggul dalam memodelkan hubungan nonlinier yang kompleks antara parameter struktur seperti jumlah lantai, kekakuan, serta karakteristik tanah terhadap respon spektrum bangunan bertingkat. Algoritma ini tidak hanya efisien secara komputasional, tetapi juga mampu memberikan hasil prediksi yang stabil dalam analisis struktur dinamis dan seismik.

Lebih lanjut, (J. Wang dkk., 2025) menjelaskan bahwa keunggulan XGBoost dibandingkan model *Artificial Neural Network* (ANN) terletak pada kemampuannya meminimalkan kesalahan secara adaptif melalui proses *gradient optimization* dengan regularisasi L1 dan L2. Regularisasi ini berfungsi mengontrol kompleksitas model dan mencegah *overfitting*, sehingga model tetap mampu melakukan generalisasi dengan baik pada data baru. Selain itu, XGBoost mendukung proses komputasi paralel dan efisien pada dataset besar, menjadikannya sangat sesuai untuk pemodelan *multifidelity* dan aplikasi teknik sipil seperti analisis seismik dan rekayasa geoteknik.

Menurut (Maulita dan Wahid, 2024), XGBoost menjadi salah satu algoritma yang kompetitif dalam memprediksi parameter seismik seperti magnitudo gempa berdasarkan data kedalaman dan geolokasi. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa meskipun LightGBM memberikan performa tertinggi, XGBoost menghasilkan nilai MAE sebesar 0,4932 dan RMSE sebesar 0,6471 dengan tingkat akurasi yang tetap baik dalam konteks prediksi magnitudo gempa. Hal ini membuktikan bahwa XGBoost memiliki kemampuan adaptif dalam menangani data geospasial dan geotektonik yang bersifat nonlinier, sehingga relevan untuk pengembangan sistem peringatan dini gempa dan analisis bahaya seismik.

Dalam konteks rekayasa struktur dan seismik, (X. Wang dkk., 2023), menegaskan bahwa XGBoost unggul dalam mengintegrasikan berbagai parameter input seperti percepatan tanah puncak (PGA), kecepatan gelombang geser (V_s30), kedalaman sumber, serta jarak episentral ke dalam satu model prediktif yang kuat. Kombinasi kemampuan interpretasi fitur (*feature importance*) dan efisiensi komputasi menjadikan XGBoost sebagai pilihan ideal untuk analisis response spectrum, estimasi bahaya seismik, maupun prediksi perilaku struktur di bawah beban dinamis.

Dalam konteks Tugas Akhir berjudul “Pengembangan Spektrum Respons Desain Multi-Periode Berdasarkan Standar ASCE 7-22 Menggunakan XGBoost (*Extreme Gradient Boosting*)”, algoritma XGBoost berperan sebagai metode pemodelan prediktif yang mampu mengestimasi parameter spektrum respons multi-periode secara akurat berdasarkan variabel masukan seperti parameter seismik, karakteristik tanah, dan intensitas gempa. Dengan memanfaatkan kemampuan XGBoost dalam menangani hubungan kompleks dan non-linear antarvariabel melalui prinsip *gradient boosting*, proses pengembangan spektrum respons tidak lagi sepenuhnya bergantung pada pendekatan analitik konvensional. Sebaliknya, model dapat dibangun melalui proses pembelajaran dari data historis gempa atau hasil simulasi numerik, sehingga menghasilkan prediksi yang lebih efisien, adaptif, dan memiliki tingkat akurasi tinggi terhadap variasi kondisi seismik dan geoteknik.

Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan model spektrum respons desain yang lebih adaptif dan representatif terhadap kondisi seismik lokal, serta

mendukung proses perencanaan struktur tahan gempa yang sesuai dengan standar ASCE 7-22. Oleh karena itu, metode *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost) dapat diterapkan pada beberapa bidang aplikasi berikut:

1. Pengenalan Pola (*Pattern Recognition*)

XGBoost memiliki kemampuan tinggi dalam mengenali pola kompleks pada data, baik linier maupun non-linier, melalui proses pembelajaran bertahap (*boosting*). Kemampuan ini memungkinkan model untuk mengidentifikasi pola tersembunyi dalam data besar seperti karakteristik spektrum respons gempa, perilaku struktur, maupun hubungan antarparameter geoteknik dan seismik. Dalam konteks ini, XGBoost berperan layaknya sistem kognitif yang mampu menyesuaikan diri terhadap variasi data, sehingga tetap dapat menghasilkan prediksi akurat meskipun terjadi perubahan pada pola masukan (*input features*).

2. Pemrosesan dan Analisis Data Kompleks (*Signal dan Feature Processing*)

Selain pada data tabular, XGBoost juga dapat digunakan untuk pemrosesan sinyal dan data multivariabel, termasuk dalam kasus percepatan tanah (PGA), respon spektrum multi-periode (MPRS), atau sinyal percepatan struktural yang kompleks. Melalui mekanisme *gradient optimization* dan *feature selection* otomatis, XGBoost dapat menyaring fitur-fitur yang paling berpengaruh, sekaligus mengurangi noise atau variabel yang tidak relevan dalam proses pembelajaran. Hal ini menjadikan XGBoost unggul dalam mendeteksi pola signifikan pada data seismik yang fluktuatif, dibandingkan dengan pendekatan linier tradisional.

3. Prediksi (*Prediction*)

Kemampuan utama XGBoost terletak pada prediksi berbasis data historis, dengan mengidentifikasi hubungan non-linier antar variabel input dan output. Dalam konteks teknik sipil dan seismologi, metode ini dapat digunakan untuk memperkirakan respons struktur terhadap gempa, mengembangkan spektrum respons multi-periode (MPRS), hingga memprediksi parameter seismik seperti percepatan puncak tanah (PGA) dan perpindahan maksimum (maxPSDR). Melalui proses iteratif dan pembobotan adaptif pada setiap

pohon keputusan, XGBoost mampu meningkatkan akurasi prediksi secara bertahap hingga mencapai hasil yang paling optimal.

Dengan keunggulan dalam efisiensi komputasi, akurasi prediksi tinggi, dan kemampuan adaptif terhadap data kompleks, XGBoost dinilai sangat potensial untuk digunakan dalam pengembangan model spektrum respons desain multi-periode (MPRS). Penerapannya memungkinkan perancang struktur memperoleh estimasi parameter seismik yang lebih realistis dan sesuai kondisi lokal, sehingga mendukung perancangan bangunan yang tahan gempa dan memenuhi standar ASCE 7-22.

3.11.1 *Decision Tree* pada XGBoost

Decision Tree (pohon keputusan) adalah model dasar yang digunakan sebagai *base learner* dalam banyak algoritma *ensemble boosting*, termasuk XGBoost. Pokok-pokok konsepnya adalah sebagai berikut:

1. Struktur dan Mekanisme Dasar

Sebuah *decision tree* membagi ruang input menjadi segmen-segmen (*node*) berdasarkan aturan keputusan (*split*) pada fitur-fitur, hingga mencapai *node terminal* (*leaf*) yang memberikan nilai prediksi (untuk regresi) atau kelas (untuk klasifikasi). *Tree* dibangun secara rekursif dengan memilih *split* terbaik pada setiap *node* menurut suatu kriteria (misalnya pengurangan kerugian, *gain*, atau *impurity*). Makalah “*Boosted decision trees*” (Coadou, 2022), memperkenalkan bagaimana pohon keputusan dikembangkan dalam konteks *boosting*, mulai dari *splitting*, pemilihan variabel, hingga penanganan *overfitting* dengan *pruning*.

2. *Decision Tree* sebagai *Weak Learner* dalam *Boosting*

Dalam XGBoost, pohon keputusan digunakan sebagai *weak learner*, yaitu model sederhana yang tidak terlalu kuat sendirian, tetapi ketika digabungkan secara berurutan dapat membentuk model prediktif yang sangat kuat melalui prinsip *boosting*. Setiap pohon berusaha memperbaiki kesalahan dari model gabungan sebelumnya. Menurut makalah (Coadou, 2022), yang membahas teknik *boosting* pada pohon keputusan, algoritma iteratif membuat pohon baru berdasarkan data yang diberi bobot lebih tinggi dari kesalahan

sebelumnya. Makalah “XGBoost: A Scalable Tree Boosting System” oleh (Chen dan Guestrin, 2016), juga menjelaskan bahwa XGBoost menggunakan pohon keputusan (CART) sebagai model dasar dan memodifikasi proses pembelajaran melalui optimasi dan regularisasi untuk meningkatkan performa dan efisiensi.

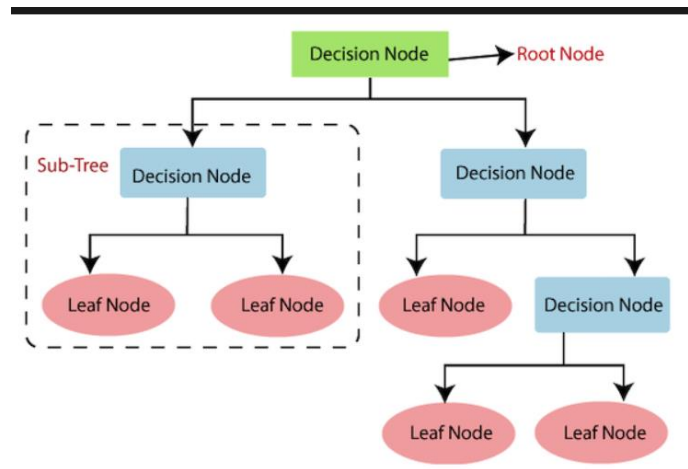
3. Penyempurnaan dan *Pruning*

Agar pohon tidak tumbuh terlalu kompleks dan cenderung *overfit*, biasanya dilakukan pemangkasan (*pruning*) atau pembatasan kedalaman (*max_depth*) dan jumlah daun (*number of leaves*). XGBoost menyertakan parameter regularisasi (γ , λ) untuk mengontrol kompleksitas pohon. Dalam “*Tree Boosting With XGBoost*” oleh (Nielsen, 2016), membahas bagaimana XGBoost memperkenalkan teknik *Newton boosting*, regulasi kompleksitas, dan pembatasan struktur pohon untuk menjaga *trade-off* antara bias dan varians.

4. Integrasi dengan Optimasi dan Regularisasi

Dikombinasikan dengan algoritma *boosting* dan fungsi objektif yang mencakup penalti regularisasi, pohon keputusan dalam XGBoost tidak hanya dibentuk berdasarkan data, tetapi juga dikontrol agar model tetap sederhana dan generalis. Dalam catatan kuliah Stanford mengenai *Decision Trees* dan XGBoost, dijelaskan bahwa XGBoost menambahkan *term* regularisasi ke dalam *loss function* dan menggunakan pendekatan Taylor orde kedua (*gradien* dan *Hessian*) di setiap split pohon.

Representasi arsitektur jaringan dari algoritma *ensemble decision trees* ditunjukkan pada Gambar



Gambar 3.10 Arsitektur *Decision Trees*

(Sumber: dqqlab.id)

3.11.2 *Ensemble Learning* dan Prinsip *Boosting*

Ensemble Learning merupakan pendekatan dalam pembelajaran mesin yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi prediksi dengan cara menggabungkan beberapa model sederhana (*weak learners*) menjadi satu model kuat (*strong learner*). Konsep ini didasarkan pada prinsip bahwa keputusan kolektif dari banyak model cenderung menghasilkan performa yang lebih baik dan stabil dibandingkan satu model tunggal. *Ensemble learning* terbagi menjadi dua pendekatan utama, yaitu *parallel ensemble* seperti *bagging* dan *random forest*, serta *sequential ensemble* seperti *boosting*, di mana model dibangun secara berurutan untuk memperbaiki kesalahan dari model sebelumnya. Menurut (Dietterich, 2000), dalam jurnal *Ensemble Methods in Machine Learning*, metode *ensemble* terbukti mampu mengurangi bias, menurunkan varians, serta meningkatkan kemampuan generalisasi model prediktif melalui proses kombinasi antar model yang saling melengkapi.

Salah satu implementasi paling populer dari *ensemble sequential* adalah *boosting*, yaitu metode yang secara iteratif melatih serangkaian *weak learners* dengan fokus pada data yang paling sulit diprediksi oleh model sebelumnya. Setiap model baru dibangun dengan memperhitungkan kesalahan dari model sebelumnya, kemudian hasilnya digabungkan menjadi prediksi akhir. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi bias tanpa meningkatkan *variance* secara signifikan,

menjadikannya sangat efektif untuk permasalahan dengan hubungan nonlinier yang kompleks. Menurut (Mienye dan Sun, 2022), dalam *A Survey of Ensemble Learning: Concepts, Algorithms, Applications and Prospects*, prinsip *boosting* merupakan bentuk pembelajaran adaptif yang menyesuaikan bobot data secara dinamis berdasarkan tingkat kesalahan model sebelumnya, sehingga model akhir menjadi lebih akurat dan tahan terhadap noise data.

Lebih lanjut, *boosting* menjadi dasar bagi pengembangan algoritma modern seperti *Gradient Boosting Machine* (GBM), AdaBoost, dan XGBoost. Dalam teknik ini, setiap iterasi model baru dibangun untuk meminimalkan fungsi kesalahan (*loss function*) dari model sebelumnya menggunakan pendekatan *gradien*. Menurut (Mishra dkk., 2025), *boosting* efektif dalam meningkatkan akurasi tanpa memerlukan model dasar yang kompleks, karena performa tinggi dapat dicapai melalui penggabungan adaptif dari model sederhana. Namun, untuk mencegah *overfitting*, diperlukan pengaturan *hyperparameter* seperti *learning rate* dan jumlah iterasi (*n_estimators*) yang tepat agar proses *boosting* tidak terlalu agresif

3.11.3 Fungsi Objektif dan Regularisasi pada *Boosting*

Dalam algoritma XGBoost (*Extreme Gradient Boosting*), prinsip *boosting* dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fungsi objektif (*objective function*) yang terdiri atas dua komponen utama: fungsi kerugian (*loss function*) dan fungsi regularisasi (*regularization term*). Fungsi kerugian mengukur selisih antara nilai prediksi dan nilai aktual, sementara fungsi regularisasi mengontrol kompleksitas model agar tidak terjadi *overfitting*.

Menurut (Chen dan Guestrin, 2016), dalam makalah klasik *XGBoost: A Scalable Tree Boosting System*, pendekatan ini memungkinkan model belajar secara efisien menggunakan *second-order Taylor approximation* untuk menghitung *gradien* dan *Hessian* dari fungsi kerugian, sehingga proses optimasi menjadi lebih cepat dan stabil dibandingkan metode *boosting* tradisional.

Fungsi regularisasi dalam XGBoost memiliki peran penting untuk menyeimbangkan bias *variance trade-off*. Dengan adanya penalti terhadap kompleksitas model, XGBoost mampu menghasilkan model yang tidak hanya

akurat pada data pelatihan, tetapi juga memiliki kemampuan generalisasi tinggi terhadap data baru. Penelitian (Nielsen, 2016), dalam *Tree Boosting With XGBoost* menegaskan bahwa regularisasi λ (L2) menghaluskan bobot model untuk mencegah *overfitting*, sedangkan parameter γ mencegah pembentukan percabangan (*split*) yang tidak memberikan peningkatan signifikan terhadap fungsi objektif.

Selain itu, XGBoost menerapkan *shrinkage* melalui *learning rate* yang berfungsi untuk memperlambat proses pembelajaran agar model lebih hati-hati dalam memperbarui bobot. Menurut (Mishra dkk., 2025), kombinasi antara *gradient optimization*, regularisasi L1/L2, dan pengaturan *learning rate* menjadikan XGBoost sebagai salah satu algoritma *boosting* paling efisien dalam meminimalkan kesalahan prediksi serta menjaga stabilitas model terhadap data dengan distribusi kompleks.

Dengan mekanisme tersebut, XGBoost tidak hanya berfokus pada peningkatan akurasi, tetapi juga memastikan bahwa setiap model tambahan benar-benar memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan performa keseluruhan, sambil menjaga generalisasi model pada data baru.

3.11.4 *Hyperparameter* dalam XGBoost

Dalam pembelajaran mesin, *hyperparameter* adalah parameter *eksternal* yang mengatur perilaku algoritma sebelum proses pelatihan model dimulai. Berbeda dari parameter model, seperti bobot dan bias dalam jaringan saraf yang dipelajari secara otomatis selama proses *training*, *hyperparameter* ditentukan secara manual oleh peneliti untuk mengontrol kapasitas model, kecepatan pembelajaran, dan keseimbangan antara bias serta varians. Menurut (X. Wang dkk., 2023), penentuan nilai *hyperparameter* yang optimal berpengaruh besar terhadap performa dan kestabilan model, terutama dalam kasus nonlinier seperti prediksi respon seismik. *Hyperparameter* membantu menyeimbangkan antara kompleksitas struktur model dan kemampuan generalisasi terhadap data baru. Secara umum, *hyperparameter* dalam XGBoost dibagi menjadi empat kategori utama:

1. Parameter Struktur Model (*Tree Parameters*)

Parameter ini mengatur bentuk dan kedalaman pohon keputusan yang menjadi *base learner* dalam model XGBoost.

- a. *max_depth* berfungsi untuk menentukan kedalaman maksimum setiap pohon. Nilai yang besar memungkinkan model menangkap pola kompleks tetapi berisiko *overfitting*
- b. *min_child_weight* berfungsi untuk menentukan jumlah minimum data yang harus ada pada setiap *node* sebelum pemisahan dilakukan. Nilai yang tinggi mencegah model membangun pohon terlalu dalam, sedangkan nilai rendah memungkinkan pemisahan yang lebih detail

Menurut (Nielsen, 2016), dalam *Tree Boosting with XGBoost*, pengaturan dua parameter ini penting untuk mengontrol kapasitas model dan menjaga keseimbangan antara bias dan varian.

2. Parameter Pembelajaran (*Learning Parameters*)

Kategori ini berfungsi untuk mengatur laju dan proses pembelajaran model.

- a. *learning_rate* (η) berfungsi untuk mengontrol ukuran langkah setiap kali pembaruan parameter dilakukan. Nilai kecil (misalnya 0.01–0.1) membuat proses belajar lebih lambat tetapi hasilnya lebih stabil
- b. *n_estimators* berfungsi untuk menentukan jumlah total pohon yang dibangun. Jumlah yang terlalu besar meningkatkan risiko *overfitting*, sedangkan terlalu kecil dapat menyebabkan *underfitting*.

Menurut (Chen dan Guestrin, 2016), pengaturan *learning_rate* dan *n_estimators* merupakan *trade-off* penting dalam *boosting*, di mana kombinasi nilai kecil pada *learning_rate* dan jumlah pohon besar sering kali menghasilkan model paling stabil dan akurat.

3. Parameter Subsampling (*Sampling Parameters*)

Parameter ini mengatur proporsi data dan fitur yang digunakan pada setiap iterasi pembelajaran untuk mencegah model terlalu menyesuaikan diri dengan data pelatihan.

- a. *subsample* berfungsi untuk menentukan persentase sampel data yang digunakan untuk membangun setiap pohon. Nilai *default* biasanya 0.8. Nilai lebih kecil dapat mengurangi *overfitting*, namun terlalu kecil menyebabkan bias meningkat.

- b. *colsample_bytree* berfungsi untuk menentukan persentase fitur (kolom) yang digunakan dalam pembentukan setiap pohon. Dengan memilih subset fitur secara acak, XGBoost memperkenalkan keragaman antar pohon sehingga meningkatkan generalisasi.

Menurut (Mishra dkk., 2025), penerapan teknik subsampling pada XGBoost meningkatkan stabilitas dan mengurangi korelasi antar pohon keputusan, sehingga performa model meningkat secara signifikan.

4. Parameter Regularisasi (*Regularization Parameters*)

Regularisasi digunakan untuk mengontrol kompleksitas model dan mencegah *overfitting*.

- a. *lambda* (λ) adalah koefisien regularisasi L2 (*Ridge*). Mengontrol besarnya bobot untuk menjaga agar model tidak terlalu kompleks.
- b. *alpha* (α) adalah koefisien regularisasi L1 (*Lasso*). Mendorong bobot bernilai nol untuk menyederhanakan model.
- c. *gamma* (γ) adalah ambang batas minimal peningkatan fungsi objektif yang dibutuhkan untuk membuat pemisahan (*split*) baru pada node pohon.

Menurut (Georgioudakis dan Plevris, 2023), penggunaan kombinasi regularisasi L1 dan L2 menjadikan XGBoost lebih tahan terhadap *overfitting* dibandingkan metode *boosting* tradisional, terutama ketika digunakan pada data gempa yang bervariasi.

Hyperparameter diatas perlu dilakukan penyetelan lebih lanjut yang bertujuan untuk menemukan kombinasi nilai yang menghasilkan performa model terbaik. Dua metode umum yang digunakan adalah:

1. *Grid Search*, yaitu pencarian sistematis terhadap kombinasi parameter tertentu yang telah ditentukan sebelumnya.
2. *Cross-Validation*, yaitu teknik evaluasi model dengan membagi dataset ke dalam beberapa subset untuk menghindari bias hasil pelatihan.

Kombinasi antara *Grid Search* dan *Cross-Validation* mampu memberikan hasil tuning hyperparameter yang stabil serta menghindari *overfitting*.

3.11.5 Fungsi Loss dan Metrik Evaluasi pada XGBoost

Dalam model pembelajaran mesin seperti XGBoost, fungsi loss (*loss function*) dan metrik evaluasi (*evaluation metrics*) berperan penting untuk menilai seberapa baik model dalam melakukan prediksi. Fungsi loss digunakan selama proses pelatihan untuk meminimalkan kesalahan prediksi, sedangkan metrik evaluasi digunakan setelah pelatihan untuk mengukur performa model terhadap data uji.

1. Fungsi Loss (*Loss Function*)

Fungsi loss merupakan inti dari proses optimasi dalam XGBoost. Nilai loss menunjukkan seberapa jauh hasil prediksi dari nilai sebenarnya. Selama pelatihan, XGBoost berupaya meminimalkan nilai total loss melalui pendekatan *gradient optimization*, dengan memperbarui bobot berdasarkan turunan pertama (*gradient*) dan kedua (*Hessian*) dari fungsi loss. Menurut (Chen dan Guestrin, 2016), penggunaan fungsi loss yang diferensiabel memungkinkan XGBoost melakukan pembaruan parameter secara efisien menggunakan pendekatan *second-order Taylor expansion*, yang menjamin konvergensi cepat serta kestabilan hasil model.

2. *Root Mean Square Error* (RMSE)

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan metrik yang digunakan untuk mengukur besarnya rata-rata deviasi antara nilai prediksi dan nilai aktual dalam satuan yang sama dengan variabel target. RMSE memberikan bobot lebih besar terhadap kesalahan besar karena perbedaan dikuadratkan sebelum dirata-ratakan. *Root Mean Square Error* (RMSE) tidak memiliki batas universal karena sangat tergantung pada skala dan variabilitas data, tetapi umumnya nilai yang lebih rendah menunjukkan prediksi yang lebih akurat, dan sering dinormalisasi terhadap rentang atau varians data untuk dibandingkan antar model (Setyo dan Abdillah, 2024). RMSE banyak digunakan pada model regresi seismik karena sensitif terhadap *outlier*, sehingga efektif untuk menilai model pada data gempa yang memiliki variasi ekstrem. Menurut (Chai dan Draxler, 2014), RMSE memberikan ukuran kesalahan yang lebih realistis ketika deviasi besar memiliki dampak

signifikan pada hasil prediksi, seperti dalam kasus prediksi *Peak Ground Acceleration* (PGA). Berdasarkan (Khoshvaght dkk., 2025) perhitungan RMSE dapat dirumuskan seperti pada Persamaan 3.14 berikut.

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y - y_i)^2} \quad (3.14)$$

Keterangan:

y = Nilai aktual

y_i = Nilai prediksi

n = Jumlah data

3. Koefisien Determinasi (R²)

Koefisien Determinasi (R²) digunakan untuk menilai seberapa baik variasi data aktual dapat dijelaskan oleh model. Nilai R² berkisar antara 0 hingga 100%, dengan nilai lebih tinggi menunjukkan model yang lebih baik dalam menjelaskan variasi data (Agustin dkk., 2025). Menurut (X. Wang dkk., 2023), nilai R² merupakan indikator penting dalam model regresi berbasis XGBoost karena menunjukkan seberapa kuat hubungan antara parameter seismik, seperti magnitudo dan Vs30 terhadap nilai respon percepatan yang diprediksi. R² yang tinggi menandakan model memiliki kemampuan generalisasi yang baik, sedangkan nilai rendah menunjukkan masih terdapat banyak variasi data yang belum dapat dijelaskan oleh model. Berdasarkan (Khoshvaght dkk., 2025) perhitungan R² dapat dirumuskan seperti pada Persamaan 3.15 berikut.

$$1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y - \bar{y})^2} \quad (3.15)$$

Keterangan:

y = Nilai aktual

y_i = Nilai prediksi

n = Jumlah data

4. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah metrik yang mengukur kesalahan relatif antara nilai prediksi dan nilai aktual dalam bentuk persentase. MAPE banyak digunakan karena interpretasinya yang mudah menunjukkan rata-rata tingkat kesalahan prediksi dalam persen. MAPE sering diberi rentang interpretasi: $MAPE \leq 10\%$ dianggap sangat akurat, 10–20% akurat baik, 20–50% masih diterima, sedangkan $MAPE > 50\%$ menunjukkan akurasi rendah (Üren dan Taşkesen, 2025). MAPE sangat berguna untuk mengevaluasi kinerja model dalam konteks prediksi parameter seismik atau geoteknik, di mana variasi relatif antar data cukup besar. Menurut (Chai dan Draxler, 2014), MAPE efektif digunakan untuk mengevaluasi model regresi dengan skala data yang berbeda-beda karena memberikan representasi kesalahan dalam satuan persentase yang mudah dipahami. Berdasarkan (Khoshvaght dkk., 2025) perhitungan MAPE dapat dirumuskan seperti pada Persamaan 3.16 Berikut.

$$\frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y - y_i}{y} \right| \quad (3.16)$$

Keterangan:

y = Nilai aktual

y_i = Nilai prediksi

n = Jumlah data

5. Kombinasi Metrik Evaluasi dalam Model XGBoost

Dalam praktiknya, penggunaan kombinasi metrik seperti RMSE, R², dan MAPE memberikan gambaran komprehensif terhadap performa model XGBoost.

- RMSE menilai besar rata-rata kesalahan absolut dalam satuan asli data.
- R² menunjukkan seberapa baik model menjelaskan variasi data, dan
- MAPE menilai kesalahan dalam bentuk persentase relatif.

Menurut (Mishra dkk., 2025), evaluasi multi-metrik seperti ini penting untuk aplikasi rekayasa seismik dan geoteknik karena karakteristik data yang sering non-linier, heterogen, serta memiliki rentang nilai yang luas. Dengan penerapan metrik-metrik ini, peneliti dapat memperoleh evaluasi performa model XGBoost yang lebih menyeluruh tidak hanya dalam aspek akurasi numerik, tetapi juga dalam hal stabilitas dan konsistensi prediksi terhadap data seismik di berbagai kondisi tanah.

3.11.6 Permodelan XGBoost

Dalam penelitian ini, algoritma XGBoost (*Extreme Gradient Boosting*) yang dijelaskan pada sub-bab sebelumnya akan diterapkan sebagai metode utama untuk memprediksi respon spektrum multi-periode (MPRS) berdasarkan parameter seismik dan geoteknik. Proses pemodelan dimulai dengan pelatihan (*training*) menggunakan dataset yang terdiri atas data masukan (*input*) dan keluaran (*output*) pada *training set*. Berbeda dengan jaringan saraf tiruan (ANN) yang memanfaatkan lapisan neuron dan algoritma *backpropagation*, XGBoost bekerja dengan membangun serangkaian pohon keputusan (*decision trees*) yang dikombinasikan secara berurutan untuk meminimalkan kesalahan prediksi secara iteratif melalui pendekatan *gradient boosting*.

Secara umum, tahapan pemodelan XGBoost dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Pembuatan Model XGBoost untuk Prediksi Respons Spektrum Multi Periode (MPRS).

Tahap pertama adalah merancang model XGBoost yang digunakan untuk memprediksi nilai respon percepatan spektrum berdasarkan beberapa parameter masukan, seperti magnitudo gempa (M_w), jarak sumber ke lokasi (R), kecepatan gelombang geser rata-rata (V_{s30}), serta karakteristik tanah. Model ini dilatih menggunakan data pelatihan dengan tujuan memperoleh hubungan optimal antara input dan output. Menurut (Chen dan Guestrin, 2016), model XGBoost dibangun secara bertahap dengan menambahkan pohon-pohon kecil (*weak learners*), di mana setiap pohon baru memperbaiki

kesalahan dari model sebelumnya menggunakan gradien dan turunan kedua dari fungsi kerugian (*loss function*).

2. Normalisasi dan Persiapan Data

Sebelum proses pelatihan dilakukan, seluruh data input dan output dinormalisasi untuk menyamakan skala antar variabel sehingga algoritma bekerja lebih efisien dan konvergen lebih cepat. Dua metode normalisasi yang umum digunakan adalah:

- a. *Min-Max Scaling*, yang mentransformasikan data ke dalam rentang 0 hingga 1.
- b. *Standard Scaler*, yang mengubah data menjadi distribusi dengan rata-rata 0 dan simpangan baku 1.

Dalam penelitian ini, dilakukan perbandingan antara kedua metode tersebut untuk menentukan metode yang memberikan hasil paling stabil pada model XGBoost.

3. Pembagian Data dan Pelatihan Model

Dataset dibagi menjadi dua subset, yaitu data latih (*training set*) dan data uji (*testing set*) dengan proporsi tertentu, misalnya 80:20. Dalam literatur machine learning, rasio seperti 80 % data untuk training dan 20 % untuk testing sering digunakan sebagai aturan praktis untuk menjamin bahwa model mendapatkan cukup data untuk belajar pola statistiknya serta memiliki test set yang cukup besar untuk menilai performanya pada data yang belum pernah dilihat (Ulama dkk., 2024). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa pembagian 70/30 atau 80/20 memberikan evaluasi model yang lebih stabil dan mencegah bias estimasi performa klasifikasi maupun regresi (Gholamy dkk., 2018). Empirical dan teori statistik mendukung nilai proporsional tersebut meski rasio optimal dapat berbeda tergantung dataset size dan kompleksitas model. Data latih digunakan untuk membangun model, sedangkan data uji digunakan untuk menilai kemampuan generalisasi model terhadap data baru. Proses pelatihan dilakukan dengan prinsip *gradient boosting*, di mana setiap iterasi menambahkan pohon keputusan baru untuk mengoreksi kesalahan prediksi model sebelumnya hingga konvergensi

tercapai. Menurut (Nielsen, 2016), mekanisme pelatihan ini memungkinkan XGBoost menghasilkan model yang efisien, stabil, dan memiliki kemampuan tinggi dalam menangkap hubungan nonlinier antarparameter geoteknik dan seismik.

4. Penentuan dan Pengujian Parameter Model (*Trial and Error Approach*)

Pemodelan XGBoost melibatkan sejumlah *hyperparameter* penting yang perlu diuji melalui pendekatan trial and error untuk memperoleh hasil prediksi paling optimal. Beberapa *hyperparameter* yang disesuaikan meliputi:

- a. *Learning_rate* (η) berfungsi untuk menentukan kecepatan pembaruan bobot model di setiap iterasi.
- b. *Max_depth* berfungsi untuk mengontrol kedalaman maksimum setiap pohon keputusan.
- c. *N_estimators* adalah jumlah total pohon yang dibangun selama pelatihan.
- d. *Subsample* dan *Colsample_bytree* berfungsi untuk mengatur proporsi sampel data dan fitur yang digunakan untuk menghindari overfitting.
- e. *lambda* (λ) dan *alpha* (α) adalah koefisien regularisasi L2 dan L1 untuk mengontrol kompleksitas model.

Proses tuning dilakukan secara bertahap untuk menemukan kombinasi parameter terbaik berdasarkan hasil evaluasi kinerja model.

5. Evaluasi Model dan Pemilihan *Hyperparameter Optimal*

Setelah model dilatih, kinerjanya dievaluasi menggunakan metrik statistik seperti:

- a. *Root Mean Square Error* (RMSE) berfungsi untuk mengukur rata-rata kesalahan kuadrat antara hasil prediksi dan nilai aktual.
- b. Koefisien Determinasi (R^2) berfungsi untuk menunjukkan seberapa baik model menjelaskan variasi data.
- c. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) berfungsi untuk mengukur persentase rata-rata kesalahan prediksi terhadap nilai sebenarnya.

Pemilihan model terbaik dilakukan berdasarkan nilai RMSE terkecil dan R^2 tertinggi. Selain itu, metode *cross-validation* diterapkan untuk memastikan

model tidak mengalami *overfitting* serta menjaga kemampuan generalisasi terhadap data baru.

6. Implementasi Model dan Analisis Hasil Prediksi

Tahap terakhir adalah penerapan model XGBoost yang telah dilatih untuk melakukan prediksi nilai respon spektrum multi-periode (MPRS) pada dataset yang telah disiapkan. Hasil prediksi dibandingkan dengan data observasi atau hasil analisis empiris untuk menilai keakuratan dan reliabilitas model. Analisis ini bertujuan memastikan bahwa model XGBoost mampu menggambarkan hubungan antara parameter gempa, karakteristik tanah, dan respons spektrum dengan tingkat kesalahan yang minimum.

Proses pemodelan XGBoost dalam penelitian ini menggantikan peran algoritma *backpropagation* pada ANN dengan pendekatan *gradient boosting* berbasis *decision trees*. Melalui proses iteratif, normalisasi data, penentuan *hyperparameter*, dan evaluasi performa model, XGBoost diharapkan mampu menghasilkan model prediksi respons spektrum multi-periode yang akurat, efisien, dan lebih adaptif terhadap variasi data seismik serta kondisi geoteknik yang kompleks

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Tinjauan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan spektrum respons desain multi-periode (MPRS) berdasarkan ketentuan ASCE 7-22 dengan memanfaatkan metode XGBoost. Tahapan penelitian meliputi kajian literatur, pengumpulan data dari sumber terpercaya, analisis data, serta penerapan XGBoost untuk memodelkan hubungan antara parameter input desain dan spektrum respons yang dihasilkan. Dataset yang digunakan mencakup percepatan tanah, periode struktur, dan respons seismik, yang diperoleh dari standar ASCE 7-22 serta dataset historis yang relevan. Hasil penelitian diharapkan dapat mendukung perancangan struktur bangunan yang lebih akurat, efisien, dan sesuai dengan standar terkini.

4.2. Jenis dan Variabel Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model spektrum respons desain multi-periode berdasarkan ketentuan ASCE 7-22 dengan menggunakan metode *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost). Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Variabel bebas
 - a. SS adalah percepatan respons spektral pada periode pendek ($T = 0,2$ detik) untuk kondisi batuan dasar (*bedrock*).
 - b. S1 adalah percepatan respons spektral pada periode 1 detik, juga untuk kondisi batuan dasar.
 - c. VS30 adalah kecepatan gelombang geser rata-rata pada 30 meter lapisan tanah paling atas.
 - d. TL adalah periode transisi untuk respons spektral periode panjang, digunakan terutama pada struktur tinggi dan jembatan.
 - e. *Site Class* adalah klasifikasi kondisi tanah berdasarkan VS30 (kecepatan gelombang geser rata-rata pada 30 meter lapisan tanah atas).

- f. *Seismic Design Category* (SDC) adalah kategori tingkat ketahanan gempa yang harus dipenuhi suatu struktur.
- 2. Variabel Terikat yang ada pada penelitian ini adalah *Spektrum Respons Multi-Periode* pada ASCE 7-22.
- 3. Variabel Kontrol
 - a. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)
MAPE adalah ukuran seberapa besar kesalahan prediksi model dalam bentuk persentase dibanding nilai sebenarnya.
 - b. RMSE (*Root Mean Square Error*)
RMSE mengukur seberapa besar kesalahan prediksi model.
 - c. R^2 (*Coefficient of Determination*)
 R^2 mengukur seberapa baik model dapat menjelaskan variasi data.

4.3. Peralatan Penelitian

Peralatan utama dalam penelitian ini adalah perangkat lunak komputer, dengan beberapa program yang mendukung pelaksanaan penelitian dijelaskan sebagai berikut.

- a. Microsoft Excel, digunakan untuk memproses dan mengelola *dataset* yang berisi parameter desain dan data respons seismik sebelum dijadikan input pada model XGBoost.
- b. Python dan Jupyter Notebook, dimanfaatkan untuk melakukan *Exploratory Data Analysis* (EDA) serta membangun dan melatih model XGBoost untuk memperoleh prediksi spektrum respons desain multi-periode yang optimal.

4.4. Pelaksanaan Penelitian

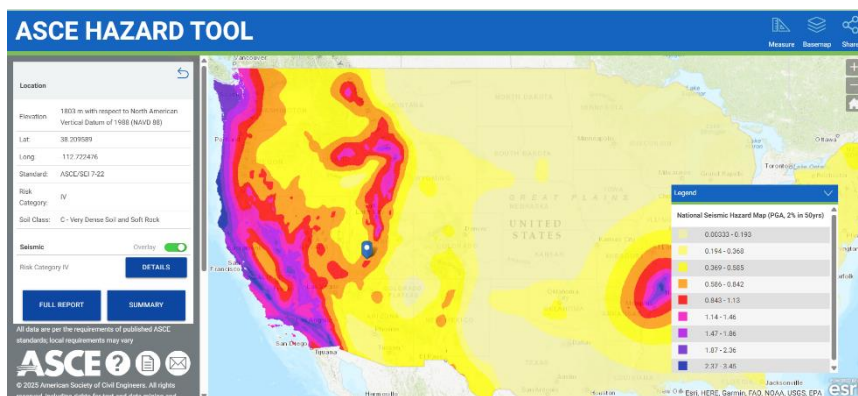
4.4.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan berbagai referensi dan data yang berkaitan dengan spektrum respons seismik serta parameter desain struktur berdasarkan ketentuan ASCE 7-22. Kajian ini juga mencakup pemahaman mengenai konsep, prinsip kerja, dan penerapan algoritma XGBoost (*Extreme*

Gradient Boosting) sebagai metode pembelajaran mesin berbasis *ensemble decision tree*. Melalui pemahaman tersebut, model yang dikembangkan diharapkan mampu memprediksi spektrum respons desain multi-periode secara akurat dengan tingkat kesalahan yang minimal, yang ditunjukkan oleh nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang rendah dan koefisien determinasi (R^2) yang mendekati satu (1).

4.4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan dataset *opensource* yang diperoleh melalui ASCE Hazard Tool, yang berisi data spektrum respons seismik dan parameter desain struktur sesuai dengan ketentuan ASCE 7-22. Data yang dikumpulkan berupa respons spektrum dari empat kategori *Seismic Design Category* (SDC), yaitu A, C, D, dan F. Dari keempat kategori tersebut digunakan tiga jenis tanah, yaitu SC, SD, dan SE. Jumlah total data yang diambil dan digunakan adalah 1440 data, dengan masing-masing SDC diambil sebanyak 120 titik sampel. Perlu dijelaskan bahwa SDC B dan E tidak digunakan dalam penelitian ini karena kategori tersebut tidak tersedia pada fitur klasifikasi yang disediakan oleh ASCE Hazard Tool pada lokasi dan parameter yang diakses, sehingga penelitian dibatasi pada kategori yang secara eksplisit tersedia dalam sistem. Dataset tersebut mencakup informasi mengenai percepatan dasar (PGA), periode struktur, faktor respons seismik, serta data spektrum respons, yang kemudian digunakan sebagai input utama dalam pemodelan XGBoost (*Extreme Gradient Boosting*). Berikut adalah visualisasi wilayah berdasarkan SDC yang digunakan sebagai titik pengambilan sampel sesuai dengan jumlah yang telah disebutkan.



Gambar 4.1 Contoh Pengambilan Data di ASCE Hazard Tool

Berikut penjelasan legenda warna pada gambar ASCE Hazard Tool dan perkiraan kategori SDC (*Seismic Design Category*) yang biasanya terkait dengan besarnya nilai PGA (*Peak Ground Acceleration*), *2% probability in 50 years* dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Penjelasan Warna pada ASCE Hazard Tool

Warna Pada Peta	Rentang PGA (g)	Keterangan Tingkat Bahaya	Perkiraan SDC
Kuning sangat muda	0.00333 - 0.193	Sangat Rendah	A
Kuning muda	0.194 - 0.368	Rendah	A atau C
Kuning tua	0.369 - 0.585	Rendah – Menengah	C atau D
Oranye	0.586 - 0.842	Menengah	D
Merah	0.843 - 1.13	Menengah – Tinggi	D
Merah muda	1.14 - 1.46	Tinggi	D
Ungu muda	1.47 - 1.86	Sangat Tinggi	D
Ungu gelap	1.87 - 2.36	Ekstrem	F
Ungu tua pekat	2.37 - 3.45	Ekstrem Sekali	F

Dataset yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis menggunakan algoritma XGBoost (*Extreme Gradient Boosting*) dengan bantuan perangkat lunak Python dan lingkungan kerja Jupyter Notebook. Proses ini bertujuan untuk mengembangkan model XGBoost yang mampu memprediksi spektrum respons desain multi-periode berdasarkan parameter masukan seperti kondisi seismik, karakteristik tanah, serta parameter desain struktur. Model XGBoost yang dihasilkan selanjutnya digunakan dalam proses optimasi prediksi, sehingga spektrum respons desain yang diperoleh memenuhi ketentuan ASCE 7-22 dan mampu memberikan estimasi respons struktur yang akurat serta andal terhadap variasi kondisi seismik di lapangan. Berikut adalah contoh sampel data yang digunakan dalam penelitian ini ada pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Sampel Data Utama yang Digunakan

No	Site Class	Vs30	PGAM	Two Period				Multi Period																					
				SS	S1	SMS	SM1																						
				0.2	1	0.2	1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
1	C	530	0.41	0.9	0.26	0.98	0.37	0.44	0.45	0.45	0.49	0.6	0.78	0.94	1.07	1.09	1.03	0.95	0.8	0.68	0.48	0.37	0.24	0.18	0.11	0.082	0.064	0.042	0.034
2	D	260	0.45	0.9	0.26	1.08	0.62	0.49	0.49	0.49	0.51	0.57	0.72	0.88	1.06	1.16	1.19	1.2	1.14	1.03	0.78	0.62	0.42	0.31	0.2	0.14	0.11	0.07	0.055
3	E	150	0.42	0.9	0.26	1.14	0.92	0.48	0.49	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87	1.01	1.15	1.25	1.26	1.22	1.01	0.86	0.65	0.51	0.33	0.24	0.19	0.11	0.084
4	C	530	0.4	0.87	0.25	0.95	0.36	0.43	0.43	0.44	0.47	0.59	0.76	0.91	1.04	1.06	1	0.93	0.77	0.65	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.08	0.062	0.042	0.034
5	D	260	0.44	0.87	0.25	1.05	0.6	0.48	0.48	0.48	0.5	0.56	0.7	0.86	1.05	1.13	1.16	1.17	1.11	1.01	0.76	0.6	0.4	0.3	0.19	0.14	0.11	0.069	0.054
6	E	150	0.42	0.87	0.25	1.12	0.89	0.48	0.48	0.47	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87	1.01	1.15	1.23	1.24	1.19	0.99	0.84	0.63	0.5	0.32	0.23	0.18	0.11	0.083
7	C	530	0.41	0.89	0.25	0.97	0.36	0.44	0.44	0.45	0.48	0.6	0.77	0.93	1.06	1.08	1.02	0.94	0.79	0.67	0.48	0.36	0.24	0.18	0.11	0.081	0.063	0.042	0.034
8	D	260	0.45	0.89	0.25	1.07	0.61	0.48	0.49	0.49	0.5	0.57	0.71	0.87	1.06	1.15	1.18	1.19	1.13	1.03	0.77	0.61	0.41	0.31	0.2	0.14	0.11	0.07	0.055
9	E	150	0.42	0.89	0.25	1.13	0.91	0.48	0.48	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87	1.01	1.15	1.25	1.26	1.21	1.01	0.86	0.64	0.51	0.33	0.24	0.18	0.11	0.084
10	C	530	0.4	0.88	0.25	0.96	0.36	0.44	0.44	0.44	0.48	0.59	0.76	0.92	1.05	1.07	1.01	0.94	0.78	0.66	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.081	0.063	0.042	0.034
11	D	260	0.44	0.88	0.25	1.06	0.61	0.48	0.48	0.49	0.5	0.56	0.71	0.87	1.05	1.14	1.17	1.18	1.12	1.02	0.77	0.61	0.41	0.31	0.2	0.14	0.11	0.07	0.054
12	E	150	0.42	0.88	0.25	1.13	0.9	0.48	0.48	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87	1.01	1.15	1.24	1.25	1.2	1	0.85	0.63	0.5	0.33	0.24	0.18	0.11	0.083
13	C	530	0.4	0.88	0.25	0.96	0.36	0.44	0.44	0.44	0.48	0.59	0.76	0.92	1.05	1.07	1.01	0.93	0.78	0.66	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.08	0.063	0.042	0.034
14	D	260	0.44	0.88	0.25	1.06	0.61	0.48	0.48	0.49	0.5	0.56	0.71	0.87	1.05	1.14	1.17	1.18	1.11	1.01	0.77	0.61	0.41	0.3	0.19	0.14	0.11	0.07	0.054
15	E	150	0.42	0.88	0.25	1.12	0.9	0.48	0.48	0.48	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87	1.01	1.15	1.24	1.25	1.2	1	0.85	0.63	0.5	0.33	0.23	0.18	0.11	0.083
16	C	530	0.4	0.88	0.25	0.96	0.36	0.44	0.44	0.44	0.48	0.59	0.76	0.92	1.05	1.07	1.01	0.93	0.78	0.66	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.08	0.063	0.042	0.034
17	D	260	0.44	0.88	0.25	1.06	0.61	0.48	0.48	0.49	0.5	0.56	0.71	0.87	1.05	1.14	1.17	1.18	1.11	1.01	0.76	0.61	0.41	0.3	0.19	0.14	0.11	0.07	0.054
18	E	150	0.42	0.88	0.25	1.12	0.9	0.48	0.48	0.48	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87	1.01	1.15	1.24	1.25	1.2	1	0.85	0.63	0.5	0.33	0.23	0.18	0.11	0.083
19	C	530	0.41	0.89	0.25	0.97	0.36	0.44	0.44	0.45	0.48	0.6	0.77	0.93	1.06	1.08	1.02	0.94	0.79	0.67	0.48	0.36	0.24	0.17	0.11	0.081	0.063	0.042	0.034
20	D	260	0.45	0.89	0.25	1.07	0.61	0.48	0.49	0.49	0.5	0.57	0.71	0.87	1.06	1.15	1.18	1.19	1.13	1.02	0.77	0.61	0.41	0.31	0.2	0.14	0.11	0.07	0.49
21	E	150	0.42	0.89	0.25	1.13	0.91	0.48	0.48	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87	1.01	1.15	1.25	1.26	1.21	1.01	0.86	0.64	0.51	0.33	0.24	0.18	0.11	0.083
22	C	530	0.41	0.89	0.26	0.98	0.36	0.44	0.44	0.45	0.49	0.6	0.78	0.93	1.07	1.08	1.02	0.95	0.79	0.67	0.48	0.36	0.24	0.18	0.11	0.081	0.063	0.042	0.034
23	D	260	0.45	0.89	0.26	1.07	0.62	0.49	0.49	0.49	0.5	0.57	0.71	0.87	1.06	1.15	1.18	1.19	1.13	1.03	0.78	0.62	0.41	0.31	0.2	0.14	0.11	0.07	0.055
24	E	150	0.42	0.89	0.26	1.13	0.91	0.48	0.48	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87	1.01	1.15	1.25	1.26	1.21	1.01	0.86	0.64	0.51	0.33	0.24	0.18	0.11	0.083
25	C	530	0.4	0.89	0.25	0.97	0.36	0.44	0.44	0.45	0.48	0.59	0.77	0.92	1.06	1.08	1.02	0.94	0.79	0.67	0.47	0.36	0.24	0.17	0.11	0.081	0.063	0.042	0.034
26	D	260	0.45	0.89	0.25	1.07	0.61	0.48	0.48	0.49	0.5	0.57	0.71	0.87	1.05	1.15	1.17	1.19	1.12	1.02	0.77	0.61	0.41	0.31	0.2	0.14	0.11	0.07	0.054
27	E	150	0.42	0.89	0.25	1.13	0.91	0.48	0.48	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87	1.01	1.15	1.24	1.25	1.2	1	0.85	0.64	0.5	0.33	0.24	0.18	0.11	0.083
28	C	530	0.4	0.87	0.25	0.95	0.35	0.43	0.43	0.44	0.47	0.59	0.76	0.91	1.04	1.06	1	0.93	0.77	0.65	0.47	0.35	0.23	0.17	0.11	0.08	0.062	0.042	0.034
29	D	260	0.44	0.87	0.25	1.05	0.6	0.48	0.48	0.48	0.5	0.56	0.7	0.86	1.04	1.13	1.16	1.17	1.11	1.01	0.76	0.6	0.4	0.3	0.19	0.14	0.11	0.069	0.054
30	E	150	0.42	0.87	0.25	1.12	0.89	0.47	0.48	0.47	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87	1.01	1.15	1.23	1.24	1.19	0.99	0.84	0.63	0.5	0.32	0.23	0.18	0.11	0.083

4.4.3 *Exploratory Data Analysis (EDA)*

Tahapan *Exploratory Data Analysis (EDA)* dilakukan untuk memahami karakteristik dan distribusi data sebelum diterapkan ke dalam model XGBoost. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola umum, hubungan antarvariabel, serta mendeteksi keberadaan nilai ekstrem (*outlier*) atau data yang hilang (*missing values*). Analisis dilakukan dengan memanfaatkan teknik visualisasi seperti histogram, *boxplot*, *scatter plot*, dan *pair plot*, serta menggunakan analisis statistik deskriptif seperti nilai rata-rata (*mean*), median, simpangan baku (*standard deviation*), dan rentang (*range*). Hasil dari tahap EDA digunakan sebagai dasar dalam menentukan strategi *data preprocessing* yang sesuai, memastikan bahwa data yang akan digunakan dalam proses pelatihan model XGBoost memiliki kualitas dan konsistensi yang baik.

4.4.4 *Data Preprocessing*

Tahapan data preprocessing merupakan langkah penting sebelum pelatihan model. Proses ini dilakukan untuk menyiapkan data agar lebih optimal digunakan oleh algoritma XGBoost. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:

1. Penanganan Data Hilang (*Missing Value Handling*)
2. Pemisahan Fitur dan Target (*Feature Target Separation*)
3. Normalisasi Data (*Data Normalization*)
4. Pembagian Data (*Data Splitting*)

4.4.5 Penentuan Parameter Respons Spektrum Multi-Periode

Tahap awal penelitian ini dilakukan dengan menentukan parameter masukan (*input features*) yang akan digunakan dalam pengembangan model prediksi spektrum respons desain multi-periode (MPRS) berbasis algoritma XGBoost (*Extreme Gradient Boosting*). Penentuan parameter ini difokuskan pada variasi faktor seismik dan karakteristik struktur yang berpengaruh terhadap bentuk spektrum respons. Parameter yang digunakan meliputi percepatan dasar (PGA), periode getar struktur (T), kecepatan gelombang geser rata-rata (Vs30), serta faktor respons seismik, yang seluruhnya disesuaikan dengan ketentuan dalam standar ASCE 7-22. Data tersebut kemudian dijadikan sebagai variabel input utama dalam proses pelatihan model XGBoost untuk menghasilkan prediksi nilai spektrum

respons desain multi-periode yang akurat dan representatif terhadap kondisi seismik actual.

4.4.6 Perancangann Pemodelan XGBoost

Pemodelan XGBoost (*Extreme Gradient Boosting*) dilakukan dengan menerapkan prinsip *gradient boosting optimization* sebagaimana dijelaskan pada Subbab 3.11.2, menggunakan algoritma berbasis *ensemble decision trees* yang telah dijabarkan pada Subbab 3.11.1. Secara umum, proses pemodelan ini mencakup tahapan utama yang meliputi pengolahan data masukan (input), pelatihan model, validasi hasil, serta evaluasi performa prediksi terhadap spektrum respons desain multi-periode berdasarkan ketentuan ASCE 7-22.

1. Input Data Masukan dan Keluaran

Tahap awal pemodelan XGBoost dimulai dengan menyiapkan data masukan dan keluaran yang akan digunakan dalam proses pelatihan model. Data input terdiri atas parameter-parameter seismik dan geoteknik, meliputi percepatan dasar (PGA), periode struktur (T), kecepatan gelombang geser rata-rata (Vs30), serta parameter respons seismik seperti nilai SS, S1, dan TL. Sementara itu, data output berupa nilai spektrum respons desain multi-periode (MPRS) yang dihitung berdasarkan standar ASCE 7-22. Proses ini penting untuk memastikan bahwa model XGBoost dapat mempelajari hubungan nonlinier antara parameter masukan dan keluaran dengan baik. Tabel 4.2 berikut menunjukkan struktur komponen input dan output yang digunakan dalam pemodelan XGBoost.

Tabel 4.3 Struktur Pemodelan XGBoost

Variabel	Komponen
A	Input parameter utama respons spektrum dual-periode yaitu: SS, S1, TL, SMS, SM1
B	Input parameter jenis tanah : PGA_M , Vs30, SDC
C	Output dengan hasil respon spektrum multi-periode

2. Menentukan Persentase Data *Training* dan *Testing*

Langkah berikutnya adalah menentukan proporsi data yang digunakan untuk proses pelatihan (*training*) dan pengujian (*testing*). Sebagian besar data dialokasikan untuk pelatihan agar model XGBoost dapat mengenali pola hubungan antarvariabel secara optimal. Data testing digunakan untuk mengukur kemampuan generalisasi model terhadap data baru yang tidak termasuk dalam proses pelatihan. Dalam penelitian ini, dataset spektrum respons dibagi dengan proporsi 80% untuk training dan 20% untuk testing.

3. Penetapan dan Penyetelan *Hyperparameter* XGBoost

Pemilihan dan penyetelan *hyperparameter* merupakan tahap penting dalam pemodelan XGBoost karena menentukan kinerja model secara keseluruhan. Beberapa *hyperparameter* utama yang diuji dalam penelitian ini meliputi:

- a. *learning_rate* (η): mengontrol laju pembaruan bobot model di setiap iterasi
- b. *max_depth*: menentukan kedalaman maksimum pohon keputusan
- c. *n_estimators*: jumlah pohon yang dibangun dalam proses boosting
- d. *subsample* dan *colsample_bytree*: proporsi data dan fitur yang digunakan untuk mencegah overfitting
- e. *lambda* (λ) dan *alpha* (α): koefisien regularisasi L2 dan L1 yang mengontrol kompleksitas model

Proses tuning dilakukan menggunakan pendekatan trial and error, serta dibantu dengan metode *Grid Search* dan *Cross-Validation* untuk menemukan kombinasi parameter yang menghasilkan performa terbaik.

4. Pelatihan Model (*Training Model*)

Berdasarkan pembagian data yang telah ditentukan, model XGBoost dilatih dengan dataset *training* menggunakan prinsip gradient boosting. Setiap iterasi pelatihan menambahkan satu pohon keputusan baru untuk memperbaiki kesalahan prediksi (*residual error*) dari model sebelumnya hingga mencapai konvergensi. Selama proses pelatihan, nilai kesalahan (*loss*) dihitung menggunakan fungsi *Root Mean Square Error* (RMSE), dan hasilnya dibandingkan dengan data validasi untuk memantau kinerja model.

Model XGBoost yang dianggap optimal adalah model yang memiliki:

- a. Nilai $R^2 > 0,90$, menunjukkan tingkat kesesuaian prediksi yang tinggi.
- b. Nilai MAPE $< 10\%$, menandakan kesalahan rata-rata yang rendah.
- c. Nilai RMSE kecil, menunjukkan *error* prediksi yang minimal.

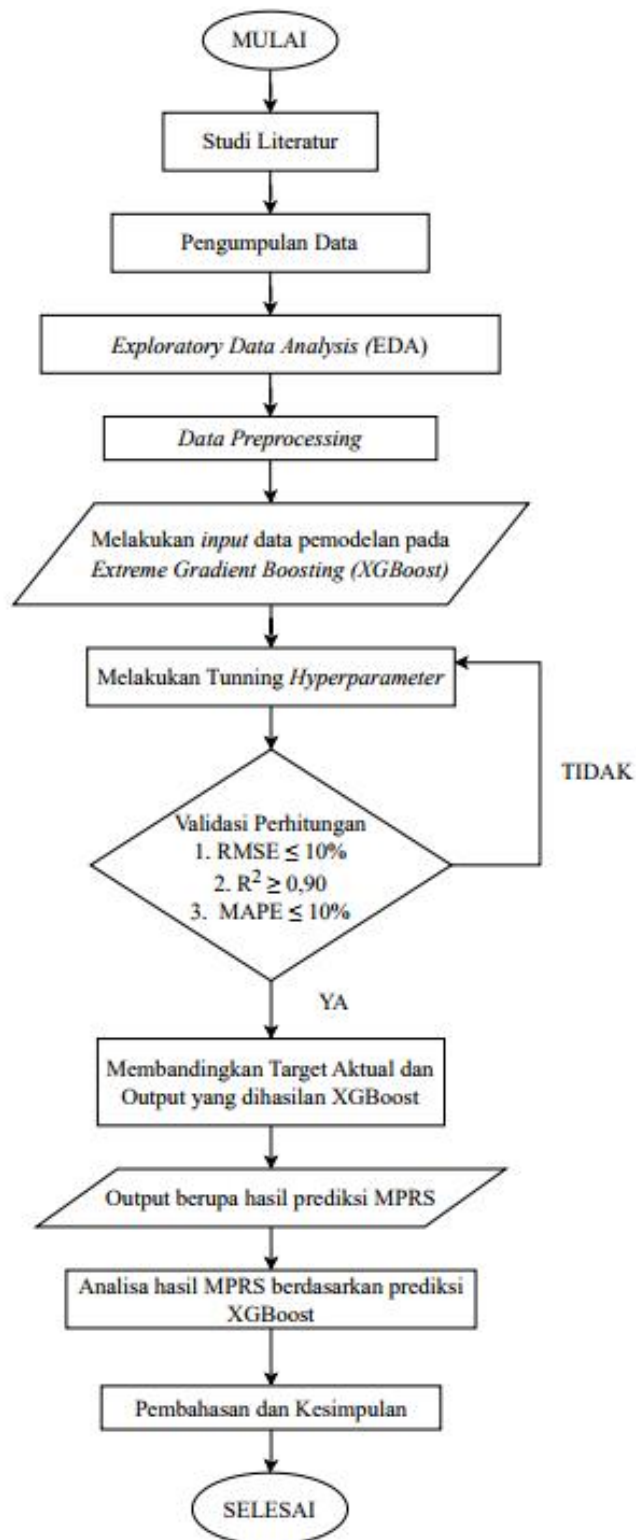
Model yang memenuhi kriteria tersebut dinilai mampu merepresentasikan hubungan nonlinier antara parameter seismik, geoteknik, dan periode struktur dengan baik, serta menghasilkan prediksi spektrum respons desain multi-periode yang akurat sesuai ketentuan ASCE 7-22.

4.4.7 Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir penelitian ini adalah menyusun kesimpulan berdasarkan hasil pemodelan dan analisis kinerja algoritma XGBoost terhadap prediksi spektrum respons desain multi-periode (MPRS) sesuai ASCE 7-22. Kesimpulan difokuskan pada tingkat akurasi model, efektivitas penerapan algoritma XGBoost dalam menangani hubungan nonlinier antarparameter, serta keandalan model dalam memperkirakan respons struktur terhadap beban seismik. Selain itu, disusun pula saran untuk penelitian selanjutnya, antara lain dengan memperluas cakupan dataset, menambahkan variabel geoteknik lain, seperti densitas dan kedalaman lapisan tanah, serta menguji pendekatan ensemble hybrid dengan kombinasi algoritma lain seperti *Random Forest* atau *LightGBM* untuk meningkatkan ketepatan hasil prediksi.

4.5. Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan bagan alir yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Alir Penelitian

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Pembuatan Model *Extreme Gradient Boosting*

Pada subbab ini akan dijelaskan tahapan pengembangan model *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost). Model XGBoost dimanfaatkan untuk mempelajari hubungan antara parameter respons spektrum dua periode dan respons spektral pada berbagai periode, sehingga memungkinkan dilakukan transformasi dari spektrum dua periode menjadi spektrum respons multi-periode. Proses pemodelan dilakukan menggunakan dataset yang telah disiapkan sebelumnya dan mengikuti alur penelitian yang telah dijelaskan pada Bab IV.

Tahapan penelitian meliputi proses pemuatan data (*loading data*), eksplorasi data awal (*exploratory data analysis*), serta pra-pemrosesan data untuk memastikan kualitas dan kesiapan data sebelum digunakan dalam pemodelan. Selanjutnya, dilakukan pembangunan model XGBoost dengan beberapa variasi parameter (*hyperparameter tuning*) untuk memperoleh performa prediksi yang optimal. Model dengan nilai kesalahan (*error*) paling rendah dan kinerja terbaik kemudian dipilih sebagai model akhir, yang selanjutnya digunakan untuk memprediksi dan membentuk respons spektrum multi-periode pada subbab 5.4.

5.2 *Exploratory Data Analysis* (EDA)

Exploratory Data Analysis (EDA) dilakukan untuk mengetahui karakteristik awal dari data yang digunakan sebelum masuk ke tahap pemodelan. Pada proses ini dilakukan pemeriksaan terhadap distribusi data seismik, hubungan antar variabel seismik, serta potensi adanya *outlier*.

Selain itu, visualisasi seperti *histogram*, *boxplot*, serta *correlation matrix* dimanfaatkan untuk melihat pola dan ketergantungan antar variabel. Melalui EDA diperoleh gambaran umum mengenai kualitas dan pola data sehingga dapat menentukan langkah pre-processing yang tepat, seperti normalisasi, imputasi nilai hilang, penghapusan *outlier*, pemilihan feature engineering, dan strategi arsitektur

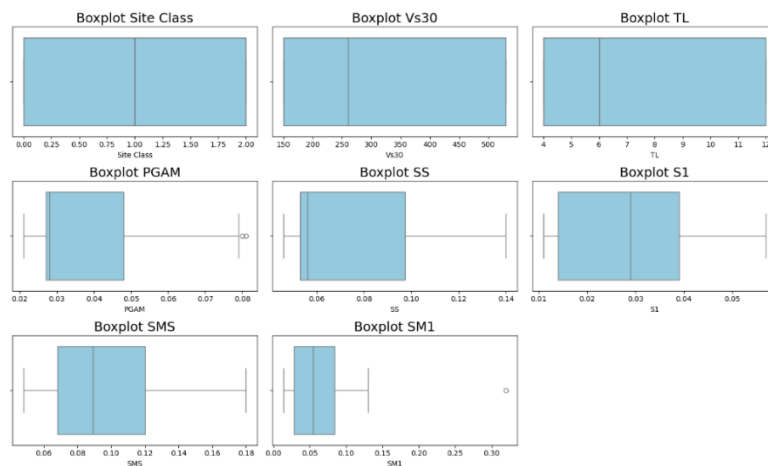
model, termasuk pemilihan metode *Multi-Output Regression*, *Neural Network*, atau algoritma berbasis *ensemble* seperti XGBoost, yang mampu memprediksi spektrum respons secara simultan pada seluruh rentang periode sesuai ketentuan spektrum desain seismik ASCE/SEI 7-22

5.2.1 Exploratory Data Analysis SDC-A

Exploratory Data Analysis (EDA) untuk kategori SDC-A dilakukan untuk mengetahui karakteristik awal parameter seismik sebelum masuk ke tahap pemodelan spektrum multi-periode. Pada tahap ini diamati persebaran nilai, potensi *outlier*, distribusi data, serta hubungan antar variabel seismik yang berpengaruh terhadap parameter respons spektrum pada wilayah dengan tingkat bahaya seismik rendah.

1. Potensi *Outlier* dan Penyebaran Data pada SDC-A

Salah satu analisis visual pada data seismik kategori SDC-A ditampilkan dalam bentuk boxplot. Boxplot memberikan gambaran mengenai sebaran data dari setiap variabel input yang digunakan, seperti Site Class, TL, Ss, S1, SMS, SM1, PGAM, dan Vs30. Visualisasi ini memberikan pemahaman awal mengenai variasi data pada wilayah dengan tingkat bahaya gempa rendah, sekaligus mengidentifikasi keberadaan data pencilan (*outliers*). Salah satu analisis visual pada data seismik kategori SDC-A ditampilkan dalam bentuk boxplot. Boxplot dapat dilihat pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Boxplot Seismic Design Category A

Sebaran data untuk kategori SDC-A divisualisasikan dalam bentuk boxplot sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.1. Boxplot ini menampilkan variasi setiap parameter input yang digunakan, yaitu Site Class, Vs30, TL, PGAM, Ss, S1, SMS, dan SM1. Pada setiap boxplot, garis horizontal di tengah kotak menunjukkan nilai median dari masing-masing variabel, sedangkan kotak menggambarkan interquartile range (IQR), yaitu rentang antara kuartil pertama dan kuartil ketiga. Garis whisker menunjukkan batas bawah dan atas data yang masih dianggap wajar, sedangkan titik-titik yang berada di luar whisker mengindikasikan keberadaan data ekstrem (*outlier*).

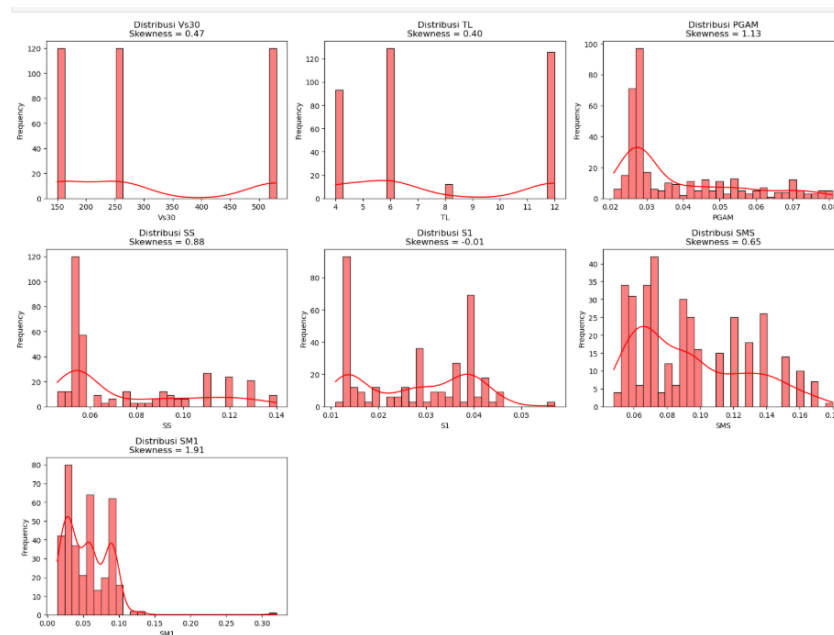
- a. Site Class: Boxplot Site Class menunjukkan sebaran data yang relatif terbatas dan diskrit, mencerminkan klasifikasi jenis tanah yang bersifat kategorikal. Tidak terlihat adanya *outlier* yang signifikan karena nilai Site Class merepresentasikan kelas tanah tertentu, bukan variabel kontinu. Hal ini menunjukkan bahwa variasi Site Class pada SDC-A masih berada dalam rentang klasifikasi yang wajar.
- b. Vs30: Variabel Vs30 memiliki rentang yang cukup lebar, dengan median berada pada nilai menengah. Sebaran ini menunjukkan adanya variasi kondisi tanah dari sedang hingga relatif keras, namun tanpa *outlier* ekstrem yang signifikan.
- c. TL: Boxplot TL memperlihatkan median yang cenderung ke nilai rendah–menengah dengan rentang data yang cukup terbatas. Hal ini menunjukkan periode transisi struktur relatif konsisten pada wilayah dengan tingkat bahaya gempa rendah.
- d. PGAM: PGAM memiliki sebaran yang relatif sempit dengan median rendah. Terdapat sedikit nilai tinggi di ujung whisker yang mengindikasikan kemungkinan kejadian percepatan tanah maksimum yang lebih besar, namun secara umum tingkat bahaya masih rendah.
- e. Ss: Parameter SS memiliki sebaran data yang lebih lebar dibanding PGAM, dengan whisker atas yang lebih panjang. Meskipun demikian, *outlier* ekstrem tidak terlihat secara dominan. Hal ini menunjukkan

adanya variasi respons spektral periode pendek, namun masih dalam batas yang dapat diterima untuk kategori seismik rendah

- f. S1: Distribusi S1 cenderung lebih sempit dibanding SS, dengan median berada pada nilai rendah. Tidak ditemukan *outlier* signifikan, yang mengindikasikan bahwa respons spektral periode 1 detik relatif stabil dan tidak menunjukkan pengaruh kejadian ekstrem
- g. SMS: Boxplot SMS menunjukkan sebaran data yang cukup lebar dengan whisker atas yang panjang, mencerminkan variasi respons spektral yang lebih besar. Namun, nilai-nilai tersebut masih berada dalam batas wajar dan tidak menunjukkan *outlier* yang bersifat anomali
- h. SM1: Variabel SM1 memiliki sebaran yang paling tidak simetris, dengan mayoritas data berada pada nilai rendah dan terdapat satu *outlier* bernilai tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa respons spektral periode panjang umumnya kecil, namun pada kondisi tertentu dapat meningkat secara signifikan.

2. Distribusi Variabel Seismik pada SDC-A

Distribusi masing-masing variabel seismik pada kategori SDC-A ditampilkan dalam bentuk histogram. Histogram membantu memberikan gambaran awal mengenai karakteristik distribusi data pada parameter seismik, seperti kecenderungan nilai yang dominan, adanya kemiringan distribusi (*skewness*), serta potensi nilai ekstrem. Selain itu, histogram juga memberikan indikasi awal apakah distribusi data mendekati distribusi normal atau tidak. Informasi ini menjadi penting karena karakteristik distribusi data dapat memengaruhi proses pemodelan selanjutnya, khususnya dalam pemilihan metode *Machine Learning* dan perlakuan data yang diperlukan. Dengan demikian, analisis histogram pada tahap EDA berperan sebagai dasar dalam memahami struktur data seismik sebelum dilakukan pemodelan spektrum respons multi-periode. Histogram distribusi parameter SDC-A dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Histogram Seismic Design Category A

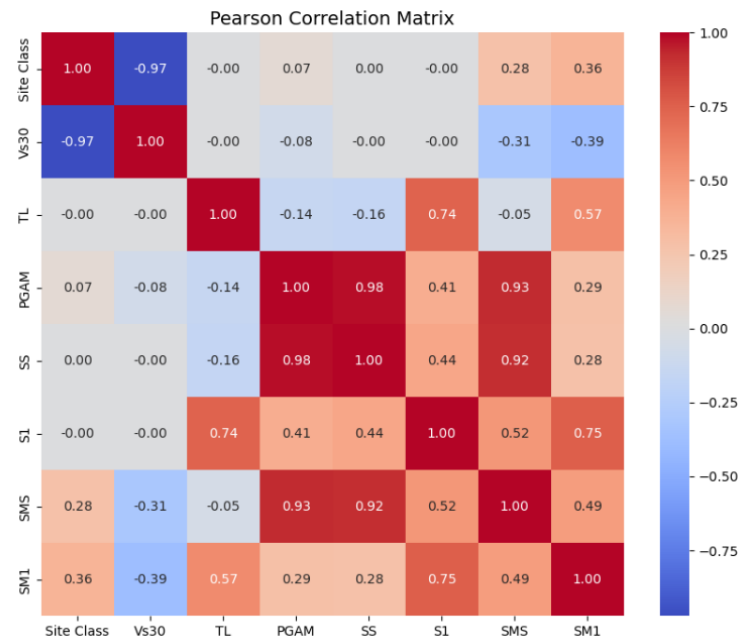
Dari Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa distribusi data beberapa variabel menunjukkan kecenderungan yang berbeda. Berikut ini merupakan deskripsi singkat dari masing-masing variabel seismik yang divisualisasikan:

- Vs30**: Distribusi Vs30 memiliki *skewness* positif sedang (0,47), yang menunjukkan sebaran data cenderung memanjang ke arah nilai Vs30 yang lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan variasi kondisi tanah yang cukup beragam, meskipun sebagian besar data berada pada rentang nilai menengah.
- TL**: Variabel TL menunjukkan *skewness* positif ringan (0,40). Nilai TL relatif terkonsentrasi pada kisaran tertentu dengan sedikit kecenderungan ke arah nilai yang lebih besar, menandakan variasi periode transisi yang masih terbatas.
- PGAM**: Distribusi PGAM memiliki *skewness* positif kuat (1,13), yang menunjukkan sebagian besar data berada pada nilai percepatan tanah maksimum yang rendah, dengan ekor distribusi ke arah nilai yang lebih tinggi. Kondisi ini mencerminkan tingkat bahaya gempa yang relatif rendah dengan beberapa kejadian ekstrem.

- d. Ss: Histogram SS menunjukkan *skewness* positif cukup besar (0,88). Nilai SS didominasi oleh nilai kecil, namun terdapat beberapa data dengan nilai lebih tinggi yang menyebabkan distribusi tidak simetris. Hal ini menunjukkan variasi respons spektral periode pendek yang masih terbatas.
- e. S1: Distribusi S1 memiliki *skewness* mendekati nol (-0,01), yang menandakan sebaran data relatif simetris. Nilai S1 tersebar cukup merata di sekitar nilai tengah, menunjukkan respons spektral periode 1 detik yang relatif konsisten.
- f. SMS: Variabel SMS menunjukkan *skewness* positif sedang (0,65). Distribusi ini mengindikasikan dominasi nilai menengah dengan kecenderungan ekor ke arah nilai yang lebih besar, akibat pengaruh kombinasi SS dan faktor amplifikasi tanah.
- g. SM1: Distribusi SM1 memiliki *skewness* positif sangat kuat (1,91). Sebagian besar data berada pada nilai rendah, namun terdapat beberapa nilai ekstrem yang cukup tinggi. Pola ini menunjukkan respons spektral periode panjang umumnya kecil, tetapi pada kondisi tertentu dapat meningkat secara signifikan.

3. Korelasi antar Variabel Seismik pada SDC-A

Salah satu cara untuk memahami hubungan antar variabel seismik dalam dataset adalah dengan menganalisis matriks korelasi yang disajikan dalam bentuk heatmap. Korelasi menunjukkan seberapa kuat perubahan pada satu variabel berkaitan dengan perubahan pada variabel lainnya. Melalui visualisasi ini, hubungan antar parameter seismik dapat diamati secara lebih jelas dan mudah dipahami. Matriks korelasi memberikan informasi penting mengenai keterkaitan antar variabel prediktor seismik, seperti Vs30, TL, SS, S1, PGAM, SMS, dan SM1, serta hubungan antar parameter respons spektral. Pola korelasi yang muncul membantu mengidentifikasi variabel-variabel yang memiliki hubungan sangat kuat, yang menandakan adanya kemiripan informasi, maupun variabel dengan hubungan lemah hingga sedang. Matriks korelasi dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Matrix Korelasi Seismic Design Category A

Analisis Matrix Korelasi:

- a. Hubungan Parameter Tanah (Site Class dan Vs30)
 Site Class menunjukkan korelasi negatif sangat kuat dengan Vs30 ($r = -0,97$). Hubungan ini mencerminkan definisi dasar klasifikasi tanah, di mana peningkatan nilai Vs30 (tanah lebih kaku) berkaitan langsung dengan kelas tanah yang lebih baik. Korelasi kuat ini menegaskan konsistensi data dan validitas klasifikasi Site Class pada SDC-A. Dalam SNI 1726:2019 melalui konsep kelas situs (Site Class), nilai Vs30 digunakan sebagai parameter utama dalam penentuan kelas situs.
- b. Hubungan Parameter Percepatan dan Respons Spektral Pendek
 PGAM memiliki korelasi sangat kuat dengan SS ($r = 0,98$) dan SMS ($r = 0,93$). Hal ini menunjukkan bahwa percepatan tanah maksimum sangat berkaitan dengan respons spektral periode pendek, yang secara fisik merepresentasikan respons struktur kaku atau berperiode pendek terhadap guncangan gempa. Korelasi kuat ini juga mengindikasikan bahwa variabel-variabel tersebut memiliki pola peningkatan bersama, semakin tinggi nilai PGAM, semakin besar pula nilai SS dan SMS.

c. Hubungan Parameter Periode Panjang

Parameter TL menunjukkan korelasi kuat dengan S1 ($r = 0,74$) dan korelasi sedang dengan SM1 ($r = 0,57$). Hubungan ini mencerminkan bahwa periode transisi panjang sangat berpengaruh terhadap respons spektral pada periode 1 detik dan periode yang lebih panjang. Artinya, pada daerah dengan periode transisi yang lebih panjang (tanah lunak), nilai S1 cenderung meningkat. Fenomena ini menggambarkan pengaruh karakteristik tanah yang memperpanjang respons struktur terhadap periode panjang.

d. Hubungan Antar Respons Spektral

Korelasi antara SS dan SMS sangat kuat ($r = 0,92$), serta korelasi antara S1 dan SM1 juga cukup kuat ($r = 0,75$). Pola ini menunjukkan konsistensi transformasi parameter spektral desain, di mana SMS dan SM1 merupakan turunan langsung dari SS dan S1 dengan mempertimbangkan faktor situs.

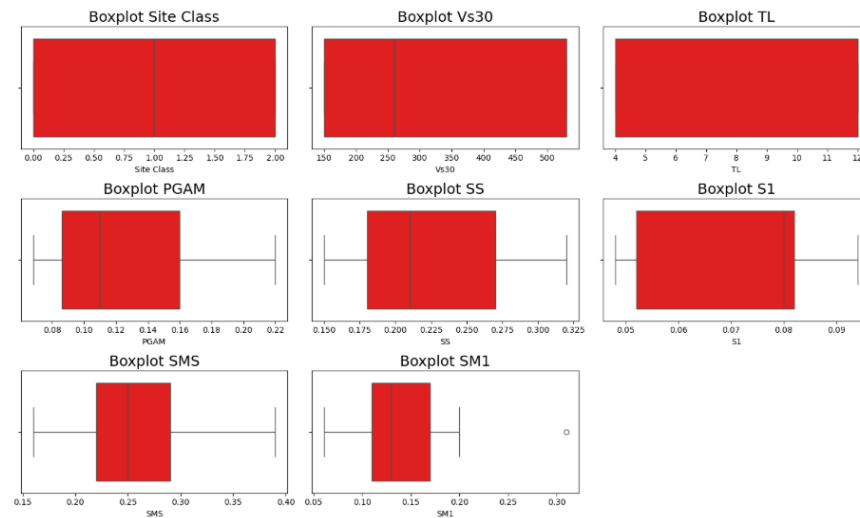
e. Hubungan Parameter Tanah terhadap Respons Spektral

Vs30 menunjukkan korelasi negatif sedang terhadap SMS ($r = -0,31$) dan SM1 ($r = -0,39$). Hal ini mengindikasikan bahwa tanah yang lebih kaku cenderung menghasilkan respons spektral yang lebih kecil, meskipun pengaruhnya tidak terlalu dominan pada kategori SDC-A.

5.2.2 Exploratory Data Analysis SDC-C

1. Potensi *Outlier* dan Penyebaran Data pada SDC-C

Salah satu analisis visual awal pada data seismik kategori SDC-C disajikan dalam bentuk boxplot. Visualisasi ini digunakan untuk melihat sebaran data dari setiap variabel seismik yang dianalisis. Melalui boxplot, dapat diperoleh gambaran awal mengenai tingkat variasi data serta keberadaan data pencilan (*outlier*) yang berpotensi memengaruhi analisis lanjutan. Boxplot distribusi variabel seismik pada SDC-C ditunjukkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Boxplot Seismic Design Category C

Berikut ini merupakan deskripsi singkat dari masing-masing variabel seismik yang divisualisasikan:

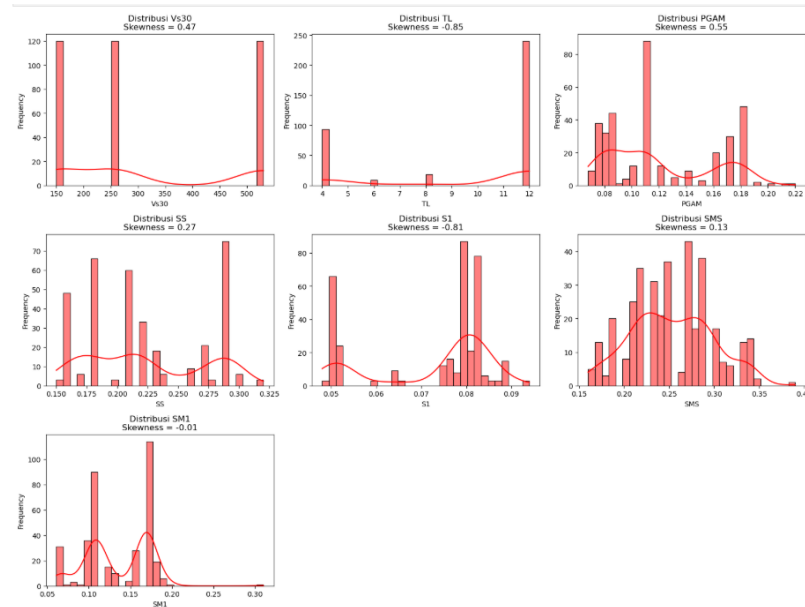
- a. Site Class: Pada Site Class, boxplot menunjukkan rentang nilai yang terbatas dan relatif merata. Hal ini mencerminkan bahwa klasifikasi tanah pada SDC-C didominasi oleh beberapa kelas tertentu, sesuai dengan karakteristik wilayah dengan tingkat bahaya gempa menengah.
- b. Vs30: Variabel Vs30 memperlihatkan sebaran data yang cukup lebar, menandakan adanya variasi kondisi tanah dari yang relatif lunak hingga cukup kaku. Median Vs30 berada di kisaran menengah, yang menunjukkan bahwa sebagian besar lokasi pada SDC-C memiliki karakteristik tanah sedang.
- c. TL: Boxplot TL menunjukkan distribusi yang relatif stabil tanpa adanya *outlier* yang mencolok. Rentang nilai TL yang cukup lebar mengindikasikan variasi periode transisi panjang yang masih wajar pada wilayah SDC-C.
- d. PGAM: Untuk PGAM, terlihat bahwa data tersebar cukup merata dengan median berada di tengah kotak. Whisker yang memanjang ke atas menunjukkan adanya variasi percepatan tanah maksimum, namun tidak ditemukan *outlier* ekstrem, sehingga sebaran PGAM masih mencerminkan kondisi seismik menengah.

- e. SS: Variabel SS menunjukkan sebaran data yang relatif stabil dengan nilai median berada cukup dekat ke tengah kotak. Hal ini menandakan bahwa respons spektral periode pendek pada wilayah SDC-C cenderung konsisten dan tidak terlalu dipengaruhi oleh nilai ekstrem. Rentang interkuartil yang moderat menunjukkan variasi SS masih dalam batas yang wajar, mencerminkan karakteristik respons struktur berperiode pendek yang relatif seragam pada tingkat bahaya seismik menengah.
- f. S1: Sementara itu, variabel S1 memperlihatkan pola sebaran yang sedikit berbeda dibandingkan SS. Meskipun median S1 juga berada di dalam rentang interkuartil, posisi median yang agak bergeser menunjukkan adanya variasi yang lebih besar pada respons spektral periode 1 detik. Kondisi ini mengindikasikan bahwa struktur berperiode menengah hingga panjang pada wilayah SDC-C mengalami variasi respons yang lebih beragam, meskipun belum menunjukkan dominasi nilai ekstrem yang signifikan.
- g. SMS: Pada SMS, boxplot memperlihatkan sebaran data yang cukup lebar dengan median di kisaran menengah. Hal ini menunjukkan adanya variasi respons spektral desain yang dipengaruhi oleh kondisi tanah, namun masih dalam batas yang wajar.
- h. SM1: Sementara itu, SM1 menunjukkan adanya satu nilai pencilan (*outlier*) di sisi atas. Keberadaan *outlier* ini mengindikasikan bahwa pada beberapa lokasi tertentu, respons spektral periode panjang dapat bernilai lebih tinggi dibandingkan mayoritas data, meskipun secara umum sebaran SM1 masih terkonsentrasi pada rentang menengah.

2. Distribusi Variabel Seismik pada SDC-C

Distribusi masing-masing variabel seismik pada kategori SDC-C ditampilkan dalam bentuk histogram. Histogram digunakan untuk menunjukkan sebaran frekuensi nilai setiap variabel dalam dataset. Melalui visualisasi ini, dapat dilihat kecenderungan distribusi data, termasuk apakah data mendekati distribusi normal atau memiliki pola tertentu yang dapat memengaruhi proses

pemodelan selanjutnya. Histogram distribusi variabel seismik ditunjukkan pada gambar 5.5.

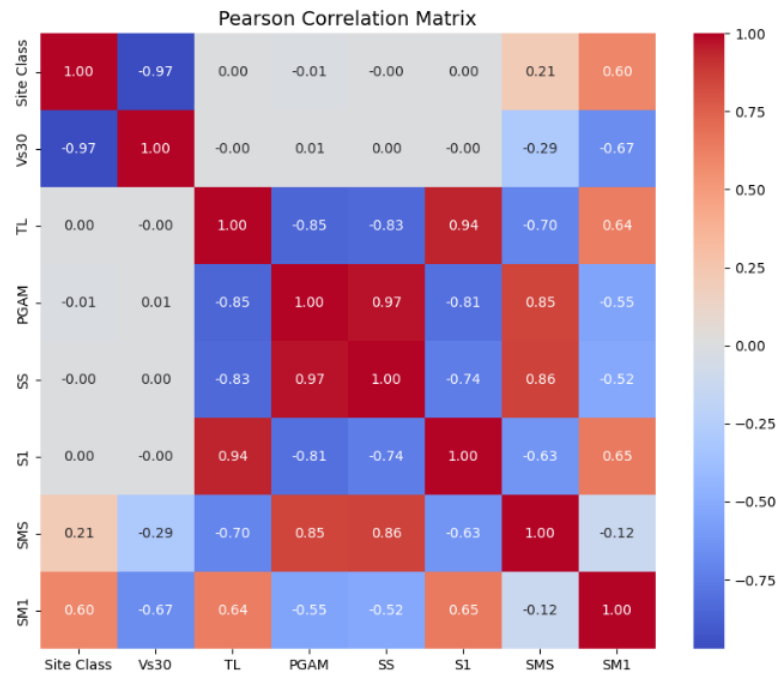


Gambar 5.5 Histogram Seismic Design Category C

Dari Gambar 5.7 dapat dilihat bahwa distribusi data beberapa variabel menunjukkan kecenderungan yang berbeda. Berikut ini merupakan deskripsi singkat dari masing-masing variabel seismik yang divisualisasikan.

- Vs30**: Distribusi Vs30 menunjukkan kemiringan ke kanan (*skewness* positif sebesar 0,47). Hal ini berarti sebagian besar lokasi memiliki nilai Vs30 pada kisaran menengah, sementara hanya sedikit lokasi dengan nilai Vs30 yang sangat tinggi. Kondisi ini mencerminkan bahwa wilayah SDC-C didominasi oleh tanah dengan kekakuan sedang hingga cukup baik.
- TL**: Parameter TL memiliki *skewness* negatif (-0,85), yang menunjukkan bahwa data lebih banyak terkonsentrasi pada nilai TL yang relatif tinggi, dengan jumlah nilai TL rendah yang lebih sedikit. Pola ini menunjukkan bahwa periode transisi panjang pada wilayah SDC-C cenderung berada pada kisaran tertentu dan tidak tersebar secara ekstrem.

- c. PGAM: Histogram PGAM menunjukkan distribusi yang sedikit miring ke kanan (*skewness* 0,55). Hal ini menandakan adanya beberapa nilai percepatan tanah maksimum yang lebih tinggi dibandingkan nilai dominan, namun secara umum sebarannya masih mencerminkan tingkat bahaya gempa yang rendah dan relatif homogen.
 - d. SS: Distribusi SS memperlihatkan *skewness* positif ringan (0,27). Sebagian besar nilai SS terkonsentrasi pada rentang menengah, dengan sedikit nilai yang lebih besar. Pola ini menunjukkan bahwa respons spektral periode pendek pada wilayah SDC-C relatif stabil.
 - e. S1: Pada S1, distribusi data cenderung miring ke kiri (*skewness* -0,81). Hal ini menunjukkan bahwa nilai S1 lebih banyak terkonsentrasi pada kisaran yang lebih tinggi, sementara nilai rendah jumlahnya terbatas. Pola ini masih wajar dan mencerminkan karakteristik respons spektral periode 1 detik di wilayah dengan bahaya gempa rendah.
 - f. SMS: Histogram SMS menunjukkan distribusi yang hampir simetris (*skewness* 0,13). Kondisi ini menandakan bahwa nilai SMS tersebar cukup merata di sekitar nilai tengah, sehingga tidak terdapat dominasi nilai ekstrem yang signifikan.
 - g. SM1: Sementara itu, SM1 memiliki distribusi yang hampir simetris (*skewness* - 0,01). Meskipun pada boxplot sebelumnya terlihat adanya *outlier*, secara keseluruhan distribusi SM1 masih seimbang dan didominasi oleh nilai-nilai menengah
3. Korelasi antar Variabel Seismik pada SDC-C
- Hubungan antar variabel seismik dalam dataset dianalisis menggunakan matriks korelasi yang disajikan dalam bentuk heatmap. Analisis korelasi digunakan untuk melihat seberapa kuat keterkaitan antara satu variabel dengan variabel lainnya. Informasi ini penting untuk memahami hubungan antar parameter seismik serta sebagai dasar dalam pemilihan variabel input yang digunakan pada tahap pemodelan selanjutnya. Matriks korelasi variabel seismik ditampilkan pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Matrix Korelasi Seismic Design Category C

Analisi matrix korelasi:

a. Hubungan Parameter Tanah (Site Class dan Vs30)

Site Class menunjukkan korelasi negatif sangat kuat dengan Vs30 ($r = -0,97$). Semakin besar nilai Vs30, semakin kecil kelas situs (Site Class), sesuai konsep SNI 1726:2019 bahwa Vs30 tinggi merepresentasikan kondisi tanah yang lebih keras.

b. Hubungan Parameter Percepatan dan Respons Spektral Pendek

PGAM memiliki korelasi sangat kuat dengan SS ($r = 0,97$) dan SMS ($r = 0,85$). Hal ini menunjukkan bahwa percepatan tanah maksimum sangat berkaitan dengan respons spektral periode pendek. Wilayah dengan percepatan tanah tinggi cenderung memiliki respons spektral tinggi pada periode pendek, yang umumnya berdampak besar pada bangunan rendah hingga menengah. SMS merupakan parameter spektral yang telah memperhitungkan efek kondisi tanah pada periode pendek. Korelasi positif yang kuat dengan PGAM menunjukkan bahwa SMS sangat sensitif terhadap gempa dengan dominasi periode pendek.

c. Hubungan Parameter Periode Panjang

Parameter TL menunjukkan korelasi kuat dengan S1 ($r = 0,94$) dan korelasi sedang dengan SM1 ($r = 0,64$). Hubungan ini mencerminkan bahwa periode transisi panjang sangat berpengaruh terhadap respons spektral pada periode 1 detik dan periode yang lebih panjang. Artinya, pada daerah dengan periode transisi yang lebih panjang (tanah lunak), nilai S1 cenderung meningkat. Fenomena ini menggambarkan pengaruh karakteristik tanah yang memperpanjang respons struktur terhadap periode panjang.

d. Hubungan Antar Respons Spektral

Korelasi antara SS dan SMS sangat kuat ($r = 0,86$), serta korelasi antara S1 dan SM1 juga cukup kuat ($r = 0,65$). Pola ini menunjukkan konsistensi transformasi parameter spektral desain, di mana SMS dan SM1 merupakan turunan langsung dari SS dan S1 dengan mempertimbangkan faktor situs.

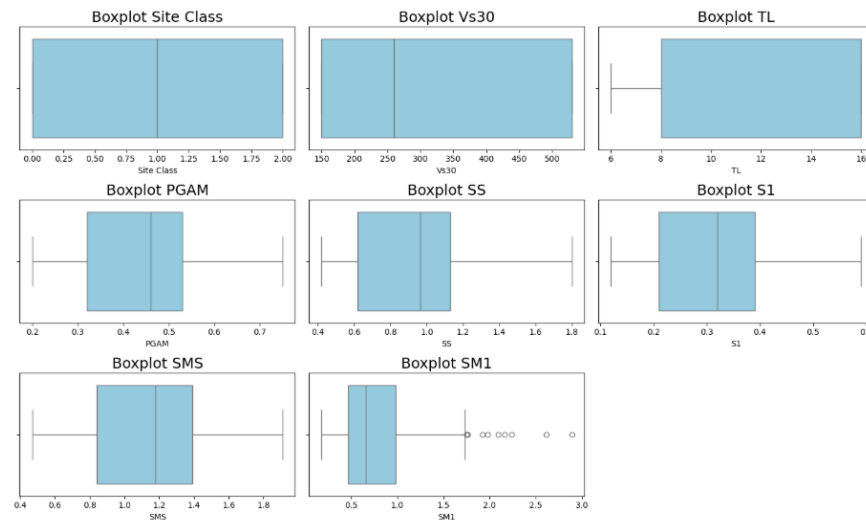
e. Hubungan Parameter Tanah terhadap Respons Spektral

Vs30 menunjukkan korelasi negatif sedang terhadap SMS ($r = -0,29$) dan SM1 ($r = -0,67$). Hal ini mengindikasikan bahwa Tanah lunak (Vs30 rendah) cenderung memperbesar respons spektral, terutama pada periode panjang (SM1). Pengaruh Vs30 terhadap respons periode pendek relatif lebih kecil.

5.2.3 Exploratory Data Analysis SDC-D

1. Potensi *Outlier* dan Penyebaran Data pada SDC-D

Salah satu analisis visual awal pada data seismik kategori SDC-D disajikan dalam bentuk boxplot. Visualisasi ini digunakan untuk melihat sebaran data dari setiap variabel seismik yang dianalisis. Melalui boxplot, dapat diperoleh gambaran awal mengenai tingkat variasi data serta keberadaan data pencilan (*outlier*) yang berpotensi memengaruhi analisis lanjutan. Boxplot distribusi variabel seismik pada SDC-D ditunjukkan pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Boxplot Seismic Design Category D

Berikut ini merupakan deskripsi singkat dari masing-masing variabel seismik yang divisualisasikan:

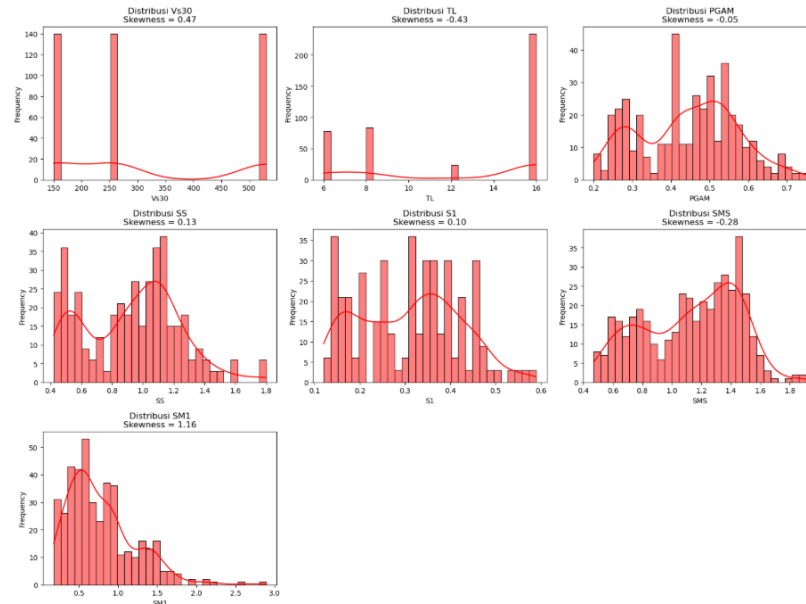
- a. Site Class: Pada Site Class, sebaran data menunjukkan variasi kelas tanah yang cukup lebar. Median berada di kisaran menengah, yang menandakan bahwa wilayah SDC-D mencakup kombinasi kondisi tanah dari sedang hingga relatif lunak. Variasi ini berpengaruh terhadap respons struktur terhadap gempa.
- b. Vs30: Vs30 relatif stabil tanpa pencilan ekstrem, namun distribusi nilai memperlihatkan variasi antar kelas tanah (SC–SD–SE), di mana nilai Vs30 yang rendah (tanah lunak) berpotensi menyebabkan nilai respons spektrum lebih tinggi.
- c. TL: Pada TL, terlihat sebaran data yang cenderung memanjang ke arah nilai yang lebih besar. Hal ini menunjukkan variasi periode transisi panjang yang signifikan, yang berkaitan dengan respons struktur berperiode panjang pada wilayah dengan tingkat bahaya gempa tinggi.
- d. PGAM: Boxplot PGAM menunjukkan sebaran data yang relatif lebar dengan median berada di tengah. Rentang nilai PGAM yang besar mencerminkan variasi percepatan tanah maksimum yang cukup signifikan pada SDC-D, sesuai dengan karakteristik wilayah dengan potensi gempa yang lebih kuat.

- e. SS: Pada variabel SS, boxplot menunjukkan rentang data yang cukup luas dengan nilai median berada pada kisaran menengah. Whisker yang relatif panjang mengindikasikan adanya variasi respons spektral periode pendek yang signifikan pada wilayah SDC-D. Kondisi ini mencerminkan bahwa struktur berperiode pendek dapat mengalami respons gempa yang beragam, dipengaruhi oleh kombinasi tingkat bahaya seismik yang lebih tinggi serta variasi kondisi tanah.
- f. S1: Sementara itu, variabel S1 juga memperlihatkan sebaran data yang luas, namun dengan pola yang sedikit berbeda dibandingkan SS. Median S1 berada pada kisaran menengah, tetapi whisker yang lebih panjang menunjukkan bahwa respons spektral periode 1 detik memiliki variasi yang lebih besar. Hal ini mengindikasikan bahwa struktur berperiode menengah hingga panjang pada wilayah SDC-D berpotensi mengalami respons gempa yang lebih bervariasi, meskipun belum didominasi oleh nilai ekstrem yang mencolok.
- g. SMS: Variabel SMS memperlihatkan sebaran yang lebar dengan median di kisaran menengah hingga tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa respons spektral desain pada SDC-D dipengaruhi secara signifikan oleh kombinasi tingkat bahaya gempa dan kondisi tanah setempat.
- h. SM1: Berbeda dengan variabel lainnya, SM1 menunjukkan beberapa *outlier* di sisi kanan dengan nilai yang relatif tinggi. Keberadaan *outlier* ini mengindikasikan bahwa pada kondisi tertentu, respons spektral periode panjang dapat meningkat secara signifikan. Hal ini konsisten dengan karakter wilayah SDC-D yang memiliki potensi gempa kuat dan efek periode panjang yang lebih dominan.

2. Distribusi Variabel Seismik pada SDC-D

Distribusi masing-masing variabel seismik pada kategori SDC-D ditampilkan dalam bentuk histogram. Histogram digunakan untuk menunjukkan sebaran frekuensi nilai setiap variabel dalam dataset. Melalui visualisasi ini, dapat dilihat kecenderungan distribusi data, termasuk apakah data mendekati distribusi normal atau memiliki pola tertentu yang dapat memengaruhi proses

pemodelan selanjutnya. Histogram distribusi variabel seismik ditunjukkan pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Histogram Seismic Design Category D

Dari Gambar 5.8 dapat dilihat bahwa distribusi data beberapa variabel menunjukkan kecenderungan yang berbeda. Berikut ini merupakan deskripsi singkat dari masing-masing variabel seismik yang divisualisasikan.

- Vs30**: Distribusi Vs30 menunjukkan *skewness* positif sedang (0,47), yang menandakan adanya kecenderungan data memanjang ke arah nilai Vs30 yang lebih tinggi. Mayoritas data berada pada kisaran menengah, namun masih terdapat sejumlah lokasi dengan kondisi tanah yang lebih kaku. Pola ini menunjukkan variasi kondisi tanah yang cukup beragam pada wilayah SDC-D.
- TL**: Parameter TL memiliki *skewness* negatif ringan (-0,43), yang menunjukkan ekor distribusi mengarah ke nilai TL yang lebih rendah. Sebagian besar nilai TL terkonsentrasi pada kisaran menengah hingga tinggi, menandakan bahwa periode transisi panjang menjadi karakteristik penting dalam respons seismik wilayah SDC-D.
- PGAM**: Distribusi PGAM bersifat hampir simetris (*skewness* = -0,05). Hal ini menunjukkan bahwa percepatan tanah maksimum tersebar

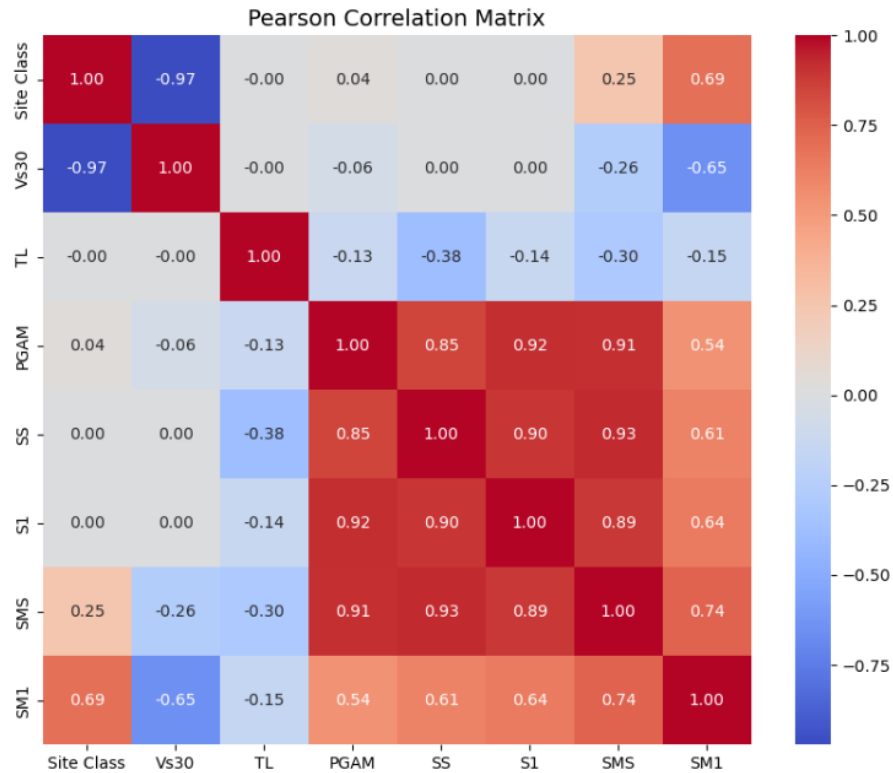
relatif merata di sekitar nilai median. Pola distribusi ini mencerminkan karakteristik bahaya gempa yang cukup konsisten pada SDC-D tanpa dominasi nilai ekstrem yang berlebihan.

- d. SS: Histogram SS menunjukkan *skewness* positif kecil (0,13), yang menandakan distribusi relatif seimbang dengan sedikit kecenderungan ke nilai yang lebih tinggi. Variasi SS cukup terlihat, mencerminkan bahwa respons spektral periode pendek pada wilayah SDC-D bervariasi namun masih berada dalam rentang yang wajar.
- e. S1: Distribusi S1 memiliki *skewness* positif rendah (0,10), menunjukkan sebaran data yang cukup simetris. Mayoritas nilai S1 berada pada kisaran menengah, mengindikasikan bahwa respons spektral periode 1 detik relatif stabil meskipun terdapat variasi antar lokasi.
- f. SMS: Parameter SMS menunjukkan *skewness* negatif ringan (-0,28). Distribusi ini memperlihatkan bahwa nilai SMS cenderung terkonsentrasi pada kisaran menengah hingga tinggi, dengan jumlah nilai rendah yang lebih sedikit. Pola ini mencerminkan pengaruh kombinasi tingkat bahaya gempa dan kondisi tanah pada pembentukan spektrum desain.
- g. SM1: Berbeda dengan parameter lainnya, SM1 memiliki *skewness* positif cukup besar (1,16). Distribusi ini bersifat right-skewed, dengan ekor panjang ke arah nilai yang lebih tinggi. Kondisi ini menunjukkan adanya sejumlah lokasi dengan respons spektral periode panjang yang relatif besar, yang konsisten dengan hasil boxplot sebelumnya dan mencerminkan potensi respons signifikan pada struktur berperiode panjang di wilayah SDC-D.

3. Korelasi antar Variabel Seismik pada SDC-D

Hubungan antar variabel seismik dalam dataset dianalisis menggunakan matriks korelasi yang disajikan dalam bentuk heatmap. Analisis korelasi digunakan untuk melihat seberapa kuat keterkaitan antara satu variabel dengan variabel lainnya. Informasi ini penting untuk memahami hubungan

antar parameter seismik serta sebagai dasar dalam pemilihan variabel input yang digunakan pada tahap pemodelan selanjutnya. Matriks korelasi variabel seismik ditampilkan pada gambar 5.9.



Gambar 5.9 Matrix Korelasi Seismic Design Category D

Analisis matrix korelasi:

- a. Hubungan Parameter Tanah (Site Class dan Vs30)
Site Class menunjukkan korelasi negatif sangat kuat dengan Vs30 ($r = -0,97$). Seperti pada SDC-C, Vs30 tetap menjadi parameter utama dalam penentuan kelas situs di SDC-D, dan dapat digunakan sebagai pengganti numerik Site Class dalam analisis lanjutan.
- b. Hubungan Parameter Percepatan dan Respons Spektral Pendek
PGAM memiliki korelasi sangat kuat dengan SS ($r = 0,85$) dan SMS ($r = 0,91$). Korelasi yang sangat kuat menunjukkan bahwa wilayah dengan percepatan puncak tinggi juga mengalami respons spektral tinggi pada periode pendek.

c. Hubungan Parameter Periode Panjang

Parameter TL menunjukkan korelasi lemah dengan S1 ($r = -0,14$) dan korelasi sedang dengan SM1 ($r = -0,15$). Nilai korelasi yang kecil ini menunjukkan bahwa perubahan TL hampir tidak diikuti oleh perubahan S1 maupun SM1 pada wilayah SDC-D. Pada SDC-D, TL tidak lagi berkorelasi kuat dengan S1 dan SM1 karena respons spektral periode panjang lebih dikendalikan oleh besarnya gempa regional daripada oleh bentuk spektrum dan kondisi geologi lokal. Perbedaan ini menunjukkan bahwa peran TL sangat bergantung pada tingkat bahaya gempa, dan pada wilayah dengan bahaya tinggi seperti SDC-D, TL menjadi parameter independen yang merepresentasikan informasi tambahan di luar parameter intensitas gempa.

d. Hubungan Antar Respons Spektral

Korelasi antara SS dan SMS sangat kuat ($r = 0,93$), serta korelasi antara S1 dan SM1 juga cukup kuat ($r = 0,61$). Pola ini menunjukkan konsistensi transformasi parameter spektral desain, di mana SMS dan SM1 merupakan turunan langsung dari SS dan S1 dengan mempertimbangkan faktor situs.

e. Hubungan Parameter Tanah terhadap Respons Spektral

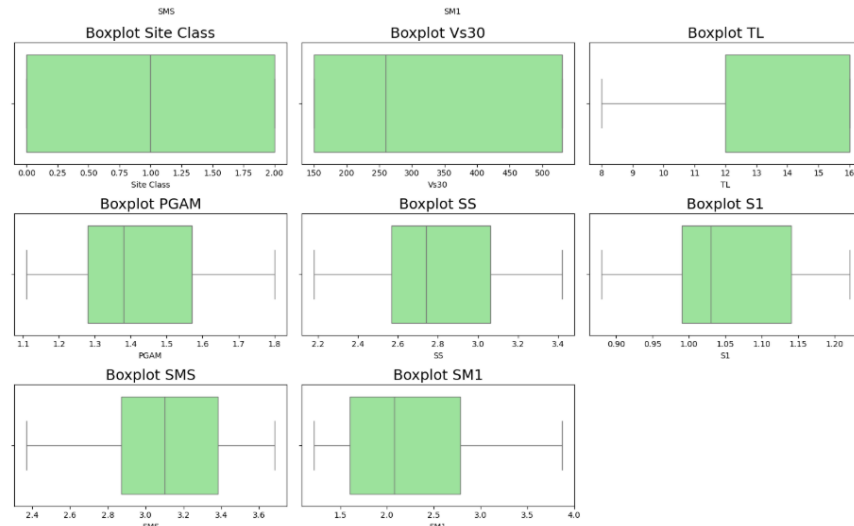
Vs30 menunjukkan korelasi negatif sedang terhadap SMS ($r = -0,26$) dan SM1 ($r = -0,65$). Hal ini mengindikasikan bahwa Tanah lunak (Vs30 rendah) cenderung memperbesar respons spektral, terutama pada periode panjang (SM1). Pengaruh Vs30 terhadap respons periode pendek relatif lebih kecil.

5.2.4 Exploratory Data Analysis SDC-F

1. Potensi *Outlier* dan Penyebaran Data pada SDC-F

Salah satu analisis visual awal pada data seismik kategori SDC-F disajikan dalam bentuk boxplot. Visualisasi ini digunakan untuk melihat sebaran data dari setiap variabel seismik yang dianalisis. Melalui boxplot, dapat diperoleh gambaran awal mengenai tingkat variasi data serta keberadaan data pencilan

(*outlier*) yang berpotensi memengaruhi analisis lanjutan. Boxplot distribusi variabel seismik pada SDC-F ditunjukkan pada Gambar 5.10.

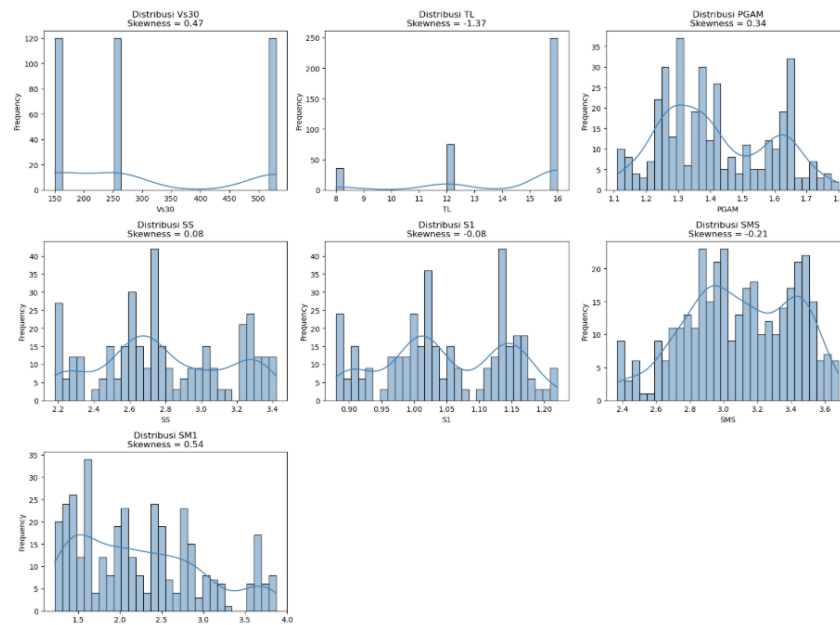


Gambar 5.10 Boxplot Seismic Design Category F

Berikut ini merupakan deskripsi singkat dari masing-masing variabel seismik yang divisualisasikan:

- Site Class:** Pada Site Class, sebaran data menunjukkan rentang kelas tanah yang cukup luas dengan median berada pada kisaran menengah. Hal ini menggambarkan bahwa wilayah SDC-F umumnya didominasi oleh tanah lunak hingga sedang, yang secara signifikan dapat memperbesar respons gempa dan memerlukan evaluasi khusus dalam perencanaan struktur.
- Vs30:** Variabel Vs30 memperlihatkan rentang nilai yang sangat lebar. Median Vs30 berada pada nilai menengah, namun whisker yang panjang menunjukkan variasi kondisi tanah yang tinggi, mulai dari tanah lunak hingga relatif kaku. Kondisi ini menegaskan bahwa pengaruh efek situs sangat dominan pada wilayah SDC-F.
- TL:** Parameter TL menunjukkan sebaran yang cenderung ke nilai tinggi dengan median yang relatif besar. Hal ini mengindikasikan bahwa periode transisi panjang menjadi faktor penting pada SDC-F, terutama dalam mempengaruhi respons struktur berperiode panjang.

- d. PGAM: Pada PGAM, boxplot menunjukkan nilai median yang cukup tinggi dengan sebaran yang relatif lebar. Kondisi ini mencerminkan bahwa percepatan tanah maksimum pada wilayah SDC-F berada pada tingkat yang signifikan, sesuai dengan karakteristik wilayah yang memerlukan analisis gempa lanjutan dan tidak dapat disederhanakan.
 - e. SS: Pada variabel SS, boxplot menunjukkan sebaran data yang cukup lebar dengan nilai median berada pada tingkat yang tinggi. Kondisi ini menandakan bahwa respons spektral pada periode pendek di wilayah SDC-F cenderung besar dan memiliki variasi yang signifikan.
 - f. S1: Sementara itu, variabel S1 memperlihatkan pola sebaran yang berbeda dibandingkan SS, dengan median yang juga berada pada nilai tinggi namun rentang data yang cenderung lebih panjang. Hal ini menunjukkan bahwa respons spektral pada periode 1 detik sangat bervariasi dan dapat mencapai nilai yang besar.
 - g. SMS: Boxplot SMS menunjukkan nilai median yang tinggi dengan rentang data yang cukup besar.
 - h. SM1: Sementara itu, SM1 memperlihatkan sebaran yang luas dengan nilai maksimum yang cukup tinggi, meskipun tanpa *outlier* ekstrem yang menonjol. Kondisi ini menunjukkan bahwa respons spektral periode panjang pada SDC-F dapat mencapai nilai besar dan berpotensi mengontrol desain struktur berperiode panjang
2. Distribusi Variabel Seismik pada SDC-F
- Distribusi masing-masing variabel seismik pada kategori SDC-F ditampilkan dalam bentuk histogram. Histogram digunakan untuk menunjukkan sebaran frekuensi nilai setiap variabel dalam dataset. Melalui visualisasi ini, dapat dilihat kecenderungan distribusi data, termasuk apakah data mendekati distribusi normal atau memiliki pola tertentu yang dapat memengaruhi proses pemodelan selanjutnya. Histogram distribusi variabel seismik ditunjukkan pada gambar 5.11.



Gambar 5.11 Histogram Seismic Design Category F

Dari Gambar 5.11 dapat dilihat bahwa distribusi data beberapa variabel menunjukkan kecenderungan yang berbeda. Berikut ini merupakan deskripsi singkat dari masing-masing variabel seismik yang divisualisasikan.

- Vs30**: Distribusi Vs30 menunjukkan *skewness* positif sedang (0,47), yang mengindikasikan sebaran data memanjang ke arah nilai Vs30 yang lebih tinggi. Sebagian besar data berada pada kisaran menengah, namun masih terdapat lokasi dengan tanah yang relatif lebih kaku. Pola ini menunjukkan bahwa variasi kondisi tanah pada SDC-F cukup besar dan berpotensi memengaruhi respons gempa secara signifikan.
- TL**: Parameter TL memiliki *skewness* negatif kuat (-1,37), yang menunjukkan ekor distribusi panjang ke arah nilai TL yang lebih rendah. Mayoritas nilai TL terkonsentrasi pada kisaran tinggi, menandakan bahwa periode transisi panjang menjadi karakteristik dominan pada wilayah SDC-F. Pola distribusi ini mencerminkan peran penting TL dalam mengendalikan respons struktur berperiode panjang.
- PGAM**: Distribusi PGAM memperlihatkan *skewness* positif sedang (0,34). Hal ini menunjukkan bahwa percepatan tanah maksimum cenderung memiliki nilai menengah hingga tinggi dengan sejumlah

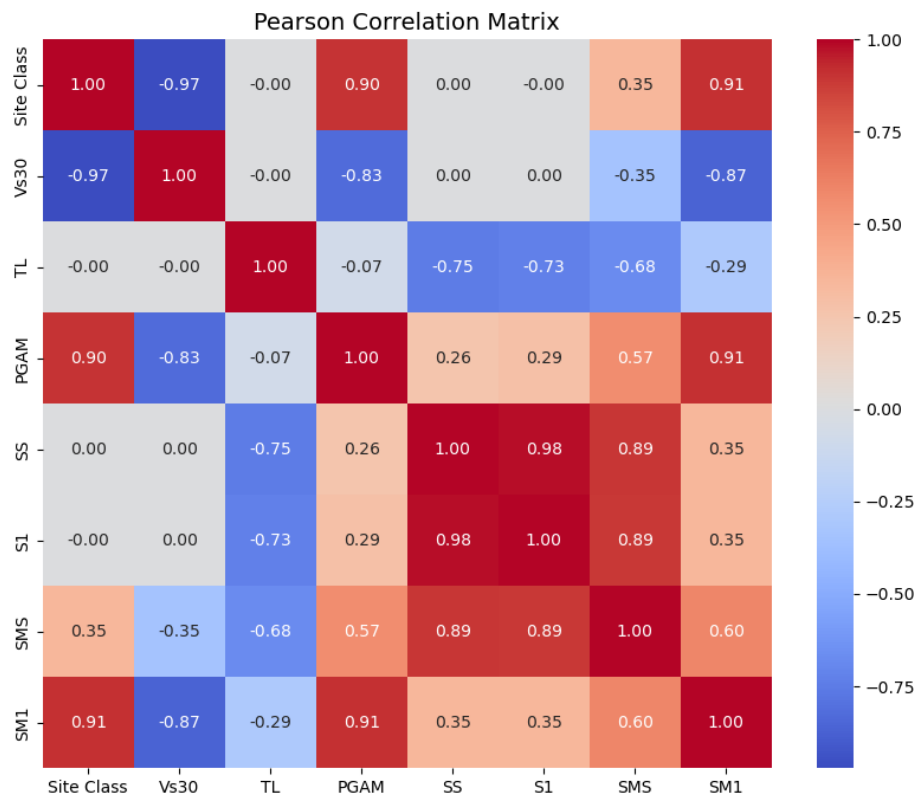
data yang memanjang ke arah nilai lebih besar. Pola ini mencerminkan tingkat bahaya gempa yang signifikan pada wilayah SDC-F.

- d. SS: Histogram SS menunjukkan *skewness* yang sangat kecil (0,08), sehingga distribusinya hampir simetris. Mayoritas nilai SS terkonsentrasi di sekitar nilai tengah, namun tetap menunjukkan rentang variasi yang cukup lebar. Hal ini menandakan bahwa respons spektral periode pendek pada SDC-F relatif konsisten, meskipun berada pada tingkat nilai yang tinggi.
- e. S1: Distribusi S1 juga bersifat hampir simetris (*skewness* = -0,08). Nilai S1 terkonsentrasi pada kisaran menengah hingga tinggi dengan variasi yang cukup besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa respons spektral periode 1 detik relatif stabil, namun tetap berpotensi menghasilkan gaya gempa yang besar pada struktur berperiode menengah.
- f. SMS: Parameter SMS memiliki *skewness* negatif ringan (-0,21). Distribusi ini menunjukkan bahwa nilai SMS cenderung terkonsentrasi pada kisaran menengah hingga tinggi, dengan sedikit ekor ke arah nilai yang lebih rendah. Pola ini mencerminkan pengaruh kombinasi tingkat bahaya gempa tinggi dan kondisi tanah terhadap pembentukan spektrum desain.
- g. SM1: Distribusi SM1 menunjukkan *skewness* positif sedang (0,54), yang mengindikasikan sebaran data memanjang ke arah nilai yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa respons spektral periode panjang pada SDC-F memiliki variasi yang cukup besar, dengan beberapa lokasi menunjukkan nilai SM1 yang relatif tinggi dan berpotensi mengontrol desain struktur berperiode panjang.

3. Korelasi antar Variabel Seismik pada SDC-F

Hubungan antar variabel seismik dalam dataset dianalisis menggunakan matriks korelasi yang disajikan dalam bentuk heatmap. Analisis korelasi digunakan untuk melihat seberapa kuat keterkaitan antara satu variabel dengan variabel lainnya. Informasi ini penting untuk memahami hubungan

antar parameter seismik serta sebagai dasar dalam pemilihan variabel input yang digunakan pada tahap pemodelan selanjutnya. Matriks korelasi variabel seismik ditampilkan pada gambar 5.12.



Gambar 5.12 Matrix Korelasi Seismic Design Category F

Analisis matrix korelasi:

- a. Hubungan Parameter Tanah (Site Class dan Vs30)
Site Class menunjukkan korelasi negatif sangat kuat dengan Vs30 ($r = -0,97$). Seperti pada SDC-C, Vs30 tetap menjadi parameter utama dalam penentuan kelas situs di SDC-F, dan dapat digunakan sebagai pengganti numerik Site Class dalam analisis lanjutan. Di SDC-F, kesalahan dalam penentuan Vs30 akan berdampak sangat besar terhadap evaluasi bahaya seismik dan desain struktur.
- b. Hubungan Parameter Percepatan dan Respons Spektral Pendek
PGAM memiliki korelasi lemah-sedang dengan SS ($r = 0,26$) dan SMS ($r = 0,57$). Pada SDC-F, korelasi PGAM dengan SS menjadi lebih kecil karena respons spektral periode pendek tidak lagi dikontrol secara linier

oleh percepatan puncak, melainkan oleh kombinasi kompleks antara gempa besar dan perilaku tanah nonlinier. Ketika efek tanah diperhitungkan melalui SMS, hubungan dengan PGAM menjadi lebih jelas, meskipun tetap lebih kecil dibandingkan SDC lain.

c. Hubungan Parameter Periode Panjang

Parameter TL menunjukkan korelasi kuat negatif dengan S1 ($r = -0,73$) dan korelasi sedang dengan SM1 ($r = -0,29$). Artinya, semakin besar nilai TL, nilai S1 cenderung menurun secara signifikan, sementara hubungan TL dengan SM1 masih ada tetapi jauh lebih lemah. Pada SDC-F, korelasi TL dengan S1 menjadi kuat dan negatif karena energi spektral bergeser ke periode yang lebih panjang, sementara hubungan TL dengan SM1 melemah akibat dominasi amplifikasi tanah nonlinier. Perilaku ini berbeda dengan SDC-A, SDC-C, dan SDC-D karena tingkat bahaya gempa dan kompleksitas respons seismik meningkat secara signifikan pada SDC-F.

d. Hubungan Antar Respons Spektral

Korelasi antara SS dan SMS sangat kuat ($r = 0,93$), serta korelasi antara S1 dan SM1 juga cukup kuat ($r = 0,61$). Pola ini menunjukkan konsistensi transformasi parameter spektral desain, di mana SMS dan SM1 merupakan turunan langsung dari SS dan S1 dengan mempertimbangkan faktor situs.

e. Hubungan Parameter Tanah terhadap Respons Spektral

Vs30 menunjukkan korelasi negatif sedang terhadap SMS ($r = -0,35$) dan SM1 ($r = -0,87$). Semakin lunak tanah (Vs30 rendah), semakin besar amplifikasi gempa, terutama pada periode panjang. Pada SDC-F, efek tanah sangat dominan, sehingga SM1 lebih dikontrol oleh Vs30 dan amplifikasi nonlinier daripada oleh TL saja.

5.3 Data Preprocessing

Tahapan data preprocessing merupakan proses awal yang sangat penting sebelum pengembangan model dilakukan. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang digunakan berada dalam kondisi baik, konsisten, dan siap dianalisis. Kualitas data yang optimal akan membantu model bekerja secara lebih efektif serta menghasilkan prediksi yang lebih akurat.

5.3.1 Pemeriksaan Data yang Hilang (*Missing Value*)

1. Pemeriksaan Data yang Hilang (*Missing Value*)

Pemeriksaan keberadaan data yang hilang dilakukan dengan memanfaatkan fungsi `isnull()` dari pustaka `pandas`. Fungsi ini digunakan untuk mengidentifikasi apakah terdapat nilai kosong pada setiap variabel dalam dataset. Hasil dari proses pemeriksaan tersebut kemudian disajikan dalam Gambar 5.13; 5.14; 5.15; dan 5.16.

```
Jumlah missing value per |
Site Class              0
Vs30                    0
SDC                      0
TL                       0
PGAM                     0
Seismic Risk            0
SS                       0
S1                       0
SMS                      0
SM1                      0
0                         0
0.01                    0
0.02                    0
0.03                    0
0.05                    0
0.075                   0
0.1                      0
0.15                    0
0.2                     0
0.25                    0
0.3                     0
0.4                     0
0.5                     0
0.75                    0
1                        0
1.5                     0
2                        0
3                        0
4                        0
5                        0
7.5                     0
10                      0
dtype: int64
```

Gambar 5.13 Missing Value SDC-A

```

Jumlah missing value per kolom:
Site Class      0
Vs30            0
SDC             0
TL             0
PGAM           0
Seismic Risk    0
SS             0
S1             0
SMS            0
SM1           0
0              0
0.01           0
0.02           0
0.03           0
0.05           0
0.075          0
0.1            0
0.15           0
0.2            0
0.25           0
0.3            0
0.4            0
0.5            0
0.75           0
1              0
1.5            0
2              0
3              0
4              0
5              0
7.5            0
10             0
dtype: int64

```

Gambar 5.14 Missing Value SDC-C

```

Jumlah missing value per kolom:
Site Class      0
Vs30            0
SDC             0
TL             0
PGAM           0
Seismic Risk    0
SS             0
S1             0
SMS            0
SM1           0
0              0
0.01           0
0.02           0
0.03           0
0.05           0
0.075          0
0.1            0
0.15           0
0.2            0
0.25           0
0.3            0
0.4            0
0.5            0
0.75           0
1              0
1.5            0
2              0
3              0
4              0
5              0
7.5            0
10             0
dtype: int64

```

Gambar 5.15 Missing Value SDC-D

```

Jumlah missing value per kolom:
Site Class      0
Vs30            0
SDC             0
TL             0
PGAM           0
SS             0
S1             0
SMS           0
SM1           0
0             0
0.01          0
0.02          0
0.03          0
0.05          0
0.075         0
0.1           0
0.15          0
0.2           0
0.25          0
0.3           0
0.4           0
0.5           0
0.75          0
1             0
1.5           0
2             0
3             0
4             0
5             0
7.5           0
10            0
dtype: int64

```

Gambar 5.16 Missing Value SDC-F

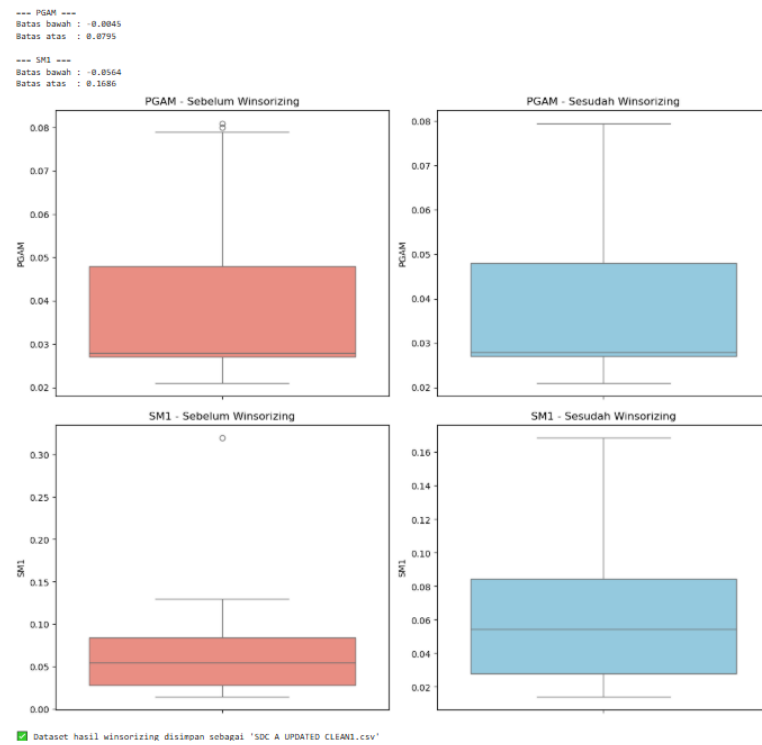
Berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan, tidak ditemukan nilai yang hilang (*missing value*) pada dataset semua SDC. Dengan demikian, tidak diperlukan proses penghapusan baris maupun kolom data karena seluruh variabel telah tersedia secara lengkap.

5.3.2 Pemisahan Fitur Target dan Normalisasi Data

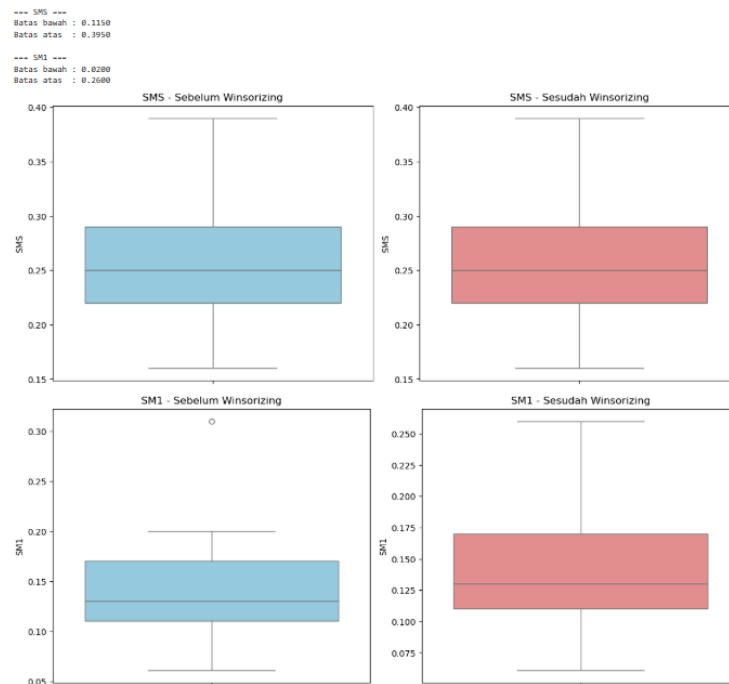
Sebelum memasuki tahap normalisasi, dataset terlebih dahulu dipisahkan menjadi dua bagian utama, yaitu variabel input (fitur) dan variabel output (target). Variabel input terdiri dari parameter-parameter seismik yang berperan sebagai prediktor dalam pemodelan, meliputi Site Class, Vs30, TL, PGAM, Ss, S1, SMS, dan SM1. Sementara itu, variabel output berupa 22 titik ordinat respons spektrum multi-periode (MPRS) yang menjadi sasaran prediksi model XGBoost.

Setelah proses pemisahan tersebut, dilakukan normalisasi data menggunakan metode *Interquartile Range (IQR) scaling*. Metode ini menyesuaikan nilai setiap fitur berdasarkan rentang antar kuartil, yaitu selisih antara kuartil ketiga (Q3) dan kuartil pertama (Q1), sehingga skala masing-masing variabel dinormalisasi sesuai dengan sebaran datanya. Hasil normalisasi untuk beberapa sampel data

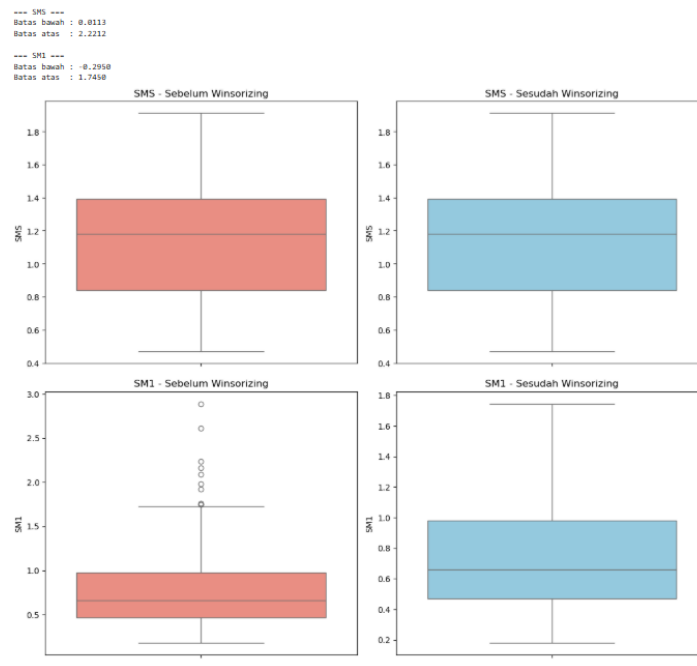
menggunakan metode *Interquartile Range (IQR) scaling* dapat dilihat pada gambar 5.17, 5.18, dan 5.19.



Gambar 5.17 Normalisasi Data SDC-A



Gambar 5.18 Normalisasi Data SDC-C



Gambar 5.19 Normalisasi Data SDC-D

Pemilihan metode *IQR scaling* didasarkan pada kemampuannya dalam mengurangi pengaruh nilai ekstrem atau *outlier*, yang sering dijumpai pada parameter seismik seperti SMS dan SM1 akibat variasi kondisi sumber gempa, karakteristik jalur rambatan, serta kondisi lokasi. Dengan pendekatan ini, rentang nilai antar fitur menjadi lebih seimbang, sehingga proses pembelajaran model XGBoost dapat berlangsung secara lebih stabil dan tidak didominasi oleh variabel tertentu yang memiliki skala atau satuan yang jauh lebih besar dibandingkan variabel lainnya.

Secara keseluruhan, penerapan *IQR scaling* bertujuan untuk meningkatkan kualitas data input dan mendukung kinerja model XGBoost dalam mempelajari hubungan nonlinier antara parameter seismik dan respons spektrum multi-periode secara lebih efektif.

5.3.3 Pembagian Data (*Data Splitting*)

Pada tahap ini, dataset dibagi menjadi data training dan testing untuk mendukung proses pengembangan serta evaluasi kinerja model XGBoost. Pembagian data dilakukan dengan rasio 80% data training dan 20% data testing, yang merupakan rasio umum dalam pemodelan *machine learning* karena mampu

memberikan keseimbangan antara jumlah data pelatihan yang memadai dan data pengujian yang representatif.

Metode pembagian data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *stratified split* berbasis kombinasi kategori, yaitu berdasarkan *Seismic Design Category* (SDC) dan *Site Class*. Pendekatan ini berbeda dari random split konvensional karena mempertimbangkan struktur kategorikal pada data. Dengan metode ini, setiap kombinasi SDC dan kelas situs diperlakukan sebagai satu kelompok, kemudian dilakukan pembagian data secara proporsional di dalam masing-masing kelompok tersebut.

Penerapan metode ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan distribusi data antara data *training* dan *testing* pada setiap kombinasi SDC dan *Site Class*. Hal ini penting karena karakteristik respons seismik sangat dipengaruhi oleh tingkat bahaya gempa dan kondisi tanah. Tanpa pembagian yang terstruktur, terdapat risiko bahwa model hanya belajar dari kombinasi tertentu saja, sehingga kemampuan generalisasi model menjadi terbatas.

Untuk setiap kombinasi SDC dan *Site Class* dengan jumlah data yang mencukupi, pembagian dilakukan menggunakan fungsi *train_test_split* dengan parameter *shuffle* aktif agar distribusi data tetap acak di dalam kelompok tersebut.. Berikut adalah visualisasi pembagian data seperti yang sudah dijelaskan, dapat dilihat pada gambar 5.20 dan 5.21.

```

=== HASIL SPLIT DATA 80:20 PER KOMBINASI SDC DAN SITE CLASS ===

```

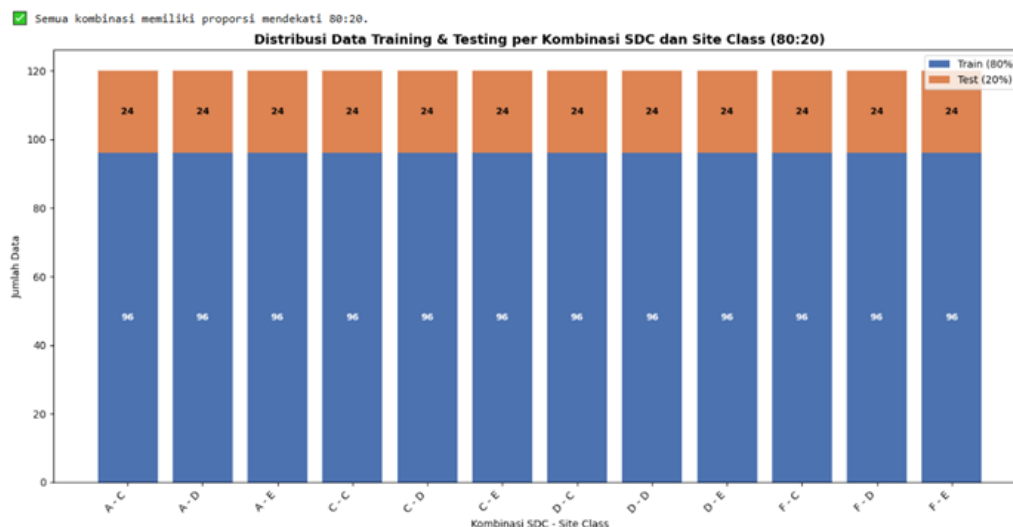
Seismic_Design_Category	Site_Class	Train	Test	Train_%	Test_%
A	C	96	24	80.0	20.0
A	D	96	24	80.0	20.0
A	E	96	24	80.0	20.0
C	C	96	24	80.0	20.0
C	D	96	24	80.0	20.0
C	E	96	24	80.0	20.0
D	C	96	24	80.0	20.0
D	D	96	24	80.0	20.0
D	E	96	24	80.0	20.0
F	C	96	24	80.0	20.0
F	D	96	24	80.0	20.0
F	E	96	24	80.0	20.0

```

=== REKAP TOTAL ===
Total data training : 1152
Total data testing  : 288

```

Gambar 5.20 Hasil Pembagian Data



Gambar 5.21 Visualisasi Pembagian Data

Setelah proses *data splitting* selesai, dilakukan rekapitulasi jumlah data training dan testing pada setiap kombinasi SDC dan Site Class. Rekapitulasi ini berfungsi sebagai langkah validasi untuk memastikan bahwa proporsi pembagian data telah sesuai dengan rasio yang ditetapkan, dengan toleransi tertentu akibat pembulatan jumlah data. Hasil validasi menunjukkan bahwa seluruh kombinasi berada dalam rentang proporsi yang dapat diterima. Sebagai tambahan, distribusi data training dan testing divisualisasikan menggunakan diagram batang bertumpuk (*stacked bar chart*) pada gambar 5.23.

Secara keseluruhan, penggunaan metode *stratified data splitting* berbasis kombinasi SDC dan Site Class terbukti efektif dalam menjaga representativitas data dan meningkatkan kemampuan generalisasi model XGBoost. Dengan distribusi data yang seimbang, model dapat mempelajari pola hubungan antara parameter seismik dan respons spektral secara lebih menyeluruh pada berbagai kondisi bahaya gempa dan kelas situs.

5.3.4 Feature Engineering

Penambahan fitur turunan berupa rasio S_s/S_1 dilakukan untuk merepresentasikan hubungan antara respons spektral periode pendek dan periode panjang, yang secara fisik mencerminkan karakter bentuk spektrum gempa. Literatur seismologi menunjukkan bahwa respons spektral antar periode saling berkaitan dan dikendalikan oleh mekanisme sumber gempa, jalur rambatan, serta

kondisi tanah (Boore dan Atkinson, 2008). Selain itu, transformasi logaritma pada parameter VS30 diterapkan untuk mengurangi ketimpangan distribusi data dan menurunkan pengaruh nilai ekstrem, mengingat hubungan antara VS30 dan amplifikasi tanah bersifat non-linier (Boore dkk., 2011). Pendekatan feature engineering berbasis pemahaman domain ini sejalan dengan penelitian machine learning seismik yang menunjukkan bahwa konstruksi fitur yang bermakna secara fisik dapat meningkatkan performa model prediktif (Brykov dkk., 2020).

5.4 Pemodelan dengan *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost)

Pada subbab ini dibahas proses pemilihan dan pembangunan model Extreme Gradient Boosting (XGBoost) yang digunakan untuk memprediksi respons spektral multi-periode. Proses pengembangan model dilakukan melalui serangkaian pengujian konfigurasi hyperparameter atau yang dikenal sebagai model tuning. Beberapa parameter utama yang dievaluasi meliputi jumlah pohon (*number of estimators*), laju pembelajaran (*learning rate*), kedalaman pohon (*max depth*), serta parameter regularisasi. Tujuan dari proses ini adalah untuk memperoleh konfigurasi model yang mampu meminimalkan nilai kesalahan prediksi dan menghasilkan performa yang optimal pada data uji.

Untuk menangani keluaran berupa lebih dari satu variabel target, model XGBoost diimplementasikan menggunakan pendekatan *MultiOutput Regression*, di mana satu model dasar XGBoost digunakan untuk memprediksi masing-masing respons spektral secara simultan.

1. Konfigurasi Hyperparameter Model XGBoost

Tahap awal penelitian difokuskan pada pengujian berbagai kombinasi hyperparameter utama pada model XGBoost. Setiap kombinasi parameter diuji dengan menetapkan parameter lain secara tetap untuk memastikan bahwa perbedaan kinerja model benar-benar dipengaruhi oleh perubahan parameter yang sedang dievaluasi. Parameter yang diseragamkan dalam setiap pengujian meliputi metode pembagian data secara *stratified*, penggunaan nilai *random state* yang sama, serta metrik evaluasi yang konsisten.

Secara keseluruhan, dilakukan sejumlah 50 kali percobaan dengan variasi konfigurasi hyperparameter untuk mengidentifikasi model dengan performa terbaik. Sampel hasil evaluasi dari setiap percobaan dianalisis berdasarkan nilai metrik pada data uji dan ringkasan hasil pengujian tersebut disajikan dalam Tabel 5.1. Keseluruhan data percobaan ada pada lampiran. Nilai yang ditampilkan merupakan hasil evaluasi model terhadap data testing dan training yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan konfigurasi XGBoost yang paling optimal.

Tabel 5.1 Hyperparameter Model XGBoost

No	N_Estimator	Learning Rate	Max_Depth	Subsample	Colsample	Training			Testing		
						RMSE	R2	MAPE	RMSE	R2	MAPE
1.	700	0.1	6	0.8	0.8	0.96%	99.97%	0.99%	3.03%	99.74%	3.56%
2.	100	0.05	6	0.8	0.8	1.67%	99.92%	5.69%	3.02%	99.76%	6.28%
3.	300	0.05	6	0.8	0.8	1.10%	99.96%	1.66%	2.92%	99.75%	3.49%
4.	100	0.01	6	0.8	0.8	27.85%	85.73%	227.59%	28.04%	85.52%	194.49%
5.	900	0.01	6	0.8	0.8	1.20%	99.95%	2.03%	2.88%	99.76%	3.53%
6.	500	0.005	6	0.8	0.8	7.01%	99.05%	53.33%	7.58%	98.92%	46.07%
7.	2000	0.005	6	0.8	0.8	1.17%	99.96%	1.91%	2.88%	99.76%	3.46%
8.	100	0.001	6	0.8	0.8	67.09%	17.77%	548.60%	66.78%	17.71%	471.17%
9.	15000	0.001	6	0.8	0.8	1.08%	99.96%	1.57%	2.92%	99.75%	3.43%
10.	100	0.1	9	0.8	0.8	0.98%	99.97%	1.09%	2.96%	99.76%	3.34%
11.	400	0.05	9	0.8	0.8	0.95%	99.97%	0.80%	3.04%	99.74%	3.35%
12.	1500	0.01	9	0.8	0.8	0.95%	99.97%	0.87%	3.02%	99.74%	3.27%
13.	3000	0.005	9	0.8	0.8	0.95%	99.97%	0.86%	3.00%	99.74%	3.27%
14.	5000	0.001	9	0.8	0.8	1.43%	99.94%	5.42%	3.11%	99.75%	6.36%

Berdasarkan hasil proses tuning hyperparameter yang dilakukan sebanyak 48 kali percobaan, diperoleh variasi kombinasi parameter yang menghasilkan performa model yang berbeda-beda. Parameter yang diuji meliputi jumlah pohon (*n_estimators*), *learning rate*, *max_depth*, *subsample*, dan *colsample*. Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan tiga metrik utama, yaitu RMSE, R^2 , dan MAPE pada data training dan testing. Dari seluruh percobaan, kombinasi terbaik yang dipilih sebagai model final adalah percobaan nomor 11 (ditandai hijau), sedangkan kombinasi yang tidak memenuhi kriteria performa adalah percobaan nomor 4, 6, dan 8 (ditandai merah).

Model terbaik (Trial 11) menggunakan konfigurasi *n_estimators* = 400, *learning_rate* = 0.05, *max_depth* = 9, *subsample* = 0.8, dan *colsample* = 0.8. Kombinasi ini menghasilkan performa yang sangat stabil dengan nilai RMSE *training* sebesar 0,95% dan RMSE *testing* sebesar 3,04%. Nilai R^2 pada *training* mencapai 99,97% dan pada *testing* sebesar 99,74%, menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan lebih dari 99% variasi data baik pada tahap pelatihan maupun pengujian. Selain itu, nilai MAPE relatif kecil, yaitu 0,80% pada *training* dan 3,35% pada *testing*. Selisih performa antara *training* dan *testing* yang sangat kecil menunjukkan bahwa model tidak mengalami *overfitting* maupun *underfitting*, serta memiliki kemampuan generalisasi yang sangat baik.

Pada percobaan nomor 4 (*n_estimators* = 100, *learning_rate* = 0.01, *max_depth* = 6), model menunjukkan indikasi *underfitting* yang sangat signifikan. Hal ini terlihat dari nilai RMSE *training* sebesar 27,85% dan RMSE *testing* sebesar 28,04%, dengan R^2 hanya sekitar 85%. Nilai MAPE yang sangat besar (lebih dari 190% pada *testing*) mengindikasikan bahwa model gagal menangkap pola hubungan data secara optimal. Kondisi ini disebabkan oleh *learning rate* yang kecil dan jumlah pohon yang terbatas sehingga proses boosting tidak mampu melakukan koreksi error secara efektif. Pada percobaan nomor 6 (*n_estimators* = 500, *learning_rate* = 0.005, *max_depth* = 6), performa memang lebih baik dibanding trial 4, namun masih

belum optimal, dengan RMSE testing sebesar 7,58% dan MAPE testing sebesar 46,07%. *Learning rate* yang terlalu kecil membuat proses pembelajaran berjalan lambat sehingga model belum mampu merepresentasikan hubungan nonlinier secara maksimal.

Kondisi terburuk terjadi pada percobaan nomor 8 ($n_estimators = 100$, $learning_rate = 0.001$, $max_depth = 6$), di mana nilai R^2 hanya sekitar 17% baik pada training maupun testing. Nilai RMSE dan MAPE sangat tinggi (MAPE testing mencapai 471,17%), yang menunjukkan kegagalan model dalam memodelkan data. Kombinasi *learning rate* yang sangat kecil dengan jumlah pohon yang sedikit menyebabkan model hampir tidak melakukan pembelajaran (*extreme underfitting*), sehingga prediksi yang dihasilkan jauh dari nilai aktual.

Beberapa trial lain sebenarnya telah memenuhi kriteria performa dengan nilai R^2 tinggi dan error yang kecil, namun tidak dipilih karena selisih training–testing sedikit lebih besar atau kompleksitas model lebih tinggi tanpa peningkatan akurasi yang signifikan. Khususnya pada trial 12 dan 13, nilai $n_estimators$ yang sangat besar membuat model menjadi terlalu kompleks dan meningkatkan beban komputasi, sementara peningkatannya tidak jauh berbeda dari Trial 11. Kondisi ini menjadikan model kurang efisien dan berpotensi meningkatkan risiko *overfitting*.

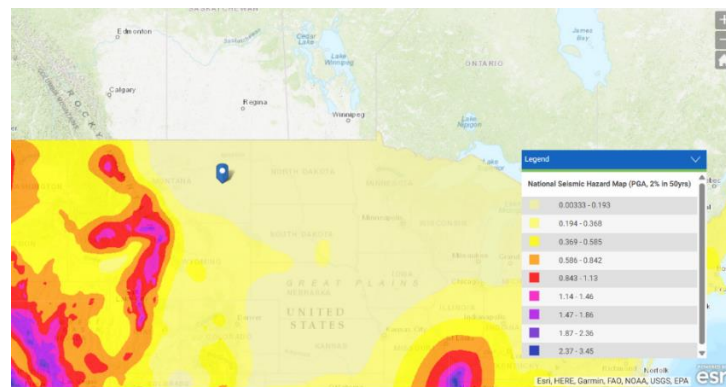
Secara keseluruhan, keseimbangan antara *learning rate* dan jumlah estimators menjadi faktor utama dalam memperoleh model optimal. Kombinasi *learning rate* moderat (0,05), $n_estimators$ sebesar 400, dan max_depth 9 pada Trial 11 terbukti memberikan akurasi tinggi, stabilitas yang baik, serta kemampuan generalisasi yang optimal. Oleh karena itu, konfigurasi tersebut dipilih sebagai model final karena menghasilkan performa paling seimbang pada data *training* dan *testing*.

5.5 Perbandingan Output Prediksi dengan Data Aktual XGBoost

Subbab ini membahas evaluasi kinerja model XGBoost dengan membandingkan hasil prediksi dan data aktual respon spektrum multi-periode pada berbagai *Seismic Design Category* (SDC). Satu model XGBoost terbaik hasil tuning hyperparameter digunakan untuk memprediksi seluruh dataset SDC A, C, D, dan F, sehingga kinerja model dapat dinilai secara menyeluruh dan konsisten pada berbagai tingkat bahaya gempa.

5.4.1 Respon Spektrum SDC-A

Pada kategori SDC-A, evaluasi model dilakukan menggunakan sampel titik yang mewakili wilayah dengan tingkat bahaya gempa rendah. Sampel ini tidak diambil dari data pelatihan maupun pengujian, melainkan berasal dari ASCE Hazard Tool. Berikut adalah gambar pemilihan sampel titik yang dapat dilihat pada gambar 5.22.



Gambar 5.22 Sampel Titik SDC-A

Data respons spektrum SDC-A yang diperoleh dari ASCE Hazard Tool berdasarkan standar ASCE/SEI 7-22 mencakup klasifikasi tanah, parameter spektrum dua-periode yang digunakan sebagai data masukan dalam uji perbandingan MPRS aktual dan prediksi XGBoost dapat dilihat sebagai berikut.

$$SS = 0,082$$

$$S1 = 0,023$$

$$TL = 4 \text{ detik}$$

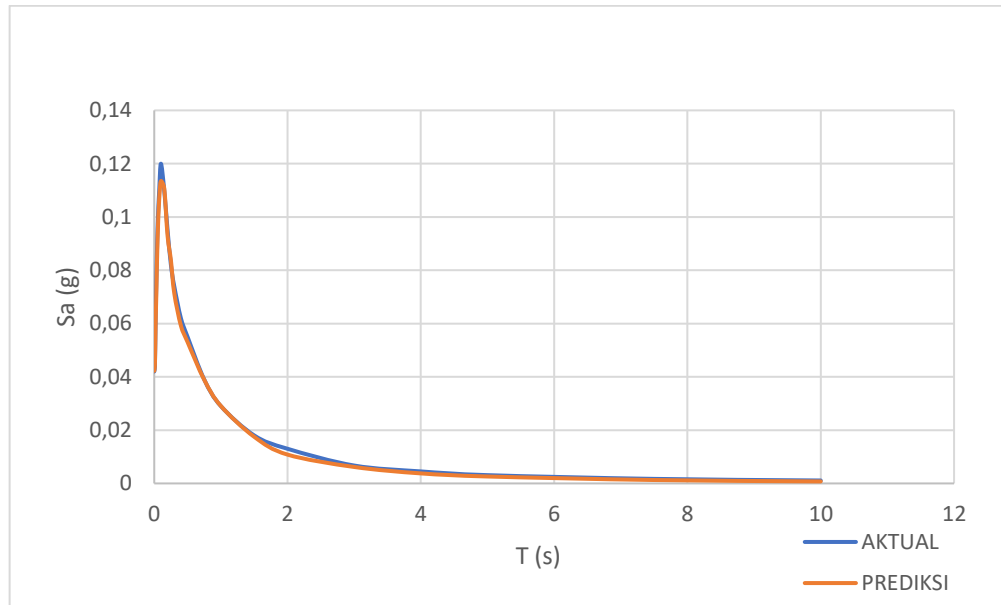
$$Vs30 = 530 \text{ (Tanah keras); } 260 \text{ (Tanah sedang); } 150 \text{ (Tanah lunak)}$$

Berikut merupakan hasil perbandingan respons spektrum multi periode pada SDC-A antara aktual dan prediksi XGBoost berdasarkan jenis tanah (SC, SD, SE) yang dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

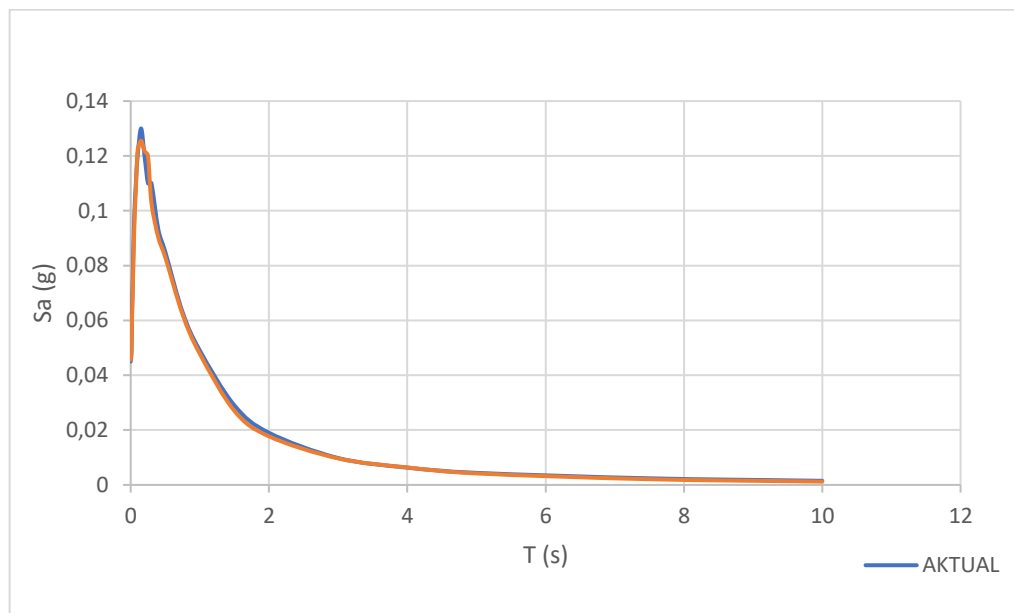
Tabel 5.2 Hasil Perbandingan MPRS Aktual dan Prediksi SDC-A

Periode	SC		SD		SE	
	Aktual	Prediksi	Aktual	Prediksi	Aktual	Prediksi
T(s)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)
0	0.042	0.04223	0.045	0.04555	0.045	0.04551
0.01	0.044	0.0444	0.048	0.04807	0.047	0.04738
0.02	0.061	0.05902	0.064	0.06145	0.063	0.06149
0.03	0.074	0.06984	0.075	0.07092	0.074	0.07079
0.05	0.096	0.09204	0.097	0.09245	0.096	0.09141
0.075	0.11	0.10689	0.11	0.10809	0.11	0.10344
0.1	0.12	0.11349	0.12	0.12195	0.12	0.11465
0.15	0.11	0.1107	0.13	0.12555	0.12	0.12185
0.2	0.095	0.09289	0.12	0.12171	0.12	0.1162
0.25	0.082	0.08374	0.11	0.11993	0.11	0.11677
0.3	0.074	0.0714	0.11	0.10293	0.11	0.10685
0.4	0.062	0.05922	0.093	0.0901	0.097	0.09983
0.5	0.055	0.05306	0.085	0.08304	0.09	0.08977
0.75	0.039	0.03888	0.063	0.06216	0.066	0.06883
1	0.029	0.02904	0.049	0.04777	0.05	0.05162
1.5	0.018	0.01749	0.029	0.027	0.029	0.02916
2	0.013	0.01081	0.019	0.01772	0.019	0.01959
3	0.0067	0.00617	0.0098	0.00966	0.0099	0.01081
4	0.0045	0.00376	0.0063	0.00637	0.0062	0.0073
5	0.0031	0.0026	0.0044	0.00419	0.0043	0.00477
7.5	0.0017	0.00128	0.0024	0.00208	0.0024	0.00223
10	0.0011	0.00075	0.0015	0.00121	0.0015	0.00126

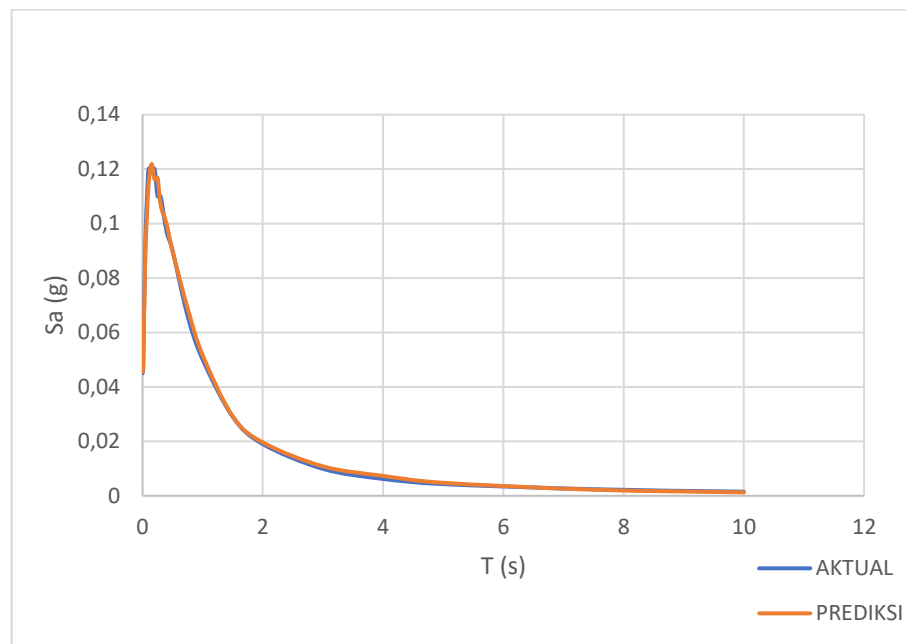
Dari Tabel 5.2 divisualisasikan menjadi grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5.23 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Keras (SC)



Gambar 5.24 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Sedang (SD)



Gambar 5.25 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Lunak (SE)

Hasil perbandingan antara kurva spektrum respons aktual dan hasil prediksi model XGBoost pada kategori bahaya gempa rendah (SDC-A) menunjukkan bahwa model mampu merepresentasikan bentuk spektrum respons multi-periode (MPRS) dengan tingkat kesesuaian yang sangat baik pada ketiga kelas tanah, yaitu SC, SD, dan SE. Secara visual, kurva prediksi mengikuti pola dasar spektrum aktual pada seluruh rentang periode getar, mulai dari periode sangat pendek ($T < 0,1$ detik), zona plateau, hingga periode panjang ($T > 1$ detik). Secara kuantitatif, seluruh deviasi maksimum yang diperoleh berada di bawah 0,01 g, dengan rata-rata deviasi absolut berkisar antara 0,0019 g hingga 0,0028 g. Nilai ini menunjukkan bahwa kesalahan prediksi model tergolong sangat kecil dibandingkan amplitudo spektrum yang berada pada kisaran 0,05–0,13 g.

Pada tanah keras (SC), kesesuaian antara kurva aktual dan prediksi terlihat sangat baik pada hampir seluruh 22 ordinat periode. Deviasi maksimum tercatat sebesar 0,00651 g pada $T = 0,1$ detik, yang merupakan periode dominan dengan nilai spektrum sekitar 0,12 g. Secara relatif, kesalahan tersebut hanya sekitar 5,4% terhadap nilai aktual. Rata-rata deviasi absolut pada tanah keras sebesar $\pm 0,0019$ g, dan sekitar 82% dari seluruh ordinat memiliki deviasi kurang dari 0,003 g. Pada

periode panjang ($T \geq 1$ detik), deviasi semakin kecil, bahkan mencapai 0,00012 g pada $T = 0,75$ detik. Hal ini menunjukkan bahwa model sangat stabil dalam memprediksi respons struktur berperiode menengah hingga panjang pada tanah keras, serta mampu menangkap karakteristik respons dominan periode pendek dengan akurasi tinggi.

Pada tanah sedang (SD), performa model menunjukkan tingkat kesesuaian yang bahkan lebih konsisten pada sebagian besar rentang periode. Deviasi maksimum sebesar 0,00993 g terjadi pada $T = 0,25$ detik, sedangkan pada periode dominan $T = 0,15$ detik deviasi hanya sekitar 0,00445 g atau sekitar 3,4% terhadap nilai aktual. Rata-rata deviasi absolut sebesar $\pm 0,0027$ g, dengan sekitar 77% ordinat memiliki selisih kurang dari 0,003 g. Pada periode panjang ($T \geq 2$ detik), deviasi berada pada kisaran 0,00007–0,00128 g, yang menunjukkan kestabilan model dalam merekonstruksi bagian spektrum yang menurun secara gradual. Secara umum, meskipun tanah sedang memiliki karakteristik amplifikasi yang lebih kompleks dibanding tanah keras, model XGBoost tetap mampu menjaga akurasi prediksi dalam batas kesalahan relatif di bawah $\pm 5\%$ pada titik-titik penting spektrum.

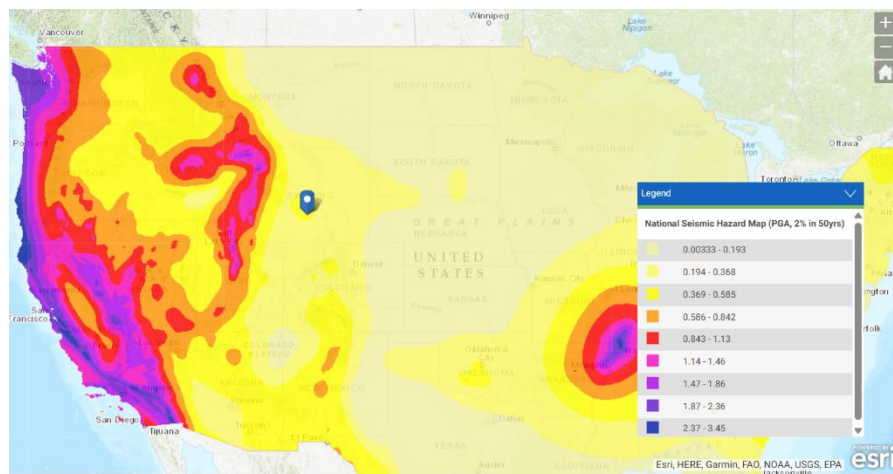
Pada tanah lunak (SE), pola umum spektrum respons tetap dapat direpresentasikan dengan baik oleh model, meskipun deviasi cenderung sedikit lebih besar dibandingkan SC dan SD. Deviasi maksimum tercatat sebesar 0,00656 g pada $T = 0,075$ detik. Pada periode dominan $T = 0,1$ detik, selisih relatif sekitar 4,5%, sedangkan pada $T = 0,15$ detik hanya sekitar 1,5%. Rata-rata deviasi absolut sebesar $\pm 0,0028$ g, dengan sekitar 68% ordinat memiliki selisih kurang dari 0,003 g. Pada periode panjang ($T \geq 4$ detik), deviasi kembali mengecil hingga sekitar 0,00017–0,00110 g. Peningkatan deviasi pada periode pendek menunjukkan bahwa karakteristik nonlinier dan efek amplifikasi tanah lunak lebih sulit dimodelkan secara presisi, namun secara absolut kesalahan tetap kecil dan tidak mengubah bentuk utama spektrum respons.

Secara keseluruhan, menunjukkan bahwa model XGBoost mampu merekonstruksi spektrum respons multi-periode dengan tingkat akurasi yang tinggi pada kategori SDC-A. Nilai rata-rata deviasi absolut yang sangat kecil ($< 0,003$ g)

serta kesalahan relatif pada periode dominan yang berada dalam kisaran 3–6% menegaskan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam menangkap hubungan nonlinier parameter seismik. Deviasi yang cenderung lebih besar pada periode pendek mengindikasikan sensitivitas model terhadap zona transisi menuju plateau spektrum, sedangkan kestabilan pada periode panjang menunjukkan kemampuan generalisasi yang baik.

5.4.2 Respon Spektrum SDC-C

Pada kategori SDC-C, evaluasi model dilakukan menggunakan sampel titik yang mewakili wilayah dengan tingkat bahaya gempa rendah. Sampel ini tidak diambil dari data pelatihan maupun pengujian, melainkan berasal dari ASCE Hazard Tool. Berikut adalah gambar pemilihan sampel titik yang dapat dilihat pada gambar 5.26.



Gambar 5.26 Sampel Titik SDC-C

Data respons spektrum SDC-C yang diperoleh dari ASCE Hazard Tool berdasarkan standar ASCE/SEI 7-22 mencakup klasifikasi tanah, parameter spektrum dua-periode yang digunakan sebagai data masukan dalam uji perbandingan MPRS aktual dan prediksi XGBoost dapat dilihat sebagai berikut.

$$SS = 0,33$$

$$S1 = 0,059$$

$$TL = 4 \text{ detik}$$

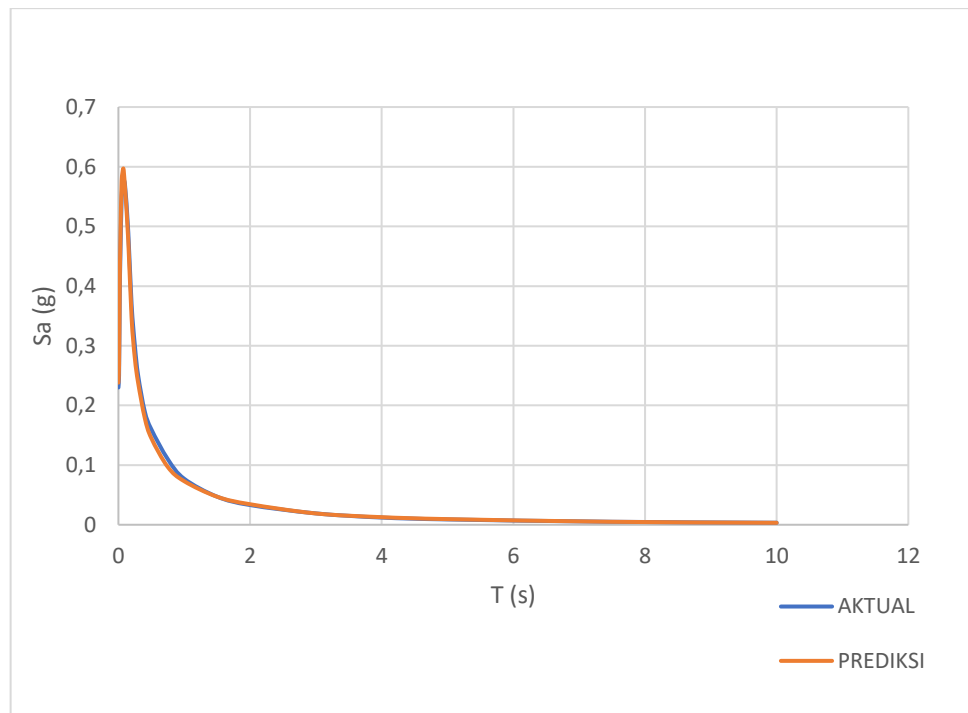
$$Vs30 = 530 \text{ (Tanah keras); } 260 \text{ (Tanah sedang); } 150 \text{ (Tanah lunak)}$$

Berikut merupakan hasil perbandingan respons spektrum multi periode pada SDC-C antara aktual dan prediksi XGBoost berdasarkan jenis tanah (SC, SD, SE) yang dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

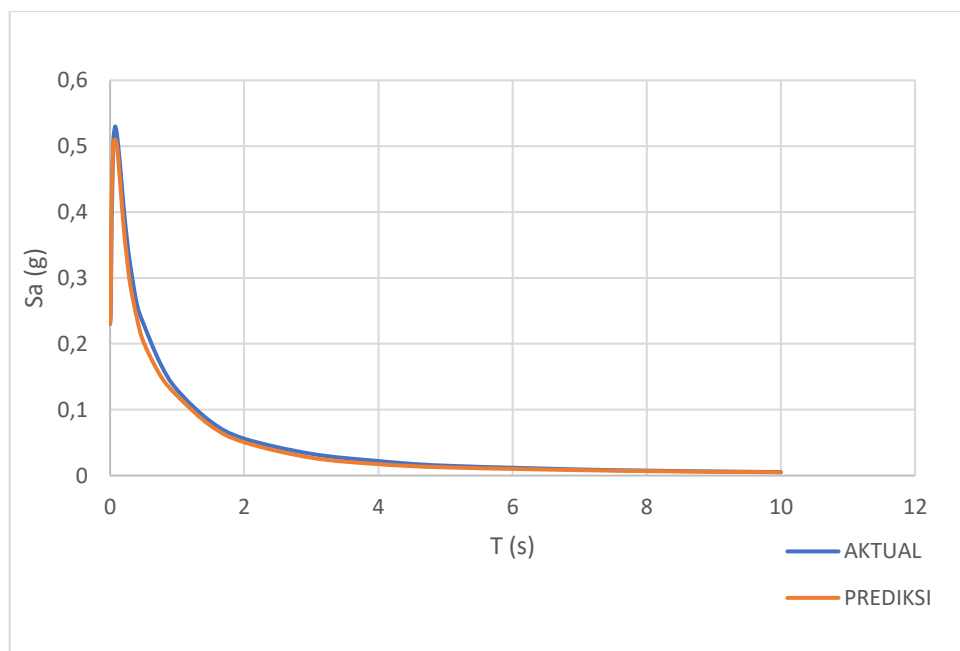
Tabel 5.3 Hasil Perbandingan MPRS Aktual dan Prediksi SDC-C

Periode	SC		SD		SE	
	Aktual	Prediksi	Aktual	Prediksi	Aktual	Prediksi
T(s)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)
0	0.23	0.23809	0.23	0.23053	0.21	0.22172
0.01	0.25	0.26779	0.25	0.25993	0.24	0.24132
0.02	0.38	0.39785	0.36	0.3886	0.35	0.3694
0.03	0.45	0.47651	0.42	0.44838	0.4	0.42037
0.05	0.55	0.57677	0.51	0.50759	0.47	0.46985
0.075	0.58	0.59714	0.53	0.5102	0.48	0.45877
0.1	0.57	0.56543	0.52	0.50221	0.46	0.43104
0.15	0.49	0.47589	0.47	0.44506	0.41	0.37718
0.2	0.37	0.34736	0.41	0.37963	0.36	0.31643
0.25	0.3	0.27879	0.36	0.33072	0.31	0.27367
0.3	0.25	0.2378	0.32	0.2899	0.29	0.25246
0.4	0.19	0.17923	0.26	0.23895	0.25	0.20228
0.5	0.16	0.14509	0.23	0.20236	0.23	0.18563
0.75	0.11	0.09685	0.17	0.15187	0.19	0.14075
1	0.077	0.07294	0.13	0.12113	0.15	0.11185
1.5	0.047	0.04696	0.082	0.07555	0.11	0.07264
2	0.033	0.03438	0.056	0.05049	0.08	0.05021
3	0.019	0.01895	0.033	0.02702	0.049	0.02721
4	0.012	0.0127	0.022	0.01732	0.032	0.01699
5	0.0089	0.00942	0.015	0.01242	0.022	0.01194
7.5	0.005	0.00495	0.0082	0.00739	0.012	0.00745
10	0.0034	0.00324	0.0053	0.00495	0.0073	0.00564

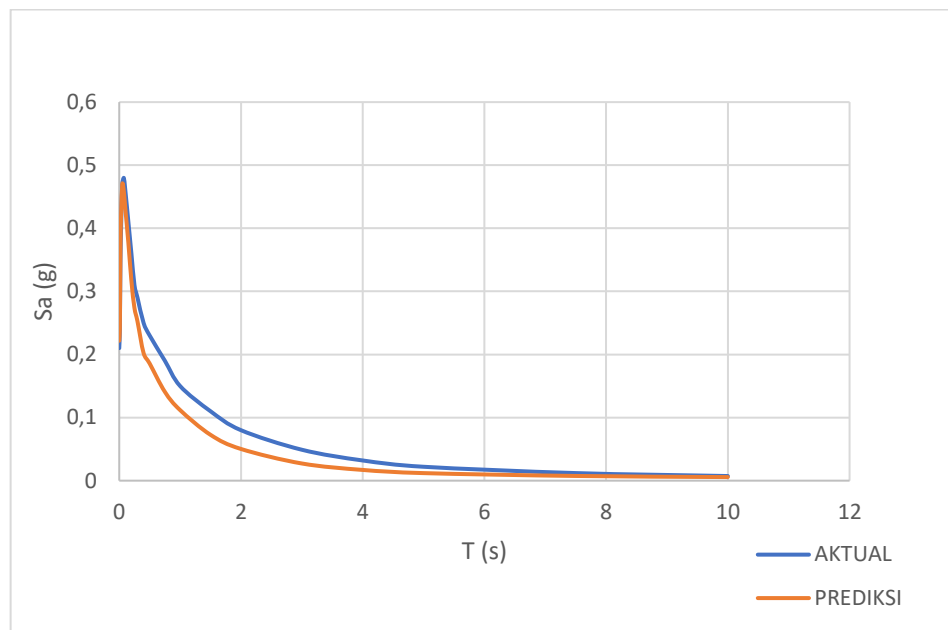
Dari Tabel 5.3 divisualisasikan menjadi grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5.27 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Keras (SC)



Gambar 5.28 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Sedang (SD)



Gambar 5.29 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Lunak (SE)

Hasil perbandingan antara spektrum respons aktual dan hasil prediksi model XGBoost pada kategori bahaya gempa menengah (SDC-C) menunjukkan bahwa model secara umum mampu merepresentasikan bentuk spektrum respons multi-periode (MPRS) dengan tingkat kesesuaian yang baik pada ketiga kelas tanah, yaitu SC (tanah keras), SD (tanah sedang), dan SE (tanah lunak). Secara kualitatif, kurva prediksi mengikuti pola dasar spektrum aktual, yaitu peningkatan tajam pada periode sangat pendek ($T < 0,1$ detik), mencapai puncak atau plateau pada periode pendek–menengah, kemudian menurun secara bertahap pada periode panjang ($T > 1$ detik). Pola ini menunjukkan bahwa model berhasil menangkap karakteristik umum respons seismik pada tingkat bahaya gempa menengah. Secara kuantitatif, deviasi prediksi terhadap data aktual relatif kecil pada sebagian besar ordinat, terutama pada tanah keras dan tanah sedang.

Pada tanah keras (SC), performa model tergolong sangat baik. Deviasi maksimum tercatat sebesar 0,02677 g pada periode $T = 0,05$ detik. Pada periode puncak spektrum, yaitu $T = 0,075$ detik dengan nilai aktual sebesar 0,58 g, deviasi hanya sekitar 0,01714 g atau secara relatif sekitar 2,95%. Rata-rata deviasi absolut dari 22 ordinat berada pada kisaran $\pm 0,007$ – $0,008$ g. Pada periode panjang ($T \geq 1$ detik), deviasi semakin kecil, umumnya di bawah 0,005 g dan bahkan mendekati

0,0002 g pada $T \geq 7,5$ detik. Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki kestabilan yang sangat baik dalam memodelkan respons struktur berperiode menengah hingga panjang, serta mampu mempertahankan kesalahan relatif dalam kisaran 1–5% pada zona spektrum yang paling dominan.

Pada tanah sedang (SD), kesesuaian kurva prediksi dan aktual juga tergolong baik meskipun deviasi sedikit lebih besar dibanding tanah keras. Deviasi maksimum terjadi pada periode $T = 0,2$ detik sebesar sekitar 0,03037 g. Pada periode plateau utama $T = 0,075$ detik (S_a aktual = 0,53 g), selisih prediksi sekitar 0,0198 g atau sekitar 3,7% secara relatif. Rata-rata deviasi absolut berada pada kisaran $\pm 0,009$ –0,010 g. Seperti pada tanah keras, deviasi pada periode panjang ($T \geq 2$ detik) menurun signifikan hingga berada dalam rentang 0,001–0,006 g. Hal ini menunjukkan bahwa model tetap mampu mempertahankan kestabilan prediksi meskipun tanah sedang memiliki karakteristik amplifikasi yang lebih kompleks. Secara umum, kesalahan relatif pada tanah sedang masih berada dalam kisaran 2–6%, yang menunjukkan tingkat akurasi yang baik.

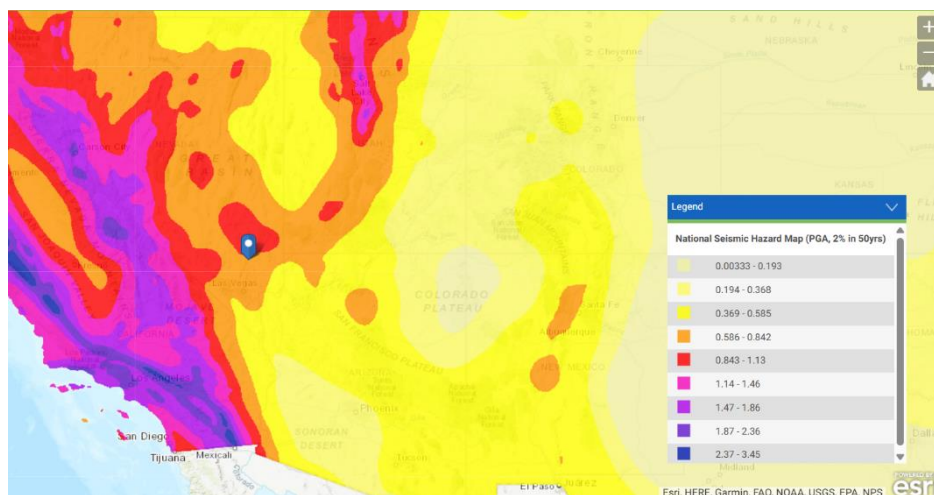
Pada tanah lunak (SE), model masih mampu mengikuti pola umum spektrum respons, namun tingkat deviasi relatif lebih besar dibanding SC dan SD. Deviasi maksimum tercatat sekitar 0,02896 g pada periode $T = 0,1$ detik. Pada periode puncak sekitar $T = 0,075$ –0,1 detik (S_a aktual = 0,46–0,48 g), deviasi relatif berkisar antara 5–6%. Rata-rata deviasi absolut berada pada kisaran $\pm 0,015$ –0,020 g. Meskipun lebih besar dibanding dua kelas tanah lainnya, nilai tersebut masih tergolong kecil dibandingkan amplitudo spektrum yang mencapai hampir 0,5 g. Pada periode panjang ($T \geq 3$ detik), deviasi kembali menurun hingga sekitar 0,002–0,02 g, yang menunjukkan bahwa model tetap mampu mempertahankan bentuk penurunan spektrum secara konsisten. Peningkatan deviasi pada periode pendek mengindikasikan bahwa zona amplifikasi maksimum pada tanah lunak lebih sensitif terhadap variasi parameter input dan karakteristik nonlinier.

Secara keseluruhan, menunjukkan bahwa model XGBoost memiliki kemampuan yang baik dalam merekonstruksi spektrum respons multi-periode pada tingkat bahaya gempa menengah. Pada tanah keras dan tanah sedang, kesalahan relatif umumnya berada di bawah $\pm 6\%$ dengan rata-rata deviasi absolut kurang dari

0,01 g. Pada tanah lunak, meskipun deviasi sedikit lebih besar terutama pada periode pendek, model tetap mampu mempertahankan bentuk utama spektrum tanpa distorsi signifikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik terhadap peningkatan tingkat bahaya gempa, namun sensitivitas terhadap kondisi tanah lunak perlu menjadi perhatian dalam pengembangan model lanjutan untuk meningkatkan akurasi pada zona amplifikasi maksimum.

5.4.3 Respon Spektrum SDC-D

Pada kategori SDC-D, evaluasi model dilakukan menggunakan sampel titik yang mewakili wilayah dengan tingkat bahaya gempa rendah. Sampel ini tidak diambil dari data pelatihan maupun pengujian, melainkan berasal dari ASCE Hazard Tool. Berikut adalah gambar pemilihan sampel titik yang dapat dilihat pada gambar 5.30.



Gambar 5.30 Sampel Titik SDC-D

Data respons spektrum SDC-D yang diperoleh dari ASCE Hazard Tool berdasarkan standar ASCE/SEI 7-22 mencakup klasifikasi tanah, parameter spektrum dua-periode yang digunakan sebagai data masukan dalam uji perbandingan MPRS aktual dan prediksi XGBoost dapat dilihat sebagai berikut.

SS = 0,59

S1 = 0,17

TL = 6 detik

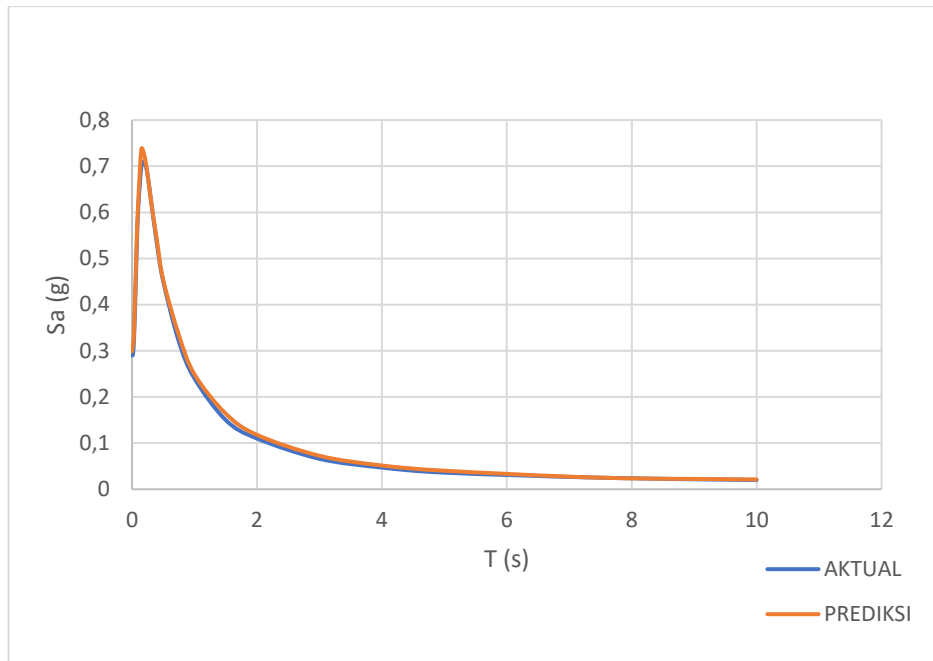
Vs30 = 530 (Tanah keras); 260 (Tanah sedang); 150 (Tanah lunak)

Berikut merupakan hasil perbandingan respons spektrum multi periode pada SDC-D antara aktual dan prediksi XGBoost berdasarkan jenis tanah (SC, SD, SE) yang dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

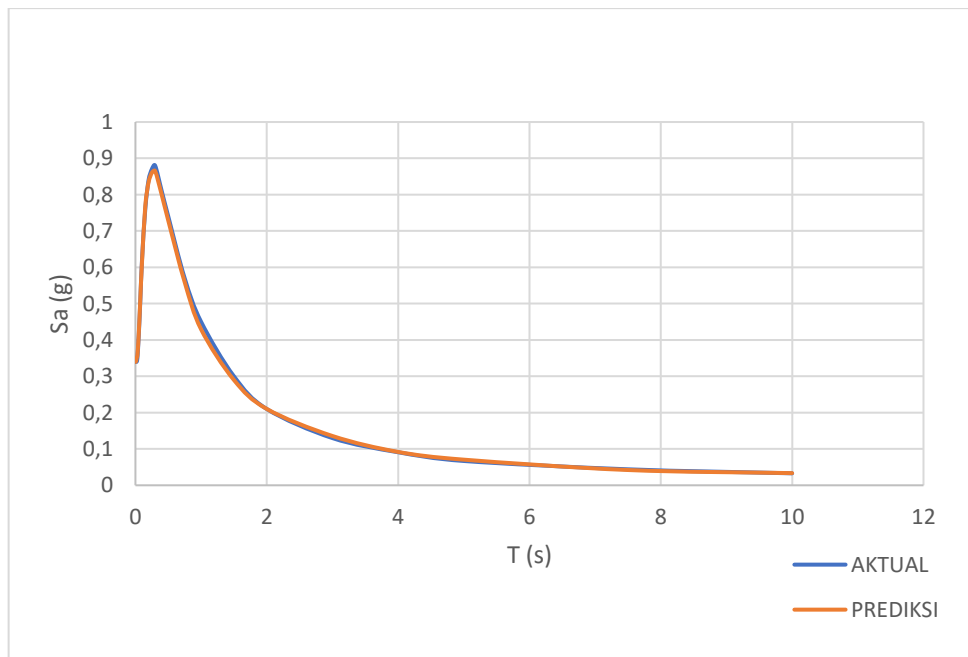
Tabel 5.4 Hasil Perbandingan MPRS Aktual dan Prediksi SDC-D

Periode	SC		SD		SE	
	Aktual	Prediksi	Aktual	Prediksi	Aktual	Prediksi
T(s)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)
0	0.29	0.29882	0.34	0.33961	0.34	0.34171
0.01	0.29	0.30815	0.34	0.34185	0.35	0.34542
0.02	0.3	0.31438	0.34	0.35105	0.35	0.35633
0.03	0.32	0.33604	0.35	0.35726	0.34	0.3488
0.05	0.4	0.42347	0.41	0.41538	0.38	0.39174
0.075	0.52	0.53657	0.51	0.51496	0.48	0.47359
0.1	0.61	0.62341	0.62	0.61449	0.58	0.57482
0.15	0.7	0.73708	0.76	0.76832	0.75	0.7443
0.2	0.71	0.72144	0.84	0.83374	0.86	0.84508
0.25	0.68	0.68075	0.87	0.86024	0.94	0.91147
0.3	0.63	0.62883	0.88	0.86507	1	0.95342
0.4	0.53	0.53789	0.81	0.79976	1	0.95104
0.5	0.45	0.45321	0.74	0.72879	0.97	0.92947
0.75	0.32	0.33407	0.57	0.55924	0.8	0.74592
1	0.24	0.249	0.45	0.4293	0.67	0.61781
1.5	0.15	0.16379	0.3	0.28986	0.49	0.45949
2	0.11	0.11789	0.21	0.2102	0.37	0.34965
3	0.066	0.07257	0.13	0.13569	0.23	0.22688
4	0.047	0.05147	0.091	0.09189	0.16	0.1497
5	0.036	0.0402	0.067	0.07057	0.11	0.11354
7.5	0.025	0.02507	0.044	0.04208	0.071	0.06318
10	0.02	0.0212	0.033	0.03349	0.051	0.04784

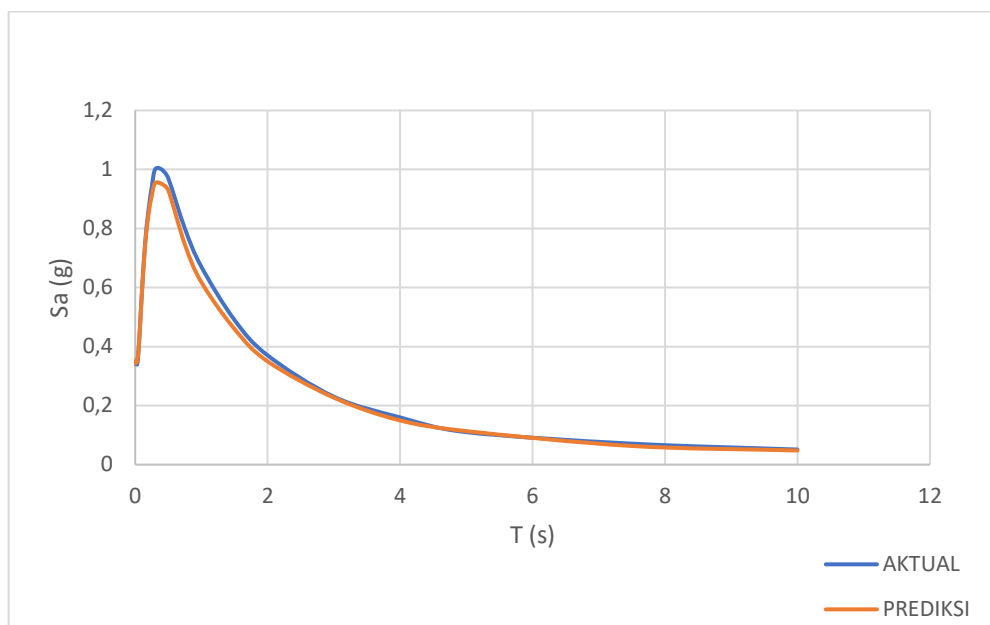
Dari Tabel 5.4 divisualisasikan menjadi grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5.31 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Keras (SC)



Gambar 5.32 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Sedang (SD)



Gambar 5.33 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Lunak (SE)

Hasil perbandingan antara spektrum respons aktual dan hasil prediksi model XGBoost pada kategori bahaya gempa tinggi (SDC-D) menunjukkan bahwa model secara umum mampu merepresentasikan bentuk spektrum respons multi-periode (MPRS) dengan tingkat kesesuaian yang sangat baik pada ketiga kelas tanah, yaitu SC (tanah keras), SD (tanah sedang), dan SE (tanah lunak). Secara kualitatif, kurva prediksi mengikuti pola dasar spektrum aktual, yaitu peningkatan signifikan pada periode sangat pendek ($T < 0,1$ detik), mencapai nilai maksimum atau plateau pada periode pendek-menengah, kemudian menurun secara bertahap pada periode panjang ($T > 1$ detik). Pola ini konsisten dengan karakteristik spektrum desain untuk wilayah dengan tingkat bahaya gempa tinggi, sehingga menunjukkan bahwa model berhasil menangkap perilaku respons seismik secara menyeluruh.

Pada tanah keras (SC), performa model tergolong sangat baik dengan deviasi yang relatif kecil pada hampir seluruh periode. Deviasi maksimum tercatat sebesar sekitar 0,02347 g pada periode $T = 0,05$ detik. Pada periode puncak spektrum, yaitu $T = 0,2$ detik dengan nilai aktual sebesar 0,71 g, selisih prediksi hanya sekitar 0,01144 g atau sekitar 1,6% secara relatif. Rata-rata deviasi absolut dari seluruh ordinat berada pada kisaran $\pm 0,010$ – $0,012$ g. Pada periode panjang ($T \geq 1$ detik), deviasi semakin kecil dan umumnya berada di bawah 0,003 g, bahkan mendekati

0,00007 g pada $T = 7,5$ detik. Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki kestabilan yang sangat baik dalam memodelkan respons struktur pada zona percepatan tinggi maupun pada bagian ekor spektrum.

Pada tanah sedang (SD), kesesuaian antara kurva prediksi dan aktual juga sangat baik meskipun deviasi sedikit lebih besar dibanding tanah keras. Deviasi maksimum terjadi pada periode $T = 0,3$ detik sebesar sekitar 0,01493 g. Pada periode plateau utama $T = 0,3$ detik (S_a aktual = 0,88 g), selisih relatif hanya sekitar 1,7%. Rata-rata deviasi absolut berada pada kisaran $\pm 0,009$ –0,011 g. Pada periode panjang ($T \geq 2$ detik), deviasi menurun signifikan dan umumnya berada di bawah 0,006 g. Pola ini menunjukkan bahwa model mampu mempertahankan akurasi yang konsisten meskipun tanah sedang memiliki efek amplifikasi yang lebih kompleks dibanding tanah keras. Secara umum, kesalahan relatif pada tanah sedang berada dalam kisaran 1–4%, yang mengindikasikan tingkat presisi yang sangat baik.

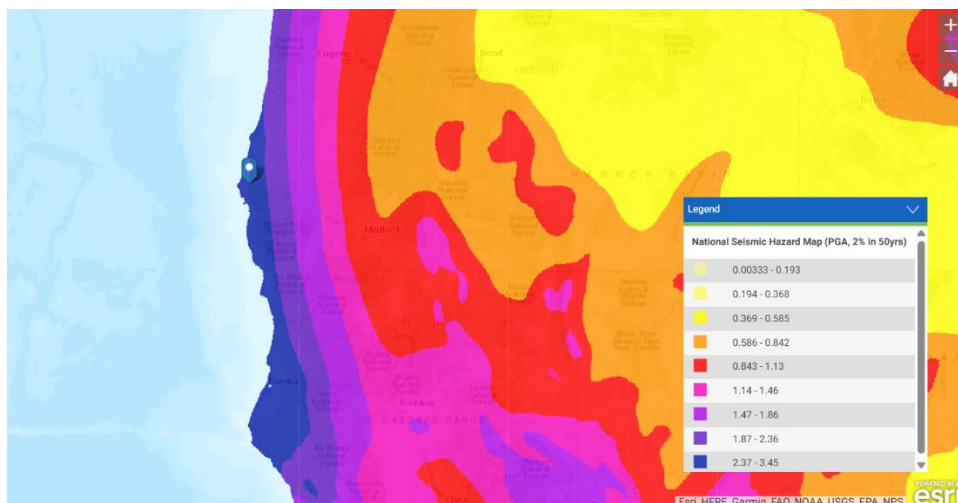
Pada tanah lunak (SE), model tetap mampu mengikuti pola umum spektrum respons dengan baik, meskipun deviasi relatif sedikit lebih besar dibandingkan SC dan SD. Deviasi maksimum tercatat sebesar sekitar 0,04008 g pada periode $T = 0,75$ detik. Pada periode puncak sekitar $T = 0,3$ –0,4 detik (S_a aktual $\approx 1,0$ g), deviasi relatif berkisar antara 4–5%. Rata-rata deviasi absolut berada pada kisaran $\pm 0,020$ –0,025 g. Meskipun lebih besar dibanding dua kelas tanah lainnya, nilai tersebut masih tergolong kecil dibandingkan amplitudo spektrum yang mencapai 1,0 g. Pada periode panjang ($T \geq 3$ detik), deviasi kembali menurun hingga berada pada kisaran 0,003–0,013 g, yang menunjukkan bahwa model tetap mampu mempertahankan bentuk penurunan spektrum secara konsisten. Peningkatan deviasi pada beberapa periode menengah mengindikasikan bahwa respons tanah lunak yang mengalami amplifikasi tinggi lebih sensitif terhadap variasi parameter input dan karakteristik nonlinier.

Secara keseluruhan, analisis kualitatif dan kuantitatif pada SDC-D menunjukkan bahwa model XGBoost memiliki kemampuan yang sangat baik dalam merekonstruksi spektrum respons multi-periode pada tingkat bahaya gempa tinggi. Pada tanah keras dan tanah sedang, kesalahan relatif umumnya berada di bawah $\pm 4\%$ dengan rata-rata deviasi absolut kurang dari 0,012 g. Pada tanah lunak,

meskipun deviasi sedikit lebih besar terutama pada periode menengah dengan amplitudo tinggi, model tetap mampu mempertahankan bentuk utama spektrum tanpa distorsi signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang kuat pada tingkat bahaya gempa tinggi, meskipun sensitivitas terhadap zona amplifikasi maksimum pada tanah lunak masih menjadi aspek yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk meningkatkan presisi prediksi.

5.4.4 Respon Spektrum SDC-F

Pada kategori SDC-F, evaluasi model dilakukan menggunakan sampel titik yang mewakili wilayah dengan tingkat bahaya gempa rendah. Sampel ini tidak diambil dari data pelatihan maupun pengujian, melainkan berasal dari ASCE Hazard Tool. Berikut adalah gambar pemilihan sampel titik yang dapat dilihat pada gambar 5.34.



Gambar 5.34 Sampel Titik SDC-F

Data respons spektrum SDC-F yang diperoleh dari ASCE Hazard Tool berdasarkan standar ASCE/SEI 7-22 mencakup klasifikasi tanah, parameter spektrum dua-periode yang digunakan sebagai data masukan dalam uji perbandingan MPRS aktual dan prediksi XGBoost dapat dilihat sebagai berikut.

SS = 2,73

S1 = 1,05

TL = 16 detik

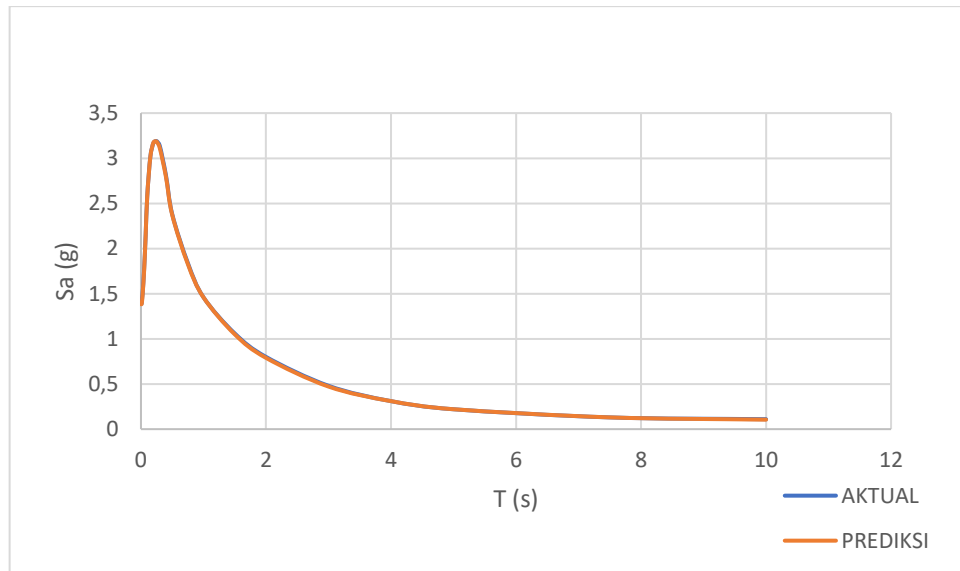
Vs30 = 530 (Tanah keras); 260 (Tanah sedang); 150 (Tanah lunak)

Berikut merupakan hasil perbandingan respons spektrum multi periode pada SDC-F antara aktual dan prediksi XGBoost berdasarkan jenis tanah (SC, SD, SE) yang dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini

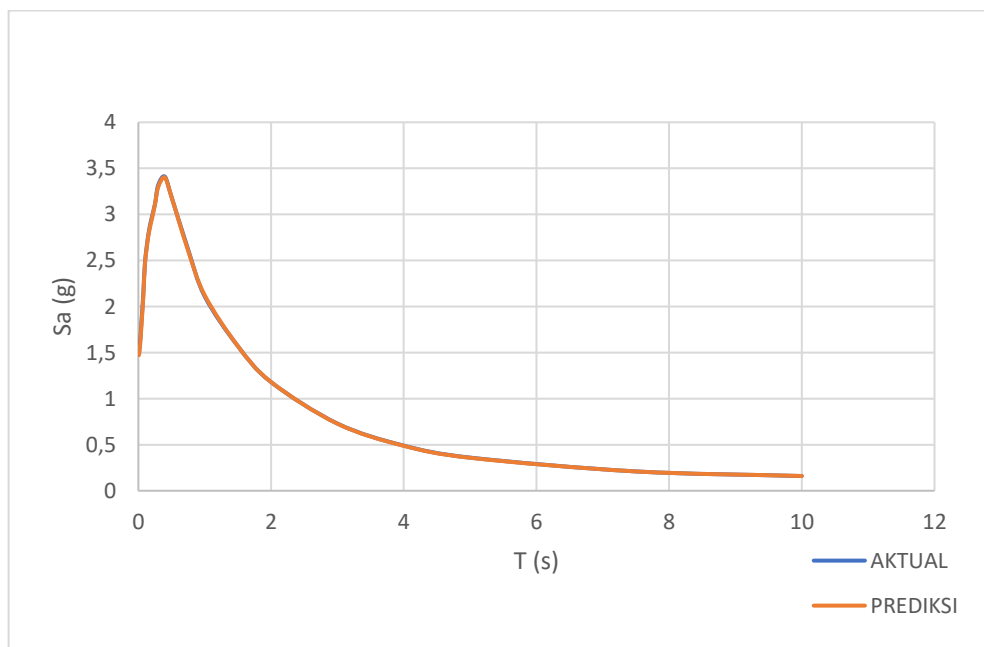
Tabel 5.5 Hasil Perbandingan MPRS Aktual dan Prediksi SDC-F

Periode	SC		SD		SE	
	Aktual	Prediksi	Aktual	Prediksi	Aktual	Prediksi
T(s)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)	Sa(g)
0	1.39	1.38377	1.49	1.47323	1.73	1.70314
0.01	1.39	1.38363	1.49	1.47357	1.73	1.69853
0.02	1.46	1.43755	1.58	1.54727	1.85	1.81573
0.03	1.54	1.53022	1.65	1.61131	1.97	1.93262
0.05	1.77	1.75518	1.87	1.8325	2.3	2.24356
0.075	2.15	2.14695	2.14	2.10943	2.57	2.5207
0.1	2.58	2.58193	2.48	2.46205	2.86	2.80602
0.15	3.02	3.01573	2.78	2.76325	3.03	3.00741
0.2	3.17	3.17515	2.96	2.93784	3.12	3.07638
0.25	3.19	3.18514	3.11	3.10528	3.32	3.26506
0.3	3.14	3.11485	3.32	3.29847	3.54	3.4912
0.4	2.81	2.79132	3.41	3.40163	3.62	3.59512
0.5	2.38	2.37202	3.19	3.18926	3.56	3.50472
0.75	1.84	1.82766	2.62	2.60689	3.1	3.07025
1	1.46	1.45928	2.11	2.12251	2.61	2.59399
1.5	1.06	1.05023	1.57	1.57093	2.08	2.09631
2	0.8	0.78928	1.18	1.18084	1.67	1.68956
3	0.48	0.47163	0.73	0.72853	1.06	1.0751
4	0.31	0.31014	0.49	0.48808	0.75	0.75289
5	0.22	0.22036	0.36	0.35811	0.56	0.56389
7.5	0.13	0.13022	0.21	0.21005	0.32	0.32157
10	0.11	0.1047	0.16	0.16044	0.24	0.23974

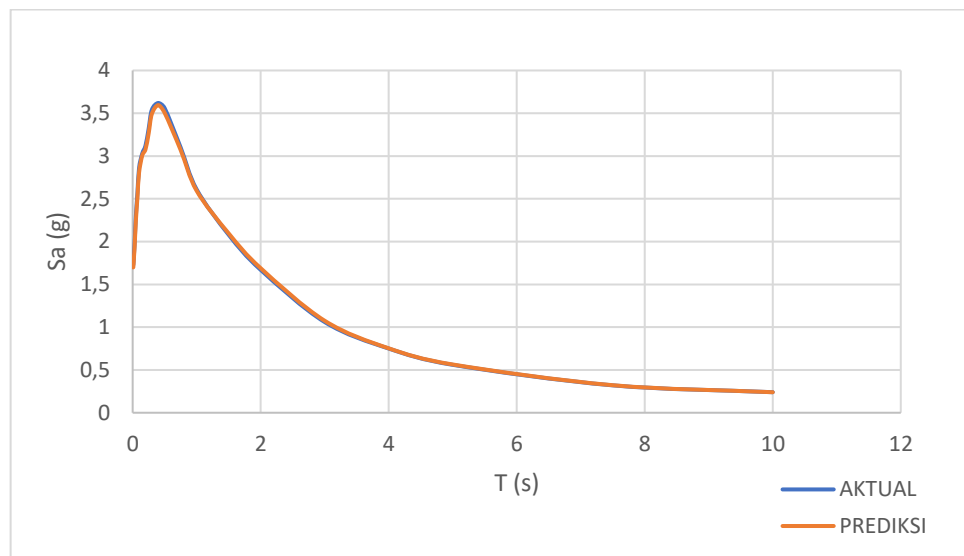
Dari Tabel 5.4 divisualisasikan menjadi grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 5.35 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Keras (SC)



Gambar 5.36 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Sedang (SD)



Gambar 5.37 Grafik MPRS Aktual dan Prediksi Tanah Lunak (SE)

Hasil perbandingan antara spektrum respons aktual dan hasil prediksi model XGBoost pada kategori bahaya gempa sangat tinggi (SDC-F) menunjukkan bahwa model secara umum mampu merepresentasikan bentuk spektrum respons multi-periode (MPRS) dengan tingkat kesesuaian yang sangat baik pada ketiga kelas tanah, yaitu SC, SD dan SE (tanah lunak). Secara kualitatif, kurva prediksi mengikuti pola dasar spektrum aktual, yaitu peningkatan sangat tajam pada periode sangat pendek ($T < 0,1$ detik), mencapai nilai maksimum pada periode pendek–menengah, kemudian mengalami penurunan bertahap pada periode panjang ($T > 1$ detik). Pola ini mencerminkan karakteristik spektrum desain untuk wilayah dengan tingkat bahaya gempa sangat tinggi, di mana amplitudo percepatan spektral jauh lebih besar dibanding SDC-C maupun SDC-D.

Pada tanah keras (SC), performa model tergolong sangat baik dengan deviasi yang relatif kecil pada hampir seluruh periode. Deviasi maksimum tercatat sekitar 0,02377 g pada periode $T = 0$ detik. Pada periode puncak spektrum, yaitu $T = 0,25$ detik dengan nilai aktual sebesar 3,19 g, selisih prediksi hanya sekitar 0,00486 g atau kurang dari 0,2% secara relatif. Rata-rata deviasi absolut berada pada kisaran $\pm 0,010$ – $0,015$ g. Pada periode panjang ($T \geq 2$ detik), deviasi semakin kecil dan umumnya berada di bawah 0,01 g, bahkan mendekati 0,00022 g pada $T = 7,5$ detik.

Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki kestabilan yang sangat baik dalam memodelkan respons spektrum pada amplitudo tinggi sekalipun.

Pada tanah sedang (SD), kesesuaian kurva prediksi dan aktual juga sangat baik meskipun deviasi sedikit lebih besar dibanding tanah keras pada beberapa periode pendek. Deviasi maksimum terjadi pada periode $T = 0$ detik sebesar sekitar 0,01677 g. Pada periode plateau utama $T = 0,3$ detik (S_a aktual = 3,32 g), selisih prediksi sekitar 0,02153 g atau sekitar 0,65% secara relatif. Rata-rata deviasi absolut berada pada kisaran $\pm 0,012$ –0,020 g. Pada periode panjang ($T \geq 3$ detik), deviasi menurun signifikan dan berada dalam rentang 0,001–0,02 g. Pola ini menunjukkan bahwa model tetap mampu mempertahankan akurasi meskipun nilai spektrum pada SDC-F sangat besar dan karakteristik amplifikasi tanah sedang lebih kompleks dibanding tanah keras.

Pada tanah lunak (SE), amplitudo spektrum merupakan yang terbesar di antara ketiga kelas tanah, dengan nilai puncak mencapai 3,62 g pada $T = 0,4$ detik. Model tetap mampu mengikuti pola umum spektrum respons dengan baik, meskipun deviasi relatif lebih besar dibanding SC dan SD. Deviasi maksimum tercatat sekitar 0,05472 g pada periode $T = 0,3$ detik. Pada periode puncak $T = 0,4$ detik (S_a aktual = 3,62 g), selisih prediksi sekitar 0,02488 g atau sekitar 0,7% secara relatif. Rata-rata deviasi absolut berada pada kisaran $\pm 0,020$ –0,035 g. Meskipun lebih besar dibanding dua kelas tanah lainnya secara absolut, nilai tersebut masih sangat kecil dibandingkan amplitudo spektrum yang melebihi 3 g. Pada periode panjang ($T \geq 5$ detik), deviasi kembali menurun hingga sekitar 0,001–0,01 g, yang menunjukkan bahwa model tetap mampu mempertahankan konsistensi bentuk penurunan spektrum.

Secara keseluruhan, analisis kualitatif dan kuantitatif pada SDC-F menunjukkan bahwa model XGBoost memiliki kemampuan yang sangat kuat dalam merekonstruksi spektrum respons multi-periode pada tingkat bahaya gempa sangat tinggi. Pada tanah keras dan tanah sedang, kesalahan relatif umumnya berada di bawah $\pm 1\%$, sedangkan pada tanah lunak umumnya masih berada di bawah $\pm 2\%$. Meskipun deviasi absolut terlihat lebih besar dibanding SDC-C dan SDC-D karena amplitudo spektrum yang jauh lebih tinggi, secara relatif kesalahan tetap sangat

kecil. Temuan ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang sangat baik bahkan pada kondisi ekstrem dengan percepatan spektral tinggi, serta mampu mempertahankan bentuk utama spektrum tanpa distorsi signifikan di seluruh rentang periode.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan rangkaian penelitian yang telah dilaksanakan, yang mencakup tahap studi literatur, pengumpulan data, eksplorasi data (EDA), praproses data, hingga pengembangan model XGBoost, penerapan model pada kategori SDC-A, SDC-C, SDC-D, dan SDC-F menghasilkan beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Kemampuan XGBoost dalam memodelkan hubungan Non-Linear Spektrum Respons.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa XGBoost sangat mampu memodelkan hubungan nonlinier yang kompleks antara parameter spektrum dua-periode dan ordinat spektrum respons multi-periode. Model berhasil menangkap pola kenaikan spektrum pada periode pendek, posisi dan nilai puncak spektrum, serta tren penurunan spektrum pada periode menengah hingga panjang. Kesesuaian antara kurva prediksi dan data aktual terlihat konsisten pada berbagai kelas tanah dan kategori SDC, meskipun pada tanah yang lebih lunak dan tingkat bahaya seismik yang lebih tinggi terdapat deviasi yang sedikit lebih besar. Secara umum, XGBoost terbukti efektif dalam merepresentasikan perilaku nonlinier respons seismik yang sulit dimodelkan dengan pendekatan konvensional.

2. Validasi Performa dan Akurasi Model MPRS Berbasis XGBoost

Performa dan akurasi model MPRS divalidasi menggunakan tiga indikator statistik, yaitu *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan koefisien determinasi (R^2). Hasil validasi menunjukkan nilai RMSE sebesar 0,03035 atau sekitar 3%, yang menandakan kesalahan prediksi relatif kecil. Nilai MAPE sebesar 3,35% menunjukkan bahwa rata-rata perbedaan antara nilai prediksi dan nilai aktual berada dalam batas yang rendah dan dapat diterima. Selain itu, nilai R^2

sebesar 0,99740 atau 99,74% mengindikasikan bahwa model mampu menjelaskan hampir seluruh variasi data aktual. Berdasarkan hasil tersebut, model MPRS berbasis XGBoost dinyatakan memiliki tingkat akurasi dan keandalan yang sangat baik, sehingga layak digunakan sebagai alat pendukung dalam aplikasi praktis rekayasa sipil di Indonesia, khususnya pada tahap analisis awal dan pengembangan spektrum respons gempa.

6.2 Saran

Beberapa saran disampaikan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya. Saran ini disusun berdasarkan hasil dan temuan yang diperoleh selama pelaksanaan penelitian, dengan tujuan untuk menyempurnakan kualitas penelitian serta meningkatkan manfaat dan ketepatan hasil yang dihasilkan di masa yang akan datang. Adapun saran-saran yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terlihat bahwa penggunaan data spektrum respons yang bersumber dari ASCE Hazard Tool dan mengacu pada ASCE/SEI 7-22 mampu menghasilkan model prediksi MPRS dengan tingkat akurasi yang sangat baik. Namun demikian, data tersebut masih merepresentasikan kondisi seismik global dan belum sepenuhnya mencerminkan karakteristik kegempaan di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan atau mengombinasikan data spektrum desain nasional, seperti yang bersumber dari peta bahaya gempa Indonesia atau ketentuan dalam SNI gempa terbaru. Dengan demikian, model yang dikembangkan diharapkan menjadi lebih relevan untuk penerapan langsung pada perencanaan struktur di Indonesia.
2. Pada penelitian ini, proses pembentukan Spektrum Respons Multi-Periode (MPRS) dilakukan murni dengan pendekatan machine learning, di mana model XGBoost mempelajari pola hubungan antara spektrum respons dua-periode dan spektrum multi-periode berdasarkan data yang tersedia. Meskipun pendekatan ini terbukti efektif secara numerik, proses pembelajaran model belum secara langsung dikaitkan dengan teori kebencanaan gempa yang mendasarinya. Oleh karena itu, penelitian lanjutan

disarankan untuk mengombinasikan pendekatan machine learning dengan teori seismologi, seperti *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA). Integrasi ini diharapkan dapat memberikan dasar fisik dan probabilistik yang lebih kuat, sehingga hasil prediksi tidak hanya akurat secara statistik, tetapi juga konsisten secara teoritis.

3. Penelitian ini hanya menggunakan satu metode *machine learning*, yaitu XGBoost. Walaupun hasil yang diperoleh sangat baik, penggunaan satu metode saja belum cukup untuk menilai keunggulan relatif model tersebut. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu melakukan perbandingan dengan metode machine learning lain, seperti Random Forest, Support Vector Regression, atau Artificial Neural Network. Perbandingan ini dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kelebihan, keterbatasan, serta tingkat stabilitas masing-masing metode dalam membentuk spektrum respons multi-periode.
4. Penelitian ini juga belum melakukan validasi model menggunakan data seismik Indonesia, baik berupa data spektrum hasil analisis gempa lokal maupun data rekaman gempa aktual. Validasi menggunakan data lokal sangat penting untuk memastikan bahwa model MPRS yang dikembangkan benar-benar dapat diaplikasikan secara andal pada kondisi seismik Indonesia. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji validasi eksternal menggunakan data gempa Indonesia sebagai langkah penguatan hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Y. H., Satria, E., & Nasrulloh, A. (2025). Algoritma Regresi Linier Dalam Prediksi Jumlah Pendaftar Program Pendidikan Di Lingkungan Pesantren: Studi Kasus : Yayasan Al-Mustofa Tambakbaya. *Jurnal Algoritma*, 22(1), 557–568.
- Boore, D. M., & Atkinson, G. M. (2008). Ground-Motion Prediction Equations for the Average Horizontal Component of PGA, PGV, and 5%-Damped PSA at Spectral Periods between 0.01 s and 10.0 s. *Earthquake Spectra*, 24(1), 99–138.
- Boore, D. M., Thompson, E. M., & Cadet, H. (2011). Regional Correlations of VS30 and Velocities Averaged Over Depths Less Than and Greater Than 30 Meters. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 101(6), 3046–3059.
- Brijith, A. (2023). *Data Preprocessing for Machine Learning*.
- Brykov, M. N., Petryshynets, I., Pruncu, C. I., Efremenko, V. G., Pimenov, D. Y., Giasin, K., Sylenko, S. A., & Wojciechowski, S. (2020). Machine Learning Modelling and Feature Engineering in Seismology Experiment. *Sensors*, 20(15), 4228.
- Chai, T., & Draxler, R. R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? – Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3), 1247–1250.
- Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 785–794.
- Coadou, Y. (2022). *Boosted decision trees* (hlm. 9–58).
- Delfebriyadi, D., Irsyam, M., Hutapea, B. M., Imran, I., & Asrurifak, M. (2019). Determination of The Site Amplification on Deep Soil Layer Using 1-D Site Response Analysis (Case study: Jakarta City, Indonesia). *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 51(6), 824–838.

- Dietterich, T. G. (2000). Ensemble Methods in Machine Learning. Dalam G. Goos, J. Hartmanis, & J. Van Leeuwen (Eds.), *Multiple Classifier Systems* (Vol. 1857, hlm. 1–15). Springer Berlin Heidelberg.
- Dramschi, J. S. (2020). 70 years of machine learning in geoscience in review. Dalam *Advances in Geophysics* (Vol. 61, hlm. 1–55). Elsevier.
- EEC. (2022). *WhitePaper EEC#4*.
- Fauzi, A. (2014). EMPIRICAL CORRELATION OF SHEAR WAVE VELOCITY AND N-SPT VALUE FOR JAKARTA. *International Journal of Geomate*.
- FEMA. (2020). *Fema-2078 Multi Period Response Spectra*.
- Georgioudakis, M., & Plevris, V. (2023). Response Spectrum Analysis of Multi-Story Shear Buildings Using Machine Learning Techniques. *Computation*, 11(7), 126.
- Gholamy, A., Kreinovich, V., & Kosheleva, O. (2018). *Why 70/30 or 80/20 Relation Between Training and Testing Sets: A Pedagogical Explanation*.
- Ginting, D. Y. B., Harmoko, U., & Yulianto, G. (2022). Model of Peak Ground Acceleration (PGA) Used The Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) Method In West Sulawesi, Indonesia. *Journal of Research in Applied Mathematics*, 8(6), 17–24.
- Hason, M. M., Al-Zuhairi, A. H., Hanoon, A. N., Abdulhameed, A. A., Al Zand, A. W., & Abbood, I. S. (2022). Peak Ground Acceleration Models Predictions Utilizing Two Metaheuristic Optimization Techniques. *Latin American Journal of Solids and Structures*, 19(3), e447.
- Irsyam, M., Tanjung, & tanjung. (2020). Indonesian Seismic Hazard Map 2017 and Its Implication for Building Design Code SNI 1726:2019. *CECAR7 Proceedings*.
- J. Greg, S., & Guglielmo, E. M. (2024, Desember 20). *ASCE 7-22 Ground Motions—A Rational Approach for Structural Engineers*.
- Kazemi, F., Asgarkhani, N., & Jankowski, R. (2023). Machine learning-based seismic response and performance assessment of reinforced concrete buildings. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 23(2), 94.

- Khoshvaght, H., Permala, R. R., Razmjou, A., & Khiadani, M. (2025). A critical review on selecting performance evaluation metrics for supervised machine learning models in wastewater quality prediction. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 13(6), 119675.
- Kircher, C. A., Rezaeian, S., & Luco, N. (2020). *Procedures For Developing Multi-Period Response Spectra an Non-Conterminous United States Sites*.
- Komorowski, M., Marshall, D. C., Saliccioli, J. D., & Crutain, Y. (2016). Exploratory Data Analysis. Dalam Mit Critical Data, *Secondary Analysis of Electronic Health Records* (hlm. 185–203). Springer International Publishing.
- Kotsiantis, S. B., Kanellopoulos, D., & Pintelas, P. E. (2006). *Data Preprocessing for Supervised Leaning*. 1(1).
- Li, Y. E., O'Malley, D., Beroza, G., Curtis, A., & Johnson, P. (2023). Machine Learning Developments and Applications in Solid-Earth Geosciences: Fad or Future? *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 128(1),
- Marasabessy, M. I., Saputra, E., & Basarah, Y. I. (2025). *Evaluation of seismic site amplification factors in Yogyakarta using One-Dimensional site response analysis*. 30, 1–12.
- Maulita, I., & Wahid, A. M. (2024). Prediksi Magnitudo Gempa Menggunakan Random Forest, Support Vector Regression, XGBoost, LightGBM, dan Multi-Layer Perceptron Berdasarkan Data Kedalaman dan Geolokasi. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 4(5), 221–232.
- Mienye, I. D., & Sun, Y. (2022). A Survey of Ensemble Learning: Concepts, Algorithms, Applications, and Prospects. *IEEE Access*, 10, 99129–99149.
- Mishra, D., Tripathi, S. M., Chaurasia, A., & Chaurasia, P. K. (2025). A Review on Ensemble Learning Methods: Machine Learning Approach. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 6(2), 3795–3803. <https://doi.org/10.55248/gengpi.6.0225.0971>
- Nataatmadja, A., Tanjung, & Irsyam. (2014). Penerapan Peta Bahaya Gempa Nasional 2010 dalam SNI 1726:2012. *Proceeding Seminar Nasional Teknik Sipil ITB*.

- Nielsen, D. (2016). *Tree Boosting With XGBoost*.
- Santosa, C. M. P., Sumirat, E., Sudrajad, O. Y., & School of Business Management, Institute Technology Bandung, Indonesia. (2024). An Exploratory Data Analysis (EDA) Approach for Analyzing Financial Statements in Pharmaceutical Companies Using Machine Learning. *International Journal of Current Science Research and Review*, 07(07).
- Setiawan, B. (2017). Site Specific Ground Response Analysis for Quantifying Site Amplification at A Regolith Site. *Indonesian Journal on Geoscience*, 4(3), 159–167.
- Setyo, V. K., & Abdillah, M. Z. (2024). Prediksi Tonase Penjualan Pt. Immanuel Periode 2015-2024 Dengan Metode Triple Exponential Smoothing. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 4(12), 585–595.
- Shao, W., Yue, W., Zhang, Y., Zhou, T., Zhang, Y., Dang, Y., Wang, H., Feng, X., & Chao, Z. (2023). The Application of Machine Learning Techniques in Geotechnical Engineering: A Review and Comparison. *Mathematics*, 11(18),
- Silalahi, D. D., & Mindiyarti, N. (2024). *Understanding Tourism Behaviour Through Exploratory Data Analysis with Machine Learning on Search Engine Data: Case Study in Bangka Belitung Islands, Indonesia*. 8(1).
- SNI 1726. (2019). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*.
- Surya Permana, C. B. (2021). Design Response Spectra Based on Earthquake Hazard Maps and Specific Soil Properties at Indonesian Ports According to SNI 1726 2019. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(1), 41–54.
- Tanjung, & Irsyam. (2004). Seismic Hazard Analysis and its Implementation in Indonesia. *Indonesian Journal of Civil Engineering*.
- Tawakal, M. I., Haris, A., & Martha, A. A. (2020). Estimating shear wave velocity (V_{s30}) of East Java, Indonesia, using ambient noise inversion of horizontal to vertical spectral ratio (HVSr). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 538(1), 012012.
- Tukey. (1977). *Exploratory Data Analysis*.

- Ulama, B. S. S., Hibatullah, F., Habibi, M. R., & Makkulau. (2024). Comparative Analysis of ANFIS and State-ANFIS for Forecasting Cooking Oil Prices Based on Processed Palm Oil Yield (Crude Palm Oil). *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*, 2024(1),
- Üren, C., & Taşkesen, E. (2025). Prediction of municipal solid waste quantities using a BiLSTM model, and analysis of biogas and electricity generation potential and greenhouse gas impacts: A case study of Şırnak province. *International Journal of Energy Studies*, 10(3), 647–676.
- Wang, J., Shahani, N. M., Zheng, X., Hongwei, J., & Wei, X. (2025). Machine learning-based analyzing earthquake-induced slope displacement. *PLOS ONE*, 20(2),
- Wang, X., Wang, Z., Wang, J., Miao, P., Dang, H., & Li, Z. (2023). Machine learning based ground motion site amplification prediction. *Frontiers in Earth Science*, 11, 1053085.
- Waskom, M. (2021). seaborn: Statistical data visualization. *Journal of Open Source Software*, 6(60), 3021.
- Wijayanto, Mardiatno, D., Daryono, Nehren, U., Marfai, M. A., & Sunardi, B. (2022). Characteristics and Spatial Distribution of Vs30 Based on Microtremor Inversion and MASW Data through Landform Unit in Yogyakarta, Indonesia. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 49(6), 140–150.
- Xu, Y., & Goodacre, R. (2018). On Splitting Training and Validation Set: A Comparative Study of Cross-Validation, Bootstrap and Systematic Sampling for Estimating the Generalization Performance of Supervised Learning. *Journal of Analysis and Testing*, 2(3), 249–262.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Dataset yang digunakan pada penelitian

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
1	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
2	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
3	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
4	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
5	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
6	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
7	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
8	C	530	12	A	0,029	0,063	0,042	0,066	0,064	0,032	0,034	0,043	0,049	0,063	0,073	0,079	0,082
	D	260	12	A	0,032	0,063	0,042	0,098	0,097	0,035	0,037	0,045	0,051	0,064	0,074	0,084	0,093
	E	150	12	A	0,032	0,063	0,042	0,1	0,098	0,035	0,037	0,045	0,051	0,064	0,073	0,082	0,09

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
1	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
2	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
3	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
4	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
5	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
6	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
7	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0019	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
8	C	0,074	0,069	0,068	0,068	0,069	0,063	0,055	0,042	0,036	0,024	0,018	0,014	0,0092	0,0064
	D	0,096	0,097	0,099	0,1	0,11	0,1	0,091	0,068	0,054	0,034	0,025	0,02	0,013	0,0088
	E	0,093	0,096	0,1	0,11	0,12	0,11	0,093	0,068	0,054	0,035	0,025	0,019	0,013	0,0089

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
9	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
10	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
11	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
12	C	530	12	A	0,066	0,12	0,043	0,12	0,061	0,077	0,084	0,12	0,15	0,19	0,2	0,2	0,18
	D	260	12	A	0,07	0,12	0,043	0,15	0,092	0,08	0,087	0,12	0,14	0,18	0,19	0,2	0,19
	E	150	12	A	0,069	0,12	0,043	0,14	0,093	0,078	0,085	0,12	0,14	0,17	0,19	0,19	0,18
13	C	530	12	A	0,046	0,095	0,043	0,098	0,063	0,053	0,056	0,078	0,094	0,12	0,14	0,14	0,13
	D	260	12	A	0,05	0,095	0,043	0,12	0,095	0,056	0,06	0,08	0,095	0,12	0,14	0,15	0,15
	E	150	12	A	0,05	0,095	0,043	0,12	0,096	0,055	0,059	0,08	0,094	0,12	0,13	0,14	0,14
14	C	530	12	A	0,045	0,092	0,043	0,096	0,063	0,05	0,054	0,073	0,089	0,12	0,13	0,14	0,13
	D	260	12	A	0,048	0,092	0,043	0,12	0,095	0,054	0,057	0,076	0,09	0,12	0,13	0,14	0,14
	E	150	12	A	0,048	0,092	0,043	0,12	0,096	0,053	0,057	0,076	0,089	0,11	0,13	0,14	0,14
15	C	530	12	A	0,051	0,1	0,043	0,1	0,061	0,058	0,063	0,088	0,11	0,14	0,15	0,15	0,14
	D	260	12	A	0,055	0,1	0,043	0,13	0,092	0,062	0,066	0,09	0,11	0,14	0,15	0,16	0,16
	E	150	12	A	0,054	0,1	0,043	0,12	0,093	0,061	0,065	0,089	0,11	0,13	0,15	0,15	0,15
16	C	530	12	A	0,075	0,13	0,046	0,14	0,064	0,089	0,098	0,14	0,16	0,2	0,2	0,2	0,19
	D	260	12	A	0,079	0,13	0,046	0,17	0,098	0,092	0,1	0,14	0,17	0,2	0,22	0,22	0,2
	E	150	12	A	0,077	0,13	0,046	0,15	0,098	0,089	0,098	0,14	0,16	0,2	0,2	0,2	0,19

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
9	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0019	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
10	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0019	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
11	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0019	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
12	C	0,14	0,11	0,1	0,087	0,081	0,066	0,055	0,041	0,034	0,022	0,016	0,013	0,0084	0,0059
	D	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,092	0,065	0,051	0,032	0,023	0,018	0,012	0,0081
	E	0,16	0,14	0,14	0,13	0,13	0,11	0,092	0,066	0,052	0,032	0,023	0,018	0,012	0,0082
13	C	0,11	0,095	0,087	0,079	0,077	0,066	0,056	0,042	0,035	0,023	0,017	0,013	0,0087	0,0061
	D	0,14	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,093	0,067	0,053	0,033	0,024	0,019	0,012	0,0084
	E	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,11	0,095	0,068	0,053	0,034	0,024	0,018	0,012	0,0085
14	C	0,11	0,093	0,086	0,079	0,077	0,066	0,056	0,042	0,035	0,023	0,017	0,013	0,0087	0,0061
	D	0,14	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,093	0,067	0,053	0,033	0,024	0,019	0,012	0,0084
	E	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,11	0,095	0,068	0,053	0,034	0,024	0,018	0,012	0,0085
15	C	0,12	0,1	0,091	0,082	0,078	0,066	0,055	0,041	0,034	0,022	0,017	0,013	0,0084	0,0059
	D	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,1	0,091	0,066	0,051	0,032	0,024	0,018	0,012	0,0081
	E	0,14	0,13	0,13	0,12	0,13	0,11	0,093	0,066	0,052	0,032	0,023	0,018	0,012	0,0082
16	C	0,17	0,15	0,15	0,14	0,14	0,12	0,098	0,069	0,054	0,034	0,024	0,018	0,012	0,0084
	D	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13	0,11	0,098	0,069	0,053	0,033	0,024	0,019	0,012	0,0083
	E	0,17	0,15	0,15	0,14	0,14	0,12	0,098	0,069	0,054	0,034	0,024	0,018	0,012	0,0084

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
17	C	530	12	A	0,05	0,11	0,046	0,11	0,066	0,055	0,059	0,08	0,096	0,13	0,14	0,15	0,15
	D	260	12	A	0,054	0,11	0,046	0,14	0,099	0,059	0,063	0,083	0,097	0,13	0,14	0,16	0,16
	E	150	12	A	0,053	0,11	0,046	0,13	0,1	0,058	0,062	0,082	0,096	0,12	0,14	0,15	0,16
18	C	530	4	A	0,025	0,053	0,013	0,055	0,017	0,028	0,03	0,041	0,05	0,067	0,076	0,079	0,076
	D	260	4	A	0,027	0,053	0,013	0,071	0,029	0,031	0,033	0,044	0,052	0,067	0,078	0,084	0,085
	E	150	4	A	0,027	0,053	0,013	0,069	0,029	0,03	0,032	0,043	0,052	0,067	0,076	0,082	0,082
19	C	530	4	A	0,026	0,055	0,014	0,057	0,018	0,03	0,032	0,044	0,054	0,07	0,081	0,083	0,079
	D	260	4	A	0,028	0,055	0,014	0,074	0,03	0,032	0,034	0,046	0,055	0,071	0,082	0,088	0,089
	E	150	4	A	0,028	0,055	0,014	0,072	0,03	0,032	0,034	0,046	0,055	0,07	0,08	0,085	0,086
20	C	530	4	A	0,025	0,053	0,014	0,056	0,018	0,029	0,03	0,042	0,051	0,067	0,077	0,08	0,076
	D	260	4	A	0,027	0,053	0,014	0,072	0,029	0,031	0,033	0,044	0,052	0,068	0,078	0,085	0,085
	E	150	4	A	0,027	0,053	0,014	0,07	0,03	0,031	0,033	0,044	0,052	0,067	0,077	0,082	0,083
21	C	530	12	A	0,036	0,075	0,038	0,079	0,057	0,04	0,042	0,057	0,069	0,09	0,1	0,11	0,11
	D	260	12	A	0,039	0,075	0,038	0,1	0,086	0,043	0,046	0,06	0,07	0,091	0,11	0,11	0,12
	E	150	12	A	0,038	0,075	0,038	0,098	0,088	0,043	0,045	0,059	0,07	0,09	0,1	0,11	0,11
22	C	530	4	A	0,021	0,047	0,015	0,049	0,019	0,026	0,028	0,038	0,047	0,06	0,068	0,071	0,067
	D	260	4	A	0,023	0,047	0,015	0,063	0,031	0,028	0,03	0,04	0,048	0,061	0,069	0,074	0,075
	E	150	4	A	0,023	0,047	0,015	0,061	0,032	0,028	0,03	0,04	0,047	0,06	0,067	0,072	0,073
23	C	530	4	A	0,021	0,047	0,015	0,049	0,019	0,026	0,028	0,038	0,047	0,06	0,068	0,071	0,067
	D	260	4	A	0,023	0,047	0,015	0,064	0,031	0,028	0,03	0,04	0,048	0,061	0,069	0,074	0,075
	E	150	4	A	0,023	0,047	0,015	0,062	0,32	0,028	0,03	0,04	0,047	0,06	0,067	0,072	0,073
24	C	530	4	A	0,021	0,047	0,015	0,049	0,019	0,026	0,028	0,038	0,047	0,06	0,068	0,071	0,067
	D	260	4	A	0,023	0,047	0,015	0,064	0,031	0,028	0,03	0,04	0,048	0,061	0,069	0,074	0,075
	E	150	4	A	0,023	0,047	0,015	0,062	0,032	0,028	0,03	0,04	0,047	0,06	0,067	0,072	0,073

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
17	C	0,12	0,11	0,099	0,089	0,084	0,071	0,06	0,044	0,036	0,024	0,018	0,014	0,0089	0,0062
	D	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,11	0,099	0,071	0,055	0,034	0,025	0,019	0,012	0,0085
	E	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,12	0,1	0,071	0,056	0,035	0,024	0,019	0,013	0,0086
18	C	0,061	0,052	0,046	0,038	0,033	0,023	0,017	0,01	0,0073	0,0038	0,0025	0,0017	0,00092	0,00057
	D	0,079	0,072	0,066	0,057	0,052	0,037	0,029	0,017	0,011	0,0055	0,0036	0,0024	0,0013	0,00079
	E	0,077	0,071	0,069	0,06	0,055	0,04	0,029	0,017	0,011	0,0056	0,0035	0,0024	0,0013	0,00079
19	C	0,064	0,054	0,047	0,039	0,034	0,024	0,018	0,011	0,0075	0,0039	0,0026	0,0018	0,00096	0,00059
	D	0,082	0,075	0,068	0,059	0,053	0,039	0,03	0,017	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0013	0,00082
	E	0,08	0,074	0,071	0,062	0,056	0,041	0,03	0,017	0,012	0,0058	0,0036	0,0025	0,0014	0,00083
20	C	0,062	0,052	0,046	0,038	0,034	0,024	0,018	0,011	0,0075	0,004	0,0026	0,0018	0,00097	0,0006
	D	0,08	0,073	0,067	0,058	0,052	0,038	0,029	0,017	0,011	0,0058	0,0037	0,0025	0,0014	0,00083
	E	0,077	0,072	0,069	0,061	0,056	0,04	0,03	0,017	0,012	0,0058	0,0037	0,0025	0,0014	0,00084
21	C	0,087	0,076	0,071	0,066	0,065	0,057	0,049	0,038	0,032	0,021	0,016	0,012	0,0081	0,0057
	D	0,11	0,11	0,1	0,1	0,1	0,092	0,082	0,06	0,048	0,031	0,023	0,017	0,011	0,0079
	E	0,11	0,1	0,11	0,1	0,11	0,098	0,084	0,061	0,049	0,031	0,022	0,017	0,012	0,008
22	C	0,055	0,047	0,042	0,036	0,033	0,025	0,019	0,012	0,0088	0,0048	0,0033	0,0023	0,0013	0,00084
	D	0,071	0,065	0,061	0,055	0,052	0,039	0,031	0,019	0,013	0,007	0,0047	0,0033	0,0018	0,0012
	E	0,068	0,064	0,063	0,058	0,055	0,042	0,032	0,02	0,014	0,0071	0,0046	0,0033	0,0019	0,0012
23	C	0,055	0,047	0,042	0,036	0,033	0,025	0,019	0,012	0,0088	0,0048	0,0033	0,0024	0,0013	0,00084
	D	0,071	0,065	0,061	0,055	0,052	0,04	0,031	0,019	0,013	0,007	0,0047	0,0033	0,0019	0,0012
	E	0,068	0,064	0,063	0,058	0,055	0,042	0,032	0,02	0,014	0,0071	0,0046	0,0033	0,0019	0,0012
24	C	0,055	0,047	0,042	0,036	0,033	0,025	0,019	0,012	0,0088	0,0048	0,0033	0,0024	0,0013	0,00084
	D	0,071	0,065	0,061	0,055	0,052	0,04	0,031	0,019	0,013	0,007	0,0047	0,0033	0,0019	0,0012
	E	0,068	0,064	0,063	0,058	0,055	0,042	0,032	0,02	0,014	0,0071	0,0047	0,0033	0,0019	0,0012

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
25	C	530	12	A	0,026	0,056	0,036	0,059	0,055	0,029	0,031	0,04	0,047	0,061	0,07	0,075	0,075
	D	260	12	A	0,029	0,056	0,036	0,082	0,084	0,032	0,034	0,042	0,049	0,062	0,072	0,08	0,085
	E	150	12	A	0,029	0,056	0,036	0,089	0,085	0,032	0,034	0,042	0,048	0,062	0,071	0,078	0,083
26	C	530	12	A	0,026	0,056	0,036	0,059	0,055	0,029	0,031	0,04	0,047	0,061	0,07	0,075	0,075
	D	260	12	A	0,029	0,056	0,036	0,082	0,084	0,032	0,034	0,042	0,049	0,062	0,072	0,08	0,085
	E	150	12	A	0,029	0,056	0,036	0,089	0,085	0,032	0,034	0,042	0,048	0,062	0,071	0,078	0,083
27	C	530	12	A	0,026	0,056	0,036	0,059	0,055	0,029	0,031	0,04	0,047	0,061	0,07	0,075	0,075
	D	260	12	A	0,029	0,056	0,036	0,082	0,084	0,032	0,034	0,042	0,049	0,062	0,072	0,08	0,085
	E	150	12	A	0,029	0,056	0,036	0,089	0,085	0,032	0,034	0,042	0,048	0,061	0,071	0,078	0,083
28	C	530	12	A	0,026	0,056	0,036	0,059	0,055	0,029	0,031	0,04	0,047	0,061	0,07	0,075	0,075
	D	260	12	A	0,029	0,056	0,036	0,082	0,084	0,032	0,034	0,042	0,048	0,062	0,072	0,08	0,085
	E	150	12	A	0,029	0,056	0,036	0,089	0,085	0,032	0,034	0,042	0,048	0,061	0,07	0,078	0,083
29	C	530	12	A	0,026	0,056	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,056	0,039	0,089	0,091	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,066	0,074	0,082
	E	150	12	A	0,028	0,056	0,039	0,096	0,092	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,065	0,072	0,08
30	C	530	12	A	0,026	0,056	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,056	0,039	0,089	0,091	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,066	0,074	0,082
	E	150	12	A	0,028	0,056	0,039	0,096	0,092	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,065	0,072	0,08
31	C	530	12	A	0,026	0,056	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,056	0,039	0,089	0,091	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,066	0,074	0,082
	E	150	12	A	0,028	0,056	0,039	0,096	0,092	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,065	0,072	0,08
32	C	530	12	A	0,026	0,056	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,056	0,039	0,089	0,091	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,066	0,074	0,082
	E	150	12	A	0,028	0,056	0,039	0,096	0,092	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,065	0,072	0,08

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
25	C	0,065	0,059	0,058	0,057	0,058	0,053	0,046	0,036	0,031	0,02	0,016	0,012	0,008	0,0056
	D	0,085	0,084	0,084	0,087	0,091	0,085	0,078	0,058	0,046	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0078
	E	0,083	0,083	0,088	0,092	0,099	0,092	0,08	0,059	0,047	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0079
26	C	0,065	0,059	0,058	0,057	0,058	0,053	0,046	0,036	0,031	0,02	0,016	0,012	0,008	0,0056
	D	0,085	0,084	0,084	0,087	0,092	0,085	0,078	0,058	0,046	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0078
	E	0,083	0,083	0,088	0,092	0,099	0,092	0,08	0,059	0,047	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0079
27	C	0,065	0,059	0,058	0,057	0,058	0,053	0,047	0,036	0,031	0,02	0,016	0,012	0,008	0,0056
	D	0,085	0,084	0,084	0,087	0,092	0,085	0,078	0,058	0,046	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0078
	E	0,083	0,083	0,088	0,092	0,099	0,092	0,08	0,059	0,047	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0079
28	C	0,065	0,059	0,058	0,057	0,058	0,054	0,047	0,036	0,031	0,02	0,016	0,012	0,008	0,0056
	D	0,085	0,084	0,084	0,087	0,092	0,085	0,078	0,058	0,046	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0078
	E	0,083	0,083	0,088	0,093	0,099	0,092	0,08	0,059	0,047	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0079
29	C	0,065	0,061	0,06	0,061	0,063	0,058	0,051	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,086	0,088	0,093	0,099	0,093	0,084	0,063	0,05	0,032	0,024	0,019	0,012	0,0084
	E	0,083	0,085	0,092	0,099	0,11	0,1	0,086	0,064	0,051	0,033	0,023	0,018	0,012	0,0085
30	C	0,065	0,061	0,06	0,062	0,063	0,058	0,051	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,086	0,088	0,093	0,099	0,093	0,084	0,063	0,05	0,032	0,024	0,019	0,012	0,0084
	E	0,083	0,085	0,092	0,1	0,11	0,1	0,086	0,064	0,051	0,033	0,023	0,018	0,012	0,0085
31	C	0,065	0,061	0,06	0,062	0,063	0,058	0,051	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0087	0,006
	D	0,085	0,086	0,088	0,094	0,099	0,093	0,084	0,063	0,05	0,032	0,024	0,019	0,012	0,0084
	E	0,083	0,085	0,093	0,1	0,11	0,1	0,086	0,064	0,051	0,033	0,023	0,018	0,012	0,0085
32	C	0,065	0,061	0,061	0,062	0,063	0,058	0,051	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0087	0,006
	D	0,085	0,086	0,088	0,094	0,099	0,093	0,084	0,063	0,05	0,032	0,024	0,019	0,012	0,0084
	E	0,083	0,086	0,093	0,1	0,11	0,1	0,087	0,064	0,051	0,033	0,023	0,018	0,012	0,0085

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
33	C	530	12	A	0,026	0,056	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,056	0,039	0,089	0,091	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,066	0,074	0,082
	E	150	12	A	0,028	0,056	0,039	0,096	0,092	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,065	0,072	0,08
34	C	530	12	A	0,026	0,056	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,056	0,039	0,089	0,091	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,066	0,074	0,082
	E	150	12	A	0,028	0,056	0,039	0,096	0,092	0,031	0,033	0,04	0,045	0,056	0,065	0,072	0,08
35	C	530	12	A	0,026	0,056	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,056	0,039	0,089	0,091	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,066	0,074	0,082
	E	150	12	A	0,028	0,056	0,039	0,096	0,092	0,031	0,033	0,04	0,045	0,056	0,065	0,072	0,08
36	C	530	12	A	0,026	0,056	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,056	0,039	0,089	0,091	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,066	0,074	0,082
	E	150	12	A	0,028	0,056	0,039	0,096	0,092	0,031	0,033	0,04	0,045	0,056	0,065	0,072	0,08
37	C	530	12	A	0,026	0,056	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,056	0,039	0,089	0,091	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,066	0,074	0,082
	E	150	12	A	0,028	0,056	0,039	0,096	0,092	0,031	0,033	0,04	0,045	0,056	0,065	0,072	0,08
38	C	530	12	A	0,026	0,056	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,056	0,039	0,089	0,091	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,066	0,074	0,082
	E	150	12	A	0,028	0,056	0,039	0,096	0,092	0,031	0,033	0,04	0,045	0,056	0,065	0,072	0,08
39	C	530	12	A	0,026	0,056	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,056	0,039	0,089	0,09	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,066	0,074	0,082
	E	150	12	A	0,028	0,056	0,039	0,096	0,092	0,031	0,033	0,04	0,045	0,056	0,065	0,072	0,08
40	C	530	12	A	0,026	0,056	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,056	0,039	0,089	0,09	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,066	0,074	0,082
	E	150	12	A	0,028	0,056	0,039	0,096	0,092	0,031	0,033	0,04	0,045	0,056	0,065	0,072	0,08

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
33	C	0,065	0,061	0,06	0,062	0,063	0,058	0,051	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0087	0,006
	D	0,085	0,086	0,088	0,094	0,099	0,093	0,084	0,063	0,05	0,032	0,024	0,019	0,012	0,0084
	E	0,083	0,085	0,093	0,1	0,11	0,1	0,086	0,064	0,051	0,033	0,023	0,018	0,012	0,0085
34	C	0,065	0,061	0,06	0,062	0,063	0,058	0,051	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,086	0,088	0,093	0,099	0,093	0,084	0,063	0,05	0,032	0,024	0,019	0,012	0,0084
	E	0,083	0,085	0,092	0,1	0,11	0,1	0,086	0,064	0,051	0,033	0,023	0,018	0,012	0,0085
35	C	0,065	0,061	0,06	0,061	0,063	0,058	0,051	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,086	0,088	0,093	0,099	0,093	0,084	0,063	0,05	0,032	0,024	0,019	0,012	0,0084
	E	0,083	0,085	0,092	0,1	0,11	0,1	0,086	0,064	0,051	0,033	0,023	0,018	0,012	0,0085
36	C	0,065	0,061	0,06	0,061	0,063	0,058	0,051	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,086	0,088	0,093	0,099	0,093	0,084	0,063	0,05	0,032	0,024	0,019	0,012	0,0084
	E	0,083	0,085	0,092	0,099	0,11	0,1	0,086	0,064	0,051	0,033	0,023	0,018	0,012	0,0085
37	C	0,065	0,061	0,06	0,061	0,063	0,058	0,051	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,086	0,088	0,093	0,099	0,093	0,084	0,063	0,05	0,032	0,024	0,019	0,012	0,0084
	E	0,083	0,085	0,092	0,099	0,11	0,1	0,086	0,064	0,051	0,033	0,023	0,018	0,012	0,0085
38	C	0,065	0,061	0,06	0,061	0,063	0,058	0,051	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,086	0,088	0,093	0,099	0,093	0,084	0,063	0,05	0,032	0,024	0,019	0,012	0,0083
	E	0,083	0,085	0,092	0,099	0,11	0,099	0,086	0,064	0,051	0,033	0,023	0,018	0,012	0,0085
39	C	0,065	0,061	0,06	0,061	0,063	0,058	0,051	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,086	0,088	0,093	0,099	0,093	0,084	0,063	0,05	0,032	0,024	0,018	0,012	0,0083
	E	0,083	0,085	0,092	0,099	0,11	0,099	0,086	0,064	0,051	0,033	0,023	0,018	0,012	0,0085
40	C	0,065	0,061	0,06	0,061	0,063	0,058	0,051	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,086	0,088	0,093	0,099	0,093	0,084	0,063	0,05	0,032	0,024	0,018	0,012	0,0083
	E	0,082	0,085	0,092	0,099	0,11	0,099	0,086	0,064	0,051	0,033	0,023	0,018	0,012	0,0085

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
41	C	530	12	A	0,026	0,055	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,055	0,039	0,089	0,09	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,065	0,074	0,081
	E	150	12	A	0,028	0,055	0,039	0,096	0,091	0,031	0,033	0,04	0,045	0,056	0,064	0,072	0,079
42	C	530	12	A	0,026	0,055	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,055	0,039	0,088	0,09	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,065	0,074	0,081
	E	150	12	A	0,028	0,055	0,039	0,096	0,091	0,031	0,033	0,04	0,045	0,056	0,064	0,072	0,079
43	C	530	12	A	0,026	0,055	0,039	0,058	0,06	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,055	0,039	0,088	0,09	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,065	0,074	0,081
	E	150	12	A	0,028	0,055	0,039	0,096	0,091	0,031	0,033	0,039	0,045	0,056	0,064	0,072	0,079
44	C	530	12	A	0,026	0,055	0,039	0,058	0,059	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,055	0,039	0,088	0,09	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,065	0,074	0,081
	E	150	12	A	0,028	0,055	0,039	0,095	0,091	0,031	0,033	0,039	0,045	0,056	0,064	0,072	0,079
45	C	530	12	A	0,026	0,055	0,039	0,058	0,059	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,055	0,039	0,088	0,09	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,065	0,074	0,081
	E	150	12	A	0,028	0,055	0,039	0,095	0,091	0,031	0,033	0,039	0,045	0,056	0,064	0,072	0,079
46	C	530	12	A	0,026	0,055	0,039	0,058	0,059	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,055	0,039	0,088	0,09	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,065	0,074	0,081
	E	150	12	A	0,028	0,055	0,039	0,095	0,091	0,031	0,033	0,039	0,045	0,056	0,064	0,072	0,079
47	C	530	12	A	0,026	0,055	0,039	0,058	0,059	0,029	0,03	0,038	0,044	0,056	0,064	0,069	0,072
	D	260	12	A	0,028	0,055	0,039	0,088	0,09	0,031	0,033	0,04	0,045	0,057	0,065	0,074	0,081
	E	150	12	A	0,028	0,055	0,039	0,095	0,091	0,031	0,033	0,039	0,045	0,056	0,064	0,072	0,079
48	C	530	12	A	0,025	0,053	0,036	0,056	0,056	0,028	0,029	0,037	0,044	0,056	0,064	0,069	0,07
	D	260	12	A	0,027	0,053	0,036	0,082	0,085	0,03	0,032	0,039	0,045	0,057	0,066	0,074	0,08
	E	150	12	A	0,027	0,053	0,036	0,089	0,086	0,03	0,032	0,039	0,045	0,057	0,065	0,072	0,078

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
41	C	0,065	0,06	0,06	0,061	0,063	0,057	0,05	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,085	0,088	0,093	0,098	0,092	0,083	0,063	0,05	0,032	0,024	0,018	0,012	0,0083
	E	0,082	0,085	0,092	0,099	0,11	0,099	0,086	0,064	0,051	0,032	0,023	0,018	0,012	0,0084
42	C	0,064	0,06	0,06	0,061	0,063	0,057	0,05	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,085	0,087	0,093	0,098	0,092	0,083	0,062	0,05	0,032	0,024	0,018	0,012	0,0083
	E	0,082	0,085	0,092	0,099	0,11	0,099	0,086	0,064	0,051	0,032	0,023	0,018	0,012	0,0084
43	C	0,064	0,06	0,06	0,061	0,063	0,057	0,05	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,085	0,087	0,093	0,098	0,092	0,083	0,062	0,05	0,032	0,024	0,018	0,012	0,0083
	E	0,082	0,085	0,092	0,099	0,11	0,099	0,086	0,063	0,051	0,032	0,023	0,018	0,012	0,0084
44	C	0,064	0,06	0,06	0,061	0,063	0,057	0,05	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,085	0,087	0,093	0,098	0,092	0,083	0,062	0,05	0,032	0,024	0,018	0,012	0,0083
	E	0,082	0,085	0,092	0,099	0,11	0,099	0,086	0,063	0,051	0,032	0,023	0,018	0,012	0,0084
45	C	0,064	0,06	0,06	0,061	0,062	0,057	0,05	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,085	0,087	0,092	0,098	0,092	0,083	0,062	0,05	0,032	0,024	0,018	0,012	0,0083
	E	0,082	0,085	0,091	0,098	0,11	0,099	0,086	0,063	0,051	0,032	0,023	0,018	0,012	0,0084
46	C	0,064	0,06	0,06	0,061	0,062	0,057	0,05	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,085	0,087	0,092	0,098	0,092	0,083	0,062	0,05	0,032	0,024	0,018	0,012	0,0083
	E	0,082	0,085	0,091	0,098	0,11	0,098	0,085	0,063	0,051	0,032	0,023	0,018	0,012	0,0084
47	C	0,064	0,06	0,06	0,061	0,062	0,057	0,05	0,039	0,033	0,022	0,017	0,013	0,0086	0,006
	D	0,084	0,085	0,087	0,092	0,098	0,092	0,083	0,062	0,05	0,032	0,024	0,018	0,012	0,0083
	E	0,082	0,084	0,091	0,098	0,11	0,098	0,085	0,063	0,051	0,032	0,023	0,018	0,012	0,0084
48	C	0,062	0,057	0,056	0,057	0,058	0,054	0,047	0,037	0,031	0,021	0,016	0,012	0,0081	0,0057
	D	0,081	0,081	0,082	0,086	0,092	0,086	0,078	0,059	0,047	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0079
	E	0,079	0,081	0,086	0,092	0,099	0,092	0,081	0,06	0,048	0,031	0,022	0,017	0,012	0,008

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
49	C	530	12	A	0,024	0,052	0,035	0,055	0,054	0,028	0,029	0,037	0,044	0,056	0,065	0,069	0,07
	D	260	12	A	0,027	0,052	0,035	0,079	0,082	0,03	0,032	0,039	0,045	0,057	0,066	0,074	0,079
	E	150	12	A	0,027	0,052	0,035	0,089	0,086	0,03	0,031	0,039	0,045	0,057	0,065	0,072	0,077
50	C	530	12	A	0,024	0,052	0,035	0,055	0,054	0,028	0,029	0,037	0,044	0,056	0,065	0,069	0,07
	D	260	12	A	0,027	0,052	0,035	0,079	0,081	0,03	0,032	0,039	0,045	0,057	0,066	0,074	0,079
	E	150	12	A	0,027	0,052	0,035	0,086	0,083	0,03	0,031	0,039	0,045	0,057	0,065	0,072	0,077
51	C	530	4	A	0,023	0,054	0,017	0,056	0,021	0,027	0,028	0,038	0,046	0,06	0,07	0,074	0,074
	D	260	4	A	0,025	0,054	0,017	0,073	0,036	0,029	0,03	0,04	0,047	0,061	0,071	0,079	0,083
	E	150	4	A	0,025	0,054	0,017	0,071	0,036	0,029	0,03	0,04	0,047	0,06	0,07	0,077	0,081
52	C	530	4	A	0,025	0,058	0,018	0,06	0,023	0,028	0,03	0,041	0,049	0,064	0,075	0,079	0,079
	D	260	4	A	0,027	0,058	0,018	0,078	0,038	0,031	0,033	0,043	0,05	0,065	0,076	0,085	0,09
	E	150	4	A	0,027	0,058	0,018	0,076	0,039	0,031	0,032	0,043	0,05	0,064	0,075	0,082	0,087
53	C	530	4	A	0,028	0,064	0,019	0,067	0,025	0,032	0,034	0,046	0,055	0,073	0,085	0,09	0,089
	D	260	4	A	0,031	0,064	0,019	0,087	0,041	0,035	0,037	0,048	0,057	0,074	0,086	0,095	0,1
	E	150	4	A	0,031	0,064	0,019	0,084	0,042	0,034	0,036	0,048	0,057	0,073	0,085	0,093	0,097
54	C	530	4	A	0,032	0,071	0,02	0,074	0,026	0,036	0,039	0,053	0,064	0,084	0,097	0,1	0,099
	D	260	4	A	0,035	0,071	0,02	0,095	0,042	0,039	0,042	0,055	0,065	0,085	0,098	0,11	0,11
	E	150	4	A	0,035	0,071	0,02	0,092	0,043	0,039	0,041	0,055	0,065	0,084	0,096	0,1	0,11
55	C	530	4	A	0,028	0,064	0,02	0,067	0,026	0,031	0,033	0,045	0,054	0,07	0,082	0,088	0,088
	D	260	4	A	0,03	0,064	0,02	0,087	0,043	0,034	0,036	0,047	0,055	0,071	0,084	0,093	0,099
	E	150	4	A	0,03	0,064	0,02	0,085	0,043	0,034	0,036	0,047	0,055	0,071	0,082	0,091	0,096
56	C	530	4	A	0,067	0,13	0,028	0,13	0,036	0,075	0,082	0,12	0,14	0,18	0,2	0,21	0,19
	D	260	4	A	0,071	0,13	0,028	0,16	0,059	0,079	0,086	0,12	0,14	0,18	0,2	0,21	0,2
	E	150	4	A	0,07	0,13	0,028	0,15	0,059	0,077	0,084	0,12	0,14	0,18	0,19	0,2	0,19

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
49	C	0,061	0,056	0,055	0,055	0,056	0,052	0,045	0,036	0,03	0,02	0,015	0,012	0,0079	0,0055
	D	0,08	0,079	0,08	0,083	0,088	0,082	0,075	0,056	0,045	0,029	0,022	0,017	0,011	0,0077
	E	0,078	0,078	0,083	0,088	0,095	0,089	0,078	0,057	0,046	0,03	0,021	0,017	0,011	0,0078
50	C	0,061	0,056	0,055	0,055	0,056	0,052	0,045	0,036	0,03	0,02	0,015	0,012	0,0079	0,0055
	D	0,08	0,079	0,08	0,083	0,088	0,082	0,075	0,056	0,045	0,029	0,022	0,017	0,011	0,0077
	E	0,078	0,078	0,083	0,088	0,095	0,089	0,078	0,057	0,046	0,03	0,021	0,017	0,011	0,0078
51	C	0,063	0,055	0,05	0,043	0,039	0,028	0,021	0,013	0,0094	0,005	0,0033	0,0023	0,0013	0,00079
	D	0,081	0,077	0,072	0,065	0,061	0,046	0,036	0,021	0,014	0,0073	0,0047	0,0033	0,0018	0,0011
	E	0,079	0,076	0,076	0,069	0,065	0,049	0,036	0,021	0,014	0,0073	0,0047	0,0032	0,0018	0,0011
52	C	0,067	0,059	0,053	0,046	0,042	0,03	0,023	0,014	0,01	0,0054	0,0036	0,0026	0,0014	0,00087
	D	0,087	0,082	0,077	0,07	0,065	0,049	0,038	0,023	0,015	0,008	0,0052	0,0036	0,002	0,0012
	E	0,085	0,081	0,081	0,074	0,069	0,052	0,039	0,023	0,016	0,008	0,0051	0,0035	0,002	0,0012
53	C	0,074	0,065	0,059	0,05	0,045	0,033	0,025	0,015	0,011	0,0058	0,0039	0,0027	0,0015	0,00093
	D	0,096	0,091	0,085	0,076	0,07	0,052	0,041	0,024	0,016	0,0084	0,0055	0,0038	0,0021	0,0013
	E	0,094	0,089	0,088	0,08	0,075	0,055	0,042	0,025	0,017	0,0085	0,0054	0,0037	0,0021	0,0013
54	C	0,082	0,071	0,063	0,053	0,047	0,034	0,026	0,016	0,011	0,006	0,004	0,0028	0,0015	0,00095
	D	0,11	0,098	0,091	0,08	0,073	0,054	0,042	0,025	0,017	0,0087	0,0056	0,0039	0,0021	0,0013
	E	0,1	0,097	0,094	0,084	0,078	0,057	0,043	0,025	0,017	0,0087	0,0055	0,0038	0,0021	0,0013
55	C	0,075	0,065	0,06	0,052	0,046	0,034	0,026	0,016	0,011	0,006	0,004	0,0028	0,0015	0,00097
	D	0,097	0,092	0,086	0,078	0,072	0,054	0,043	0,025	0,017	0,0088	0,0057	0,004	0,0022	0,0013
	E	0,094	0,091	0,09	0,082	0,077	0,058	0,043	0,026	0,017	0,0089	0,0056	0,0039	0,0022	0,0014
56	C	0,15	0,12	0,1	0,083	0,07	0,049	0,036	0,022	0,015	0,0081	0,0054	0,0038	0,0021	0,0013
	D	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,077	0,059	0,035	0,023	0,012	0,0076	0,0053	0,0029	0,0018
	E	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,078	0,059	0,034	0,023	0,012	0,0074	0,0051	0,0029	0,0018

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
57	C	530	4	A	0,073	0,13	0,028	0,14	0,037	0,082	0,09	0,13	0,16	0,2	0,22	0,22	0,2
	D	260	4	A	0,077	0,13	0,028	0,17	0,06	0,086	0,094	0,13	0,16	0,2	0,22	0,22	0,21
	E	150	4	A	0,076	0,13	0,028	0,16	0,059	0,084	0,091	0,13	0,15	0,19	0,21	0,21	0,2
58	C	530	4	A	0,075	0,14	0,029	0,14	0,037	0,085	0,093	0,13	0,16	0,21	0,23	0,23	0,2
	D	260	4	A	0,079	0,14	0,029	0,17	0,061	0,089	0,097	0,14	0,16	0,2	0,22	0,23	0,21
	E	150	4	A	0,078	0,14	0,029	0,16	0,06	0,086	0,094	0,13	0,16	0,2	0,21	0,21	0,2
59	C	530	4	A	0,07	0,13	0,028	0,13	0,036	0,079	0,087	0,12	0,15	0,19	0,21	0,21	0,19
	D	260	4	A	0,074	0,13	0,028	0,16	0,059	0,083	0,09	0,13	0,15	0,19	0,21	0,21	0,2
	E	150	4	A	0,072	0,13	0,028	0,15	0,058	0,081	0,088	0,12	0,15	0,18	0,2	0,2	0,19
60	C	530	12	A	0,066	0,12	0,041	0,13	0,057	0,075	0,082	0,12	0,14	0,18	0,2	0,2	0,18
	D	260	12	A	0,07	0,12	0,041	0,15	0,087	0,079	0,086	0,12	0,14	0,18	0,2	0,2	0,19
	E	150	12	A	0,069	0,12	0,041	0,14	0,088	0,077	0,084	0,12	0,14	0,17	0,19	0,19	0,18
61	C	530	12	A	0,065	0,12	0,043	0,12	0,06	0,075	0,082	0,12	0,14	0,18	0,2	0,2	0,18
	D	260	12	A	0,068	0,12	0,043	0,15	0,091	0,078	0,085	0,12	0,14	0,18	0,19	0,2	0,19
	E	150	12	A	0,067	0,12	0,043	0,14	0,092	0,076	0,083	0,12	0,14	0,17	0,18	0,18	0,17
62	C	530	12	A	0,058	0,11	0,045	0,11	0,064	0,067	0,074	0,1	0,13	0,16	0,18	0,18	0,16
	D	260	12	A	0,062	0,11	0,045	0,14	0,097	0,071	0,077	0,11	0,13	0,16	0,17	0,18	0,17
	E	150	12	A	0,061	0,11	0,045	0,13	0,098	0,069	0,075	0,1	0,12	0,15	0,16	0,17	0,16
63	C	530	12	A	0,051	0,1	0,04	0,11	0,058	0,059	0,063	0,088	0,11	0,14	0,16	0,16	0,15
	D	260	12	A	0,055	0,1	0,04	0,13	0,087	0,062	0,067	0,091	0,11	0,14	0,15	0,16	0,16
	E	150	12	A	0,054	0,1	0,04	0,13	0,088	0,061	0,066	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,15
64	C	530	4	A	0,043	0,098	0,029	0,1	0,038	0,048	0,05	0,069	0,082	0,11	0,13	0,14	0,14
	D	260	4	A	0,047	0,098	0,029	0,13	0,062	0,052	0,054	0,072	0,084	0,11	0,13	0,14	0,15
	E	150	4	A	0,046	0,098	0,029	0,13	0,063	0,051	0,054	0,071	0,083	0,11	0,13	0,14	0,15

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
57	C	0,15	0,13	0,11	0,086	0,072	0,05	0,037	0,022	0,015	0,0083	0,0055	0,0038	0,0021	0,0013
	D	0,19	0,17	0,15	0,12	0,11	0,079	0,06	0,035	0,023	0,012	0,0078	0,0054	0,003	0,0018
	E	0,18	0,16	0,15	0,12	0,11	0,079	0,059	0,035	0,023	0,012	0,0075	0,0052	0,0029	0,0018
58	C	0,16	0,13	0,11	0,087	0,073	0,05	0,037	0,022	0,016	0,0084	0,0056	0,0039	0,0021	0,0014
	D	0,19	0,17	0,15	0,13	0,11	0,079	0,061	0,036	0,024	0,012	0,0079	0,0055	0,003	0,0019
	E	0,18	0,16	0,15	0,12	0,11	0,08	0,06	0,035	0,024	0,012	0,0077	0,0053	0,003	0,0019
59	C	0,15	0,12	0,1	0,082	0,069	0,048	0,036	0,022	0,016	0,0084	0,0056	0,004	0,0022	0,0014
	D	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,077	0,059	0,035	0,023	0,012	0,008	0,0056	0,0031	0,002
	E	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,077	0,058	0,035	0,024	0,012	0,0078	0,0054	0,0031	0,002
60	C	0,14	0,12	0,1	0,085	0,078	0,064	0,053	0,039	0,032	0,021	0,016	0,012	0,0079	0,0056
	D	0,17	0,15	0,14	0,12	0,12	0,1	0,087	0,062	0,048	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0077
	E	0,16	0,15	0,14	0,12	0,12	0,1	0,088	0,062	0,049	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0078
61	C	0,14	0,11	0,1	0,086	0,08	0,066	0,055	0,041	0,034	0,022	0,016	0,013	0,0083	0,0058
	D	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,091	0,065	0,051	0,032	0,023	0,018	0,012	0,0081
	E	0,16	0,14	0,14	0,13	0,13	0,11	0,092	0,066	0,051	0,032	0,023	0,018	0,012	0,0082
62	C	0,13	0,11	0,096	0,085	0,081	0,068	0,057	0,043	0,036	0,023	0,017	0,014	0,0089	0,0062
	D	0,16	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,095	0,069	0,054	0,034	0,025	0,019	0,012	0,0085
	E	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,11	0,096	0,069	0,054	0,034	0,024	0,019	0,013	0,0086
63	C	0,12	0,1	0,09	0,079	0,075	0,062	0,052	0,039	0,032	0,021	0,016	0,012	0,008	0,0056
	D	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,099	0,086	0,062	0,048	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0078
	E	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,1	0,088	0,063	0,049	0,031	0,022	0,017	0,011	0,0079
64	C	0,11	0,1	0,09	0,077	0,068	0,05	0,038	0,024	0,017	0,0091	0,0061	0,0043	0,0024	0,0015
	D	0,15	0,14	0,13	0,11	0,11	0,079	0,062	0,037	0,025	0,013	0,0086	0,006	0,0033	0,0021
	E	0,14	0,14	0,13	0,12	0,11	0,083	0,063	0,037	0,025	0,013	0,0084	0,0058	0,0033	0,0021

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
65	C	530	4	A	0,039	0,091	0,029	0,095	0,037	0,044	0,046	0,062	0,073	0,096	0,11	0,12	0,12
	D	260	4	A	0,042	0,091	0,029	0,12	0,061	0,047	0,049	0,064	0,075	0,097	0,12	0,13	0,14
	E	150	4	A	0,042	0,091	0,029	0,12	0,062	0,046	0,049	0,064	0,074	0,096	0,11	0,12	0,13
66	C	530	4	A	0,039	0,09	0,029	0,094	0,037	0,044	0,046	0,062	0,074	0,097	0,11	0,12	0,12
	D	260	4	A	0,042	0,09	0,029	0,12	0,062	0,047	0,049	0,065	0,075	0,097	0,11	0,13	0,14
	E	150	4	A	0,042	0,09	0,029	0,12	0,062	0,046	0,049	0,064	0,075	0,096	0,11	0,12	0,13
67	C	530	4	A	0,042	0,095	0,03	0,099	0,038	0,048	0,05	0,069	0,083	0,11	0,12	0,13	0,13
	D	260	4	A	0,045	0,095	0,03	0,13	0,063	0,051	0,054	0,071	0,083	0,11	0,12	0,14	0,14
	E	150	4	A	0,044	0,095	0,03	0,12	0,063	0,05	0,053	0,07	0,082	0,11	0,12	0,13	0,14
68	C	530	4	A	0,051	0,11	0,033	0,12	0,043	0,06	0,065	0,09	0,11	0,14	0,16	0,16	0,16
	D	260	4	A	0,054	0,11	0,033	0,14	0,071	0,063	0,068	0,092	0,11	0,14	0,15	0,17	0,17
	E	150	4	A	0,054	0,11	0,033	0,14	0,075	0,062	0,066	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,16
69	C	530	6	A	0,059	0,14	0,039	0,14	0,051	0,078	0,085	0,12	0,14	0,18	0,2	0,21	0,19
	D	260	6	A	0,063	0,14	0,039	0,17	0,086	0,08	0,087	0,12	0,14	0,17	0,19	0,2	0,2
	E	150	6	A	0,062	0,14	0,039	0,15	0,096	0,078	0,084	0,12	0,13	0,17	0,18	0,19	0,18
70	C	530	6	A	0,051	0,11	0,033	0,12	0,043	0,06	0,064	0,089	0,11	0,14	0,16	0,16	0,16
	D	260	6	A	0,055	0,11	0,033	0,15	0,072	0,063	0,068	0,091	0,11	0,14	0,16	0,17	0,17
	E	150	6	A	0,054	0,11	0,033	0,14	0,079	0,062	0,066	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,16
71	C	530	6	A	0,052	0,11	0,033	0,12	0,043	0,059	0,063	0,087	0,11	0,14	0,16	0,16	0,16
	D	260	6	A	0,056	0,11	0,033	0,15	0,072	0,063	0,067	0,09	0,11	0,14	0,16	0,17	0,17
	E	150	6	A	0,056	0,11	0,033	0,14	0,08	0,062	0,066	0,089	0,1	0,13	0,15	0,16	0,16
72	C	530	6	A	0,055	0,12	0,032	0,12	0,042	0,062	0,066	0,091	0,11	0,14	0,16	0,17	0,16
	D	260	6	A	0,059	0,12	0,032	0,15	0,07	0,065	0,07	0,094	0,11	0,14	0,16	0,18	0,18
	E	150	6	A	0,059	0,12	0,032	0,14	0,075	0,064	0,068	0,093	0,11	0,14	0,16	0,17	0,17

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
65	C	0,11	0,094	0,085	0,074	0,066	0,049	0,037	0,023	0,017	0,0091	0,0061	0,0043	0,0024	0,0015
	D	0,14	0,13	0,12	0,11	0,1	0,078	0,061	0,037	0,025	0,013	0,0087	0,006	0,0034	0,0021
	E	0,13	0,13	0,13	0,12	0,11	0,081	0,062	0,037	0,025	0,013	0,0084	0,0059	0,0034	0,0021
66	C	0,1	0,093	0,085	0,073	0,066	0,049	0,037	0,024	0,017	0,0092	0,0062	0,0044	0,0024	0,0015
	D	0,13	0,13	0,12	0,11	0,1	0,078	0,062	0,037	0,025	0,013	0,0088	0,0061	0,0034	0,0021
	E	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11	0,081	0,062	0,037	0,026	0,013	0,0086	0,006	0,0034	0,0021
67	C	0,11	0,097	0,088	0,075	0,067	0,05	0,038	0,024	0,017	0,0095	0,0064	0,0045	0,0025	0,0016
	D	0,14	0,13	0,12	0,11	0,1	0,079	0,063	0,038	0,026	0,014	0,009	0,0063	0,0035	0,0022
	E	0,13	0,13	0,13	0,11	0,11	0,083	0,063	0,038	0,026	0,014	0,0088	0,0061	0,0035	0,0022
68	C	0,13	0,11	0,1	0,086	0,076	0,056	0,043	0,027	0,02	0,011	0,0075	0,0053	0,003	0,0019
	D	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,089	0,071	0,044	0,031	0,017	0,011	0,0078	0,0044	0,0027
	E	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,095	0,075	0,049	0,034	0,019	0,013	0,0087	0,0048	0,003
69	C	0,16	0,14	0,12	0,1	0,09	0,067	0,051	0,033	0,024	0,014	0,0092	0,0066	0,0037	0,0024
	D	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,11	0,086	0,055	0,039	0,022	0,015	0,01	0,0057	0,0036
	E	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,12	0,096	0,067	0,048	0,029	0,019	0,013	0,0069	0,0042
70	C	0,13	0,11	0,1	0,086	0,076	0,056	0,043	0,028	0,02	0,012	0,0078	0,0056	0,0032	0,002
	D	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,09	0,072	0,046	0,032	0,018	0,012	0,0085	0,0047	0,003
	E	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,099	0,079	0,053	0,038	0,022	0,015	0,01	0,0055	0,0034
71	C	0,13	0,11	0,1	0,086	0,075	0,056	0,043	0,028	0,02	0,011	0,0078	0,0056	0,0032	0,002
	D	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,09	0,072	0,046	0,032	0,018	0,012	0,0085	0,0047	0,003
	E	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,1	0,08	0,054	0,038	0,023	0,015	0,01	0,0056	0,0034
72	C	0,13	0,12	0,1	0,086	0,075	0,055	0,042	0,027	0,019	0,011	0,0074	0,0053	0,003	0,0019
	D	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,088	0,07	0,044	0,03	0,017	0,011	0,0078	0,0044	0,0027
	E	0,16	0,15	0,15	0,13	0,12	0,095	0,075	0,049	0,035	0,02	0,013	0,0089	0,0049	0,003

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
73	C	530	6	A	0,077	0,14	0,036	0,15	0,047	0,087	0,095	0,14	0,16	0,21	0,23	0,23	0,21
	D	260	6	A	0,081	0,14	0,036	0,18	0,08	0,091	0,099	0,14	0,16	0,2	0,22	0,23	0,22
	E	150	6	A	0,08	0,14	0,036	0,17	0,096	0,089	0,097	0,14	0,16	0,2	0,21	0,22	0,21
74	C	530	6	A	0,065	0,13	0,037	0,13	0,049	0,075	0,081	0,11	0,14	0,18	0,19	0,2	0,18
	D	260	6	A	0,071	0,13	0,037	0,16	0,09	0,08	0,086	0,12	0,14	0,17	0,19	0,2	0,2
	E	150	6	A	0,072	0,13	0,037	0,17	0,13	0,081	0,087	0,12	0,14	0,17	0,18	0,19	0,19
75	C	530	6	A	0,062	0,12	0,036	0,12	0,049	0,071	0,077	0,11	0,13	0,17	0,18	0,19	0,17
	D	260	6	A	0,067	0,12	0,036	0,16	0,089	0,077	0,082	0,11	0,13	0,16	0,18	0,19	0,19
	E	150	6	A	0,069	0,12	0,036	0,16	0,13	0,078	0,083	0,11	0,13	0,16	0,17	0,18	0,18
76	C	530	6	A	0,034	0,075	0,026	0,079	0,035	0,038	0,04	0,053	0,064	0,084	0,098	0,1	0,1
	D	260	6	A	0,038	0,075	0,026	0,1	0,063	0,042	0,044	0,057	0,066	0,085	0,1	0,11	0,12
	E	150	6	A	0,039	0,075	0,026	0,11	0,086	0,044	0,046	0,058	0,066	0,085	0,098	0,11	0,12
77	C	530	6	A	0,037	0,078	0,027	0,083	0,037	0,042	0,045	0,061	0,073	0,094	0,11	0,11	0,11
	D	260	6	A	0,042	0,078	0,027	0,11	0,068	0,047	0,05	0,064	0,075	0,095	0,11	0,12	0,12
	E	150	6	A	0,044	0,078	0,027	0,12	0,098	0,05	0,052	0,066	0,076	0,095	0,11	0,12	0,12
78	C	530	6	A	0,043	0,087	0,028	0,091	0,038	0,05	0,054	0,073	0,088	0,11	0,13	0,13	0,12
	D	260	6	A	0,048	0,087	0,028	0,12	0,068	0,055	0,059	0,077	0,09	0,11	0,13	0,14	0,14
	E	150	6	A	0,05	0,087	0,028	0,13	0,098	0,057	0,06	0,078	0,091	0,11	0,12	0,13	0,14
79	C	530	6	A	0,036	0,083	0,025	0,087	0,032	0,04	0,042	0,056	0,067	0,088	0,1	0,11	0,11
	D	260	6	A	0,04	0,083	0,025	0,11	0,054	0,043	0,045	0,059	0,069	0,089	0,11	0,12	0,13
	E	150	6	A	0,04	0,083	0,025	0,11	0,056	0,043	0,045	0,059	0,068	0,088	0,1	0,11	0,12
80	C	530	12	A	0,038	0,087	0,04	0,091	0,057	0,042	0,044	0,058	0,069	0,09	0,11	0,11	0,12
	D	260	12	A	0,041	0,087	0,04	0,12	0,087	0,045	0,047	0,06	0,07	0,09	0,11	0,12	0,13
	E	150	12	A	0,041	0,087	0,04	0,11	0,088	0,045	0,047	0,06	0,069	0,089	0,1	0,12	0,13

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
73	C	0,17	0,14	0,12	0,099	0,085	0,062	0,047	0,03	0,022	0,013	0,0086	0,0062	0,0035	0,0023
	D	0,2	0,18	0,17	0,14	0,13	0,1	0,08	0,052	0,036	0,021	0,014	0,0099	0,0055	0,0035
	E	0,19	0,17	0,17	0,15	0,15	0,12	0,096	0,067	0,049	0,03	0,02	0,013	0,0072	0,0044
74	C	0,15	0,12	0,11	0,095	0,085	0,064	0,049	0,033	0,024	0,014	0,01	0,0072	0,0042	0,0028
	D	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,11	0,09	0,06	0,043	0,026	0,018	0,013	0,0069	0,0044
	E	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,15	0,13	0,092	0,067	0,042	0,028	0,019	0,01	0,0061
75	C	0,14	0,12	0,11	0,093	0,083	0,063	0,049	0,033	0,024	0,015	0,01	0,0072	0,0042	0,0028
	D	0,18	0,17	0,16	0,14	0,14	0,11	0,089	0,061	0,043	0,027	0,018	0,013	0,007	0,0045
	E	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,15	0,13	0,093	0,068	0,043	0,029	0,02	0,01	0,0063
76	C	0,088	0,078	0,072	0,064	0,058	0,045	0,035	0,024	0,017	0,01	0,007	0,005	0,0029	0,0019
	D	0,11	0,11	0,11	0,1	0,096	0,077	0,063	0,042	0,03	0,018	0,012	0,0084	0,0046	0,0029
	E	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,1	0,086	0,061	0,044	0,027	0,018	0,012	0,0063	0,0038
77	C	0,092	0,081	0,075	0,067	0,061	0,048	0,037	0,025	0,018	0,011	0,0076	0,0055	0,0032	0,0021
	D	0,12	0,12	0,11	0,11	0,1	0,084	0,068	0,046	0,033	0,02	0,014	0,0095	0,0051	0,0032
	E	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,12	0,098	0,071	0,052	0,032	0,021	0,014	0,0074	0,0044
78	C	0,1	0,088	0,08	0,07	0,063	0,049	0,038	0,025	0,018	0,011	0,0075	0,0054	0,0031	0,002
	D	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,085	0,068	0,046	0,033	0,02	0,013	0,0093	0,005	0,0032
	E	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,12	0,098	0,071	0,051	0,031	0,021	0,014	0,0071	0,0043
79	C	0,096	0,085	0,077	0,066	0,058	0,042	0,032	0,021	0,015	0,0081	0,0055	0,0039	0,0022	0,0014
	D	0,12	0,12	0,11	0,098	0,09	0,068	0,054	0,033	0,023	0,012	0,0079	0,0055	0,0031	0,0019
	E	0,12	0,12	0,11	0,1	0,096	0,073	0,056	0,034	0,024	0,013	0,008	0,0056	0,0031	0,0019
80	C	0,1	0,091	0,084	0,076	0,072	0,061	0,052	0,039	0,032	0,021	0,016	0,012	0,0079	0,0055
	D	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11	0,098	0,086	0,062	0,048	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0076
	E	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,1	0,088	0,063	0,049	0,031	0,022	0,017	0,011	0,0077

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
81	C	530	12	A	0,034	0,075	0,037	0,079	0,053	0,038	0,04	0,053	0,063	0,081	0,094	0,1	0,1
	D	260	12	A	0,037	0,075	0,037	0,1	0,081	0,041	0,043	0,055	0,064	0,082	0,095	0,11	0,11
	E	150	12	A	0,037	0,075	0,037	0,099	0,083	0,041	0,043	0,055	0,064	0,081	0,093	0,1	0,11
82	C	530	6	A	0,022	0,05	0,017	0,053	0,021	0,025	0,027	0,036	0,043	0,057	0,066	0,07	0,069
	D	260	6	A	0,024	0,05	0,017	0,069	0,035	0,028	0,029	0,038	0,045	0,058	0,067	0,075	0,078
	E	150	6	A	0,024	0,05	0,017	0,067	0,036	0,028	0,029	0,038	0,044	0,057	0,066	0,073	0,076
83	C	530	6	A	0,022	0,05	0,017	0,053	0,021	0,026	0,027	0,036	0,043	0,057	0,066	0,07	0,069
	D	260	6	A	0,024	0,05	0,017	0,069	0,035	0,028	0,029	0,038	0,045	0,058	0,067	0,075	0,079
	E	150	6	A	0,024	0,05	0,017	0,067	0,036	0,028	0,029	0,038	0,045	0,057	0,066	0,073	0,076
84	C	530	6	A	0,027	0,055	0,014	0,058	0,018	0,032	0,035	0,049	0,059	0,077	0,086	0,087	0,081
	D	260	6	A	0,03	0,055	0,014	0,074	0,03	0,035	0,037	0,051	0,061	0,078	0,086	0,092	0,09
	E	150	6	A	0,029	0,055	0,014	0,071	0,031	0,034	0,037	0,051	0,06	0,076	0,085	0,088	0,086
85	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,034	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,078
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,071	0,027	0,033	0,036	0,049	0,058	0,075	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,082	0,085	0,083
86	C	530	6	A	0,022	0,046	0,011	0,048	0,014	0,027	0,03	0,041	0,051	0,066	0,073	0,074	0,068
	D	260	6	A	0,024	0,046	0,011	0,062	0,024	0,029	0,032	0,043	0,052	0,066	0,073	0,078	0,076
	E	150	6	A	0,024	0,046	0,011	0,06	0,024	0,029	0,031	0,043	0,051	0,065	0,072	0,075	0,073
87	C	530	6	A	0,027	0,056	0,014	0,058	0,018	0,032	0,034	0,048	0,059	0,077	0,086	0,088	0,082
	D	260	6	A	0,029	0,056	0,014	0,075	0,03	0,034	0,037	0,05	0,06	0,077	0,087	0,092	0,091
	E	150	6	A	0,029	0,056	0,014	0,072	0,03	0,034	0,037	0,05	0,059	0,075	0,085	0,089	0,087
88	C	530	6	A	0,028	0,057	0,015	0,059	0,019	0,032	0,035	0,049	0,06	0,078	0,087	0,089	0,083
	D	260	6	A	0,03	0,057	0,015	0,076	0,031	0,035	0,037	0,051	0,06	0,078	0,088	0,094	0,092
	E	150	6	A	0,03	0,057	0,015	0,073	0,032	0,035	0,037	0,05	0,06	0,076	0,086	0,09	0,089

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
81	C	0,088	0,079	0,073	0,067	0,065	0,056	0,047	0,036	0,03	0,019	0,015	0,011	0,0075	0,0053
	D	0,11	0,11	0,11	0,1	0,1	0,089	0,079	0,057	0,045	0,029	0,021	0,016	0,011	0,0073
	E	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,097	0,082	0,059	0,046	0,029	0,021	0,016	0,011	0,0074
82	C	0,059	0,052	0,047	0,041	0,037	0,028	0,021	0,014	0,0099	0,0055	0,0037	0,0026	0,0015	0,00094
	D	0,076	0,072	0,069	0,062	0,058	0,045	0,035	0,022	0,015	0,008	0,0053	0,0037	0,0021	0,0013
	E	0,074	0,072	0,071	0,066	0,062	0,047	0,036	0,022	0,015	0,008	0,0052	0,0036	0,0021	0,0013
83	C	0,059	0,051	0,047	0,041	0,037	0,028	0,021	0,014	0,0099	0,0054	0,0037	0,0026	0,0015	0,00094
	D	0,076	0,072	0,068	0,062	0,058	0,044	0,035	0,022	0,015	0,0079	0,0053	0,0037	0,0021	0,0013
	E	0,074	0,072	0,071	0,066	0,062	0,047	0,036	0,022	0,015	0,008	0,0052	0,0036	0,0021	0,0013
84	C	0,064	0,054	0,047	0,039	0,034	0,024	0,018	0,011	0,0082	0,0044	0,003	0,0021	0,0012	0,00072
	D	0,082	0,074	0,068	0,059	0,053	0,039	0,03	0,018	0,012	0,0064	0,0042	0,0029	0,0016	0,00099
	E	0,079	0,072	0,069	0,061	0,056	0,041	0,031	0,018	0,012	0,0064	0,0041	0,0029	0,0016	0,001
85	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0019	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,065	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00089
86	C	0,054	0,045	0,039	0,032	0,028	0,019	0,014	0,0089	0,0064	0,0034	0,0023	0,0016	0,00088	0,00056
	D	0,069	0,062	0,056	0,048	0,043	0,031	0,024	0,014	0,0096	0,005	0,0033	0,0023	0,0012	0,00077
	E	0,067	0,06	0,058	0,049	0,045	0,033	0,024	0,014	0,0098	0,005	0,0032	0,0022	0,0012	0,00078
87	C	0,065	0,054	0,047	0,039	0,034	0,024	0,018	0,011	0,008	0,0043	0,0029	0,0021	0,0011	0,00071
	D	0,083	0,075	0,068	0,058	0,053	0,039	0,03	0,018	0,012	0,0063	0,0041	0,0029	0,0016	0,00099
	E	0,08	0,073	0,069	0,06	0,055	0,04	0,03	0,018	0,012	0,0063	0,0041	0,0028	0,0016	0,001
88	C	0,066	0,055	0,048	0,04	0,035	0,025	0,019	0,012	0,0086	0,0046	0,0032	0,0022	0,0012	0,00078
	D	0,084	0,076	0,069	0,06	0,054	0,04	0,031	0,019	0,013	0,0068	0,0045	0,0031	0,0017	0,0011
	E	0,081	0,074	0,071	0,062	0,057	0,042	0,032	0,019	0,013	0,0068	0,0044	0,0031	0,0018	0,0011

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
89	C	530	8	A	0,032	0,067	0,029	0,07	0,038	0,036	0,039	0,051	0,061	0,078	0,087	0,092	0,091
	D	260	8	A	0,034	0,067	0,029	0,09	0,063	0,039	0,042	0,053	0,062	0,078	0,088	0,096	0,1
	E	150	8	A	0,034	0,067	0,029	0,089	0,063	0,039	0,041	0,053	0,061	0,077	0,086	0,093	0,097
90	C	530	8	A	0,026	0,055	0,024	0,057	0,031	0,03	0,033	0,044	0,053	0,068	0,075	0,078	0,075
	D	260	8	A	0,028	0,055	0,024	0,073	0,051	0,033	0,035	0,045	0,054	0,068	0,077	0,082	0,084
	E	150	8	A	0,028	0,055	0,024	0,071	0,052	0,032	0,035	0,045	0,053	0,067	0,074	0,079	0,081
91	C	530	12	A	0,053	0,11	0,057	0,11	0,081	0,06	0,064	0,084	0,099	0,13	0,14	0,15	0,14
	D	260	12	A	0,057	0,11	0,057	0,14	0,12	0,063	0,068	0,087	0,1	0,12	0,14	0,15	0,16
	E	150	12	A	0,056	0,11	0,057	0,14	0,12	0,062	0,066	0,085	0,098	0,12	0,13	0,14	0,15
92	C	530	8	A	0,048	0,11	0,041	0,11	0,053	0,053	0,056	0,074	0,088	0,11	0,13	0,14	0,14
	D	260	8	A	0,051	0,11	0,041	0,14	0,087	0,056	0,059	0,077	0,089	0,11	0,13	0,15	0,16
	E	150	8	A	0,051	0,11	0,041	0,14	0,087	0,056	0,059	0,076	0,088	0,11	0,13	0,14	0,15
93	C	530	8	A	0,042	0,097	0,04	0,1	0,052	0,047	0,049	0,064	0,074	0,095	0,11	0,12	0,13
	D	260	8	A	0,045	0,097	0,04	0,13	0,085	0,05	0,052	0,066	0,076	0,095	0,11	0,13	0,14
	E	150	8	A	0,045	0,097	0,04	0,13	0,085	0,049	0,052	0,066	0,075	0,094	0,11	0,12	0,13
94	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
95	C	530	12	A	0,033	0,071	0,044	0,074	0,065	0,036	0,038	0,049	0,058	0,074	0,086	0,092	0,094
	D	260	12	A	0,036	0,071	0,044	0,1	0,098	0,039	0,041	0,051	0,059	0,075	0,088	0,098	0,11
	E	150	12	A	0,036	0,071	0,044	0,11	0,099	0,039	0,041	0,051	0,059	0,075	0,086	0,095	0,1
96	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
89	C	0,078	0,071	0,067	0,062	0,058	0,047	0,038	0,026	0,02	0,012	0,0085	0,0063	0,0038	0,0025
	D	0,1	0,099	0,096	0,092	0,089	0,075	0,063	0,042	0,031	0,018	0,012	0,0088	0,0053	0,0034
	E	0,097	0,096	0,099	0,096	0,094	0,078	0,063	0,042	0,031	0,018	0,012	0,0086	0,0053	0,0035
90	C	0,063	0,056	0,053	0,049	0,046	0,037	0,031	0,021	0,016	0,0098	0,007	0,0052	0,0031	0,0021
	D	0,081	0,078	0,076	0,073	0,072	0,06	0,051	0,034	0,025	0,014	0,01	0,0073	0,0044	0,0029
	E	0,079	0,077	0,079	0,076	0,076	0,063	0,052	0,034	0,025	0,014	0,0098	0,0072	0,0044	0,0029
91	C	0,12	0,11	0,11	0,1	0,099	0,086	0,073	0,055	0,045	0,03	0,022	0,017	0,011	0,0077
	D	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,12	0,087	0,068	0,043	0,031	0,024	0,016	0,011
	E	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,14	0,12	0,087	0,068	0,043	0,03	0,023	0,016	0,011
92	C	0,12	0,11	0,1	0,092	0,084	0,066	0,053	0,036	0,027	0,016	0,011	0,0083	0,0049	0,0032
	D	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,11	0,087	0,057	0,041	0,023	0,016	0,012	0,0068	0,0044
	E	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,11	0,087	0,056	0,041	0,023	0,015	0,011	0,0068	0,0044
93	C	0,11	0,1	0,098	0,088	0,081	0,064	0,052	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0082	0,0049	0,0032
	D	0,14	0,14	0,14	0,13	0,12	0,1	0,085	0,056	0,04	0,023	0,016	0,011	0,0068	0,0044
	E	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,11	0,085	0,055	0,04	0,023	0,015	0,011	0,0068	0,0044
94	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0019	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
95	C	0,082	0,076	0,074	0,073	0,073	0,065	0,056	0,043	0,036	0,024	0,018	0,014	0,0092	0,0064
	D	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,1	0,093	0,069	0,055	0,035	0,026	0,02	0,013	0,0088
	E	0,1	0,11	0,11	0,12	0,12	0,11	0,096	0,07	0,055	0,035	0,025	0,019	0,013	0,0089
96	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0019	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
97	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
98	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
99	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
100	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
101	C	530	4	A	0,069	0,12	0,024	0,13	0,031	0,083	0,091	0,13	0,15	0,19	0,2	0,21	0,2
	D	260	4	A	0,073	0,12	0,024	0,16	0,051	0,083	0,091	0,13	0,15	0,19	0,2	0,21	0,2
	E	150	4	A	0,071	0,12	0,024	0,14	0,05	0,08	0,088	0,12	0,15	0,18	0,19	0,19	0,18
102	C	530	4	A	0,057	0,11	0,023	0,11	0,03	0,065	0,07	0,1	0,12	0,16	0,17	0,17	0,16
	D	260	4	A	0,061	0,11	0,023	0,14	0,049	0,068	0,074	0,1	0,12	0,16	0,17	0,18	0,17
	E	150	4	A	0,06	0,11	0,023	0,13	0,049	0,067	0,073	0,1	0,12	0,15	0,16	0,17	0,16
103	C	530	4	A	0,043	0,086	0,02	0,089	0,026	0,048	0,052	0,073	0,089	0,12	0,13	0,13	0,12
	D	260	4	A	0,046	0,086	0,02	0,11	0,043	0,052	0,055	0,076	0,09	0,12	0,13	0,14	0,14
	E	150	4	A	0,046	0,086	0,02	0,11	0,043	0,051	0,055	0,075	0,089	0,11	0,13	0,13	0,13
104	C	530	4	A	0,035	0,077	0,022	0,081	0,028	0,04	0,042	0,058	0,07	0,092	0,11	0,11	0,11
	D	260	4	A	0,038	0,077	0,022	0,1	0,046	0,043	0,045	0,06	0,071	0,092	0,11	0,12	0,12
	E	150	4	A	0,038	0,077	0,022	0,1	0,047	0,042	0,045	0,06	0,071	0,091	0,1	0,11	0,12

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
97	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0019	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
98	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0019	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
99	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0019	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
100	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
101	C	0,17	0,15	0,13	0,11	0,096	0,068	0,051	0,029	0,019	0,0097	0,0062	0,0042	0,0023	0,0014
	D	0,17	0,15	0,13	0,11	0,096	0,068	0,051	0,029	0,019	0,0097	0,0062	0,0042	0,0023	0,0014
	E	0,16	0,14	0,13	0,11	0,095	0,068	0,05	0,029	0,019	0,0096	0,006	0,0041	0,0023	0,0014
102	C	0,12	0,1	0,088	0,07	0,059	0,041	0,03	0,018	0,012	0,0065	0,0043	0,003	0,0016	0,001
	D	0,15	0,14	0,12	0,1	0,09	0,064	0,049	0,028	0,019	0,0095	0,0061	0,0042	0,0023	0,0014
	E	0,14	0,13	0,12	0,1	0,091	0,066	0,049	0,028	0,019	0,0095	0,0059	0,0041	0,0023	0,0014
103	C	0,099	0,083	0,072	0,059	0,05	0,035	0,026	0,016	0,011	0,0059	0,0039	0,0027	0,0015	0,00091
	D	0,13	0,11	0,1	0,087	0,078	0,056	0,043	0,025	0,017	0,0085	0,0055	0,0038	0,0021	0,0013
	E	0,12	0,11	0,1	0,089	0,081	0,058	0,043	0,025	0,017	0,0085	0,0054	0,0037	0,0021	0,0013
104	C	0,09	0,077	0,069	0,058	0,051	0,037	0,028	0,017	0,012	0,0065	0,0043	0,003	0,0016	0,001
	D	0,12	0,11	0,1	0,088	0,08	0,059	0,046	0,027	0,018	0,0094	0,0061	0,0042	0,0023	0,0014
	E	0,11	0,11	0,1	0,091	0,084	0,062	0,047	0,027	0,018	0,0094	0,006	0,0041	0,0023	0,0014

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
105	C	530	4	A	0,042	0,092	0,025	0,096	0,032	0,047	0,05	0,07	0,084	0,11	0,13	0,13	0,13
	D	260	4	A	0,046	0,092	0,025	0,12	0,053	0,051	0,054	0,072	0,086	0,11	0,13	0,14	0,14
	E	150	4	A	0,045	0,092	0,025	0,12	0,054	0,05	0,053	0,072	0,085	0,11	0,13	0,14	0,14
106	C	530	4	A	0,058	0,12	0,028	0,12	0,036	0,065	0,07	0,099	0,12	0,16	0,18	0,18	0,17
	D	260	4	A	0,062	0,12	0,028	0,15	0,06	0,069	0,074	0,1	0,12	0,15	0,17	0,19	0,18
	E	150	4	A	0,061	0,12	0,028	0,14	0,059	0,068	0,073	0,1	0,12	0,15	0,17	0,18	0,17
107	C	530	4	A	0,051	0,11	0,028	0,11	0,036	0,058	0,062	0,086	0,1	0,14	0,16	0,16	0,15
	D	260	4	A	0,055	0,11	0,028	0,14	0,059	0,062	0,066	0,089	0,11	0,14	0,16	0,17	0,17
	E	150	4	A	0,055	0,11	0,028	0,14	0,059	0,061	0,065	0,088	0,1	0,13	0,15	0,16	0,16
108	C	530	4	A	0,07	0,13	0,031	0,14	0,039	0,079	0,086	0,12	0,15	0,19	0,21	0,21	0,19
	D	260	4	A	0,074	0,13	0,031	0,17	0,065	0,083	0,09	0,13	0,15	0,19	0,21	0,21	0,21
	E	150	4	A	0,072	0,13	0,031	0,16	0,064	0,081	0,088	0,12	0,15	0,18	0,2	0,2	0,19
109	C	530	4	A	0,055	0,12	0,031	0,12	0,039	0,061	0,065	0,091	0,11	0,14	0,16	0,17	0,16
	D	260	4	A	0,059	0,12	0,031	0,15	0,065	0,065	0,069	0,094	0,11	0,14	0,16	0,18	0,18
	E	150	4	A	0,058	0,12	0,031	0,14	0,065	0,064	0,068	0,093	0,11	0,14	0,16	0,17	0,17
110	C	530	4	A	0,042	0,095	0,029	0,1	0,037	0,047	0,049	0,067	0,081	0,11	0,12	0,13	0,13
	D	260	4	A	0,045	0,095	0,029	0,13	0,061	0,05	0,053	0,07	0,082	0,11	0,13	0,14	0,15
	E	150	4	A	0,045	0,095	0,029	0,12	0,062	0,05	0,052	0,07	0,081	0,11	0,12	0,13	0,14
111	C	530	4	A	0,074	0,13	0,026	0,14	0,033	0,086	0,094	0,14	0,17	0,21	0,23	0,22	0,2
	D	260	4	A	0,079	0,13	0,026	0,16	0,055	0,089	0,097	0,14	0,16	0,2	0,22	0,22	0,21
	E	150	4	A	0,077	0,13	0,026	0,15	0,053	0,086	0,095	0,13	0,16	0,2	0,21	0,21	0,19
112	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
105	C	0,11	0,092	0,082	0,069	0,06	0,043	0,032	0,02	0,014	0,0073	0,0049	0,0034	0,0019	0,0012
	D	0,14	0,13	0,12	0,1	0,093	0,068	0,053	0,031	0,021	0,011	0,0069	0,0047	0,0026	0,0016
	E	0,13	0,12	0,12	0,11	0,097	0,071	0,054	0,031	0,021	0,011	0,0067	0,0046	0,0026	0,0016
106	C	0,13	0,11	0,099	0,081	0,07	0,049	0,036	0,022	0,015	0,0081	0,0053	0,0037	0,002	0,0013
	D	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,078	0,06	0,035	0,023	0,012	0,0076	0,0052	0,0028	0,0017
	E	0,16	0,15	0,14	0,12	0,11	0,08	0,059	0,034	0,023	0,012	0,0073	0,005	0,0028	0,0017
107	C	0,13	0,11	0,095	0,078	0,068	0,048	0,036	0,022	0,015	0,008	0,0053	0,0037	0,002	0,0012
	D	0,16	0,15	0,13	0,12	0,1	0,076	0,059	0,034	0,023	0,012	0,0075	0,0051	0,0028	0,0017
	E	0,15	0,14	0,14	0,12	0,11	0,079	0,059	0,034	0,023	0,012	0,0072	0,005	0,0028	0,0017
108	C	0,15	0,13	0,11	0,089	0,076	0,053	0,039	0,024	0,017	0,0091	0,006	0,0042	0,0023	0,0015
	D	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,084	0,065	0,038	0,026	0,013	0,0085	0,0059	0,0033	0,002
	E	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,085	0,064	0,038	0,025	0,013	0,0083	0,0057	0,0032	0,002
109	C	0,13	0,11	0,1	0,085	0,074	0,053	0,039	0,024	0,017	0,0093	0,0062	0,0044	0,0024	0,0015
	D	0,17	0,16	0,14	0,13	0,11	0,084	0,065	0,039	0,026	0,014	0,0088	0,0061	0,0034	0,0021
	E	0,16	0,15	0,15	0,13	0,12	0,086	0,065	0,038	0,026	0,013	0,0085	0,0059	0,0034	0,0021
110	C	0,11	0,097	0,088	0,075	0,066	0,049	0,037	0,023	0,017	0,009	0,006	0,0042	0,0024	0,0015
	D	0,14	0,13	0,13	0,11	0,1	0,078	0,061	0,037	0,025	0,013	0,0085	0,0059	0,0033	0,002
	E	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,081	0,062	0,037	0,025	0,013	0,0083	0,0058	0,0033	0,0021
111	C	0,15	0,12	0,1	0,081	0,068	0,046	0,033	0,02	0,014	0,0073	0,0049	0,0034	0,0019	0,0012
	D	0,18	0,16	0,14	0,12	0,1	0,072	0,055	0,032	0,021	0,011	0,0069	0,0048	0,0026	0,0016
	E	0,17	0,15	0,14	0,11	0,1	0,072	0,053	0,031	0,021	0,011	0,0067	0,0046	0,0026	0,0016
112	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0,01	0,02	0,03	0,05	0,075	0,1	0,15
113	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
114	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
115	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
116	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
117	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
118	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,089	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
119	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,088	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083
120	C	530	6	A	0,026	0,053	0,013	0,055	0,016	0,031	0,033	0,047	0,057	0,074	0,083	0,084	0,077
	D	260	6	A	0,028	0,053	0,013	0,07	0,027	0,033	0,036	0,048	0,058	0,074	0,083	0,088	0,086
	E	150	6	A	0,028	0,053	0,013	0,068	0,028	0,033	0,035	0,048	0,058	0,073	0,081	0,085	0,083

Titik	Site Class	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
113	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
114	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
115	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
116	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
117	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
118	C	0,061	0,051	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
119	C	0,061	0,05	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089
120	C	0,061	0,05	0,044	0,036	0,031	0,022	0,016	0,01	0,0073	0,0039	0,0026	0,0018	0,001	0,00064
	D	0,078	0,07	0,063	0,054	0,048	0,035	0,027	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0026	0,0014	0,00088
	E	0,075	0,068	0,064	0,056	0,051	0,037	0,028	0,016	0,011	0,0057	0,0037	0,0025	0,0014	0,00089

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
121	C	530	4	C	0.16	0.27	0.051	0.27	0.067	0.18	0.2	0.29	0.35	0.44	0.46	0.45	0.39
	D	260	4	C	0.1	0.27	0.051	0.31	0.11	0.18	0.2	0.29	0.33	0.4	0.43	0.43	0.39
	E	150	4	C	0.1	0.27	0.051	0.28	0.13	0.17	0.19	0.27	0.32	0.38	0.39	0.39	0.35
122	C	530	4	C	0.17	0.27	0.048	0.27	0.061	0.19	0.21	0.31	0.37	0.45	0.48	0.47	0.4
	D	260	4	C	0.17	0.27	0.048	0.31	0.1	0.19	0.2	0.3	0.35	0.42	0.44	0.44	0.4
	E	150	4	C	0.16	0.27	0.048	0.27	0.092	0.18	0.19	0.29	0.33	0.39	0.4	0.39	0.35
123	C	530	4	C	0.18	0.29	0.05	0.29	0.064	0.2	0.22	0.32	0.39	0.48	0.51	0.49	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.05	0.33	0.1	0.2	0.22	0.32	0.37	0.44	0.46	0.46	0.42
	E	150	4	C	0.19	0.29	0.05	0.29	0.097	0.19	0.21	0.3	0.35	0.41	0.42	0.41	0.37
124	C	530	4	C	0.18	0.29	0.05	0.29	0.064	0.2	0.22	0.32	0.39	0.48	0.51	0.49	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.05	0.33	0.1	0.2	0.22	0.32	0.37	0.44	0.46	0.46	0.42
	E	150	4	C	0.19	0.29	0.05	0.29	0.097	0.19	0.21	0.3	0.35	0.41	0.42	0.41	0.37
125	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.3	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.34	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.31	0.36	0.42	0.43	0.42	0.37
126	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.3	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.34	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.31	0.36	0.42	0.43	0.42	0.37
127	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.3	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.34	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.31	0.36	0.42	0.43	0.42	0.37
128	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.3	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.34	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.31	0.36	0.42	0.43	0.42	0.37

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
121	C	0.3	0.25	0.21	0.16	0.13	0.092	0.067	0.041	0.028	0.016	0.011	0.0075	0.0042	0.0027
	D	0.35	0.31	0.27	0.23	0.2	0.15	0.11	0.069	0.047	0.027	0.018	0.012	0.0066	0.0042
	E	0.31	0.27	0.26	0.22	0.2	0.16	0.13	0.09	0.064	0.039	0.025	0.017	0.0089	0.0054
122	C	0.3	0.25	0.21	0.16	0.13	0.086	0.061	0.035	0.024	0.012	0.0078	0.0054	0.0028	0.0017
	D	0.35	0.3	0.27	0.22	0.19	0.13	0.1	0.056	0.036	0.018	0.011	0.0075	0.004	0.0024
	E	0.3	0.26	0.24	0.2	0.17	0.12	0.092	0.053	0.035	0.017	0.01	0.0071	0.0038	0.0023
123	C	0.32	0.26	0.22	0.17	0.14	0.091	0.064	0.037	0.025	0.013	0.0082	0.0056	0.003	0.0018
	D	0.37	0.32	0.28	0.23	0.2	0.14	0.1	0.059	0.037	0.019	0.012	0.0078	0.0041	0.0025
	E	0.32	0.28	0.25	0.21	0.18	0.13	0.097	0.056	0.036	0.018	0.011	0.0074	0.004	0.0024
124	C	0.32	0.26	0.22	0.17	0.14	0.091	0.064	0.037	0.025	0.013	0.0082	0.0056	0.003	0.0018
	D	0.37	0.32	0.28	0.23	0.2	0.14	0.1	0.059	0.037	0.019	0.012	0.0078	0.0041	0.0025
	E	0.32	0.28	0.25	0.21	0.18	0.13	0.097	0.056	0.036	0.018	0.011	0.0074	0.004	0.0024
125	C	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0058	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.23	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.18	0.13	0.1	0.058	0.038	0.019	0.012	0.0078	0.0042	0.0025
126	C	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0058	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.18	0.13	0.1	0.058	0.038	0.019	0.012	0.0078	0.0042	0.0025
127	C	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0058	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.18	0.13	0.1	0.058	0.038	0.019	0.012	0.0078	0.0042	0.0025
128	C	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0058	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.18	0.13	0.1	0.058	0.038	0.019	0.012	0.0079	0.0042	0.0025

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
129	C	530	4	C	0.18	0.29	0.052	0.3	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.49	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.052	0.34	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.43
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.052	0.29	0.1	0.19	0.21	0.31	0.36	0.42	0.43	0.42	0.37
130	C	530	4	C	0.18	0.29	0.052	0.3	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.052	0.34	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.43
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.052	0.29	0.1	0.19	0.21	0.31	0.36	0.42	0.43	0.42	0.37
131	C	530	4	C	0.18	0.29	0.052	0.3	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.052	0.34	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.43
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.052	0.29	0.1	0.19	0.21	0.31	0.36	0.42	0.43	0.42	0.37
132	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.3	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.34	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.31	0.35	0.42	0.43	0.42	0.37
133	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.3	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.34	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.31	0.35	0.42	0.43	0.42	0.37
134	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.3	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.34	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.3	0.35	0.42	0.43	0.42	0.37
135	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.29	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.34	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.3	0.35	0.42	0.43	0.42	0.37
136	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.29	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.33	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.3	0.35	0.42	0.43	0.42	0.37

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
129	C	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0058	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.058	0.038	0.019	0.012	0.0079	0.0042	0.0025
130	C	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0058	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.058	0.038	0.019	0.012	0.0079	0.0042	0.0026
131	C	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0058	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.058	0.038	0.019	0.012	0.0079	0.0042	0.0026
132	C	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0059	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.059	0.038	0.019	0.012	0.008	0.0043	0.0026
133	C	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0059	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.059	0.039	0.019	0.012	0.008	0.0043	0.0026
134	C	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0059	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.059	0.039	0.019	0.012	0.008	0.0043	0.0026
135	C	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0059	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.059	0.039	0.02	0.012	0.008	0.0043	0.0026
136	C	0.33	0.26	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0059	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.059	0.039	0.019	0.012	0.008	0.0043	0.0026

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
137	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.29	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.33	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.3	0.35	0.42	0.43	0.42	0.37
138	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.29	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.33	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.3	0.35	0.42	0.43	0.42	0.37
139	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.29	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.33	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.3	0.35	0.42	0.43	0.42	0.37
140	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.29	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.33	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.3	0.35	0.42	0.43	0.42	0.37
141	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.29	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.33	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.45	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.1	0.19	0.21	0.3	0.35	0.42	0.43	0.42	0.37
142	C	530	4	C	0.18	0.29	0.052	0.29	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.052	0.33	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.44	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.052	0.29	0.1	0.19	0.21	0.3	0.35	0.42	0.43	0.42	0.37
143	C	530	4	C	0.18	0.29	0.052	0.29	0.066	0.2	0.22	0.33	0.39	0.48	0.51	0.5	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.052	0.33	0.11	0.2	0.22	0.32	0.37	0.44	0.47	0.47	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.052	0.29	0.1	0.19	0.21	0.3	0.35	0.42	0.43	0.42	0.37
144	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.29	0.066	0.2	0.22	0.32	0.39	0.48	0.51	0.49	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.33	0.11	0.2	0.22	0.31	0.37	0.44	0.46	0.46	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.099	0.19	0.2	0.3	0.35	0.41	0.42	0.41	0.37

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
137	C	0.33	0.26	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0059	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.059	0.039	0.02	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
138	C	0.33	0.26	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0059	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.059	0.039	0.02	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
139	C	0.33	0.26	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0059	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.059	0.039	0.02	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
140	C	0.33	0.26	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0059	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.059	0.039	0.02	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
141	C	0.33	0.26	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0059	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.059	0.039	0.02	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
142	C	0.33	0.26	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0059	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.059	0.039	0.02	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
143	C	0.33	0.26	0.22	0.17	0.14	0.093	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0059	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.33	0.29	0.24	0.2	0.14	0.11	0.061	0.039	0.019	0.012	0.0082	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.19	0.13	0.1	0.059	0.039	0.02	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
144	C	0.32	0.26	0.22	0.17	0.14	0.092	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0084	0.0058	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.32	0.28	0.23	0.2	0.14	0.11	0.06	0.038	0.019	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.18	0.13	0.099	0.058	0.038	0.019	0.012	0.008	0.0043	0.0026

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
145	C	530	4	C	0.18	0.29	0.051	0.29	0.066	0.2	0.22	0.32	0.39	0.48	0.51	0.49	0.43
	D	260	4	C	0.18	0.29	0.051	0.33	0.11	0.2	0.22	0.31	0.37	0.44	0.46	0.46	0.42
	E	150	4	C	0.17	0.29	0.051	0.29	0.099	0.19	0.2	0.3	0.35	0.41	0.42	0.41	0.37
146	C	530	12	C	0.11	0.23	0.088	0.23	0.12	0.13	0.14	0.19	0.23	0.29	0.31	0.32	0.31
	D	260	12	C	0.12	0.23	0.088	0.28	0.19	0.13	0.14	0.19	0.22	0.27	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.12	0.23	0.088	0.26	0.18	0.13	0.14	0.19	0.22	0.26	0.28	0.29	0.3
147	C	530	12	C	0.12	0.23	0.082	0.23	0.11	0.14	0.15	0.21	0.26	0.32	0.35	0.35	0.32
	D	260	12	C	0.13	0.23	0.082	0.27	0.17	0.14	0.15	0.21	0.25	0.3	0.33	0.34	0.33
	E	150	12	C	0.12	0.23	0.082	0.25	0.17	0.14	0.15	0.21	0.24	0.29	0.3	0.31	0.29
148	C	530	12	C	0.12	0.23	0.082	0.23	0.11	0.13	0.14	0.2	0.24	0.31	0.34	0.35	0.32
	D	260	12	C	0.12	0.23	0.082	0.28	0.17	0.13	0.15	0.2	0.24	0.3	0.33	0.34	0.34
	E	150	12	C	0.12	0.23	0.082	0.25	0.17	0.13	0.14	0.2	0.23	0.29	0.31	0.32	0.31
149	C	530	12	C	0.16	0.3	0.094	0.3	0.12	0.19	0.2	0.3	0.36	0.44	0.48	0.47	0.42
	D	260	12	C	0.17	0.3	0.094	0.35	0.2	0.19	0.2	0.29	0.34	0.41	0.44	0.45	0.43
	E	150	12	C	0.16	0.3	0.094	0.31	0.19	0.18	0.19	0.28	0.33	0.39	0.41	0.41	0.38
150	C	530	12	C	0.16	0.28	0.089	0.29	0.12	0.17	0.19	0.28	0.33	0.42	0.45	0.45	0.41
	D	260	12	C	0.16	0.28	0.089	0.34	0.19	0.18	0.19	0.27	0.32	0.39	0.42	0.43	0.41
	E	150	12	C	0.15	0.28	0.089	0.3	0.18	0.17	0.18	0.26	0.31	0.37	0.39	0.39	0.37
151	C	530	12	C	0.13	0.24	0.082	0.25	0.11	0.14	0.15	0.22	0.27	0.34	0.37	0.38	0.34
	D	260	12	C	0.13	0.24	0.082	0.3	0.17	0.15	0.16	0.22	0.26	0.32	0.36	0.37	0.36
	E	150	12	C	0.13	0.24	0.082	0.27	0.17	0.14	0.15	0.22	0.25	0.31	0.33	0.34	0.33
152	C	530	4	C	0.16	0.27	0.052	0.28	0.068	0.19	0.21	0.3	0.37	0.45	0.48	0.47	0.4
	D	260	4	C	0.17	0.27	0.052	0.32	0.12	0.19	0.2	0.3	0.35	0.42	0.44	0.44	0.4
	E	150	4	C	0.16	0.27	0.052	0.28	0.13	0.18	0.19	0.29	0.33	0.39	0.4	0.39	0.36

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
145	C	0.32	0.26	0.22	0.17	0.14	0.092	0.066	0.038	0.026	0.013	0.0085	0.0058	0.0031	0.0019
	D	0.37	0.32	0.28	0.23	0.2	0.14	0.11	0.06	0.038	0.019	0.012	0.0081	0.0043	0.0026
	E	0.32	0.28	0.26	0.21	0.18	0.13	0.099	0.058	0.038	0.019	0.012	0.008	0.0043	0.0026
146	C	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.14	0.11	0.083	0.066	0.043	0.031	0.024	0.015	0.01
	D	0.31	0.3	0.29	0.27	0.26	0.22	0.19	0.13	0.099	0.061	0.044	0.033	0.021	0.014
	E	0.28	0.28	0.28	0.26	0.25	0.22	0.18	0.13	0.097	0.06	0.041	0.031	0.02	0.014
147	C	0.26	0.22	0.2	0.18	0.16	0.13	0.11	0.076	0.061	0.039	0.029	0.022	0.014	0.0095
	D	0.3	0.29	0.27	0.25	0.24	0.2	0.17	0.12	0.091	0.056	0.04	0.03	0.019	0.013
	E	0.28	0.27	0.26	0.24	0.24	0.2	0.17	0.12	0.09	0.055	0.038	0.029	0.019	0.013
148	C	0.26	0.23	0.2	0.18	0.16	0.13	0.11	0.075	0.06	0.038	0.028	0.021	0.013	0.0092
	D	0.31	0.3	0.28	0.25	0.24	0.2	0.17	0.12	0.09	0.055	0.039	0.03	0.019	0.013
	E	0.29	0.28	0.27	0.25	0.24	0.2	0.17	0.12	0.089	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
149	C	0.34	0.29	0.26	0.22	0.19	0.15	0.12	0.085	0.067	0.043	0.031	0.024	0.015	0.01
	D	0.39	0.36	0.34	0.3	0.28	0.23	0.2	0.13	0.1	0.062	0.044	0.033	0.021	0.014
	E	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.23	0.19	0.13	0.099	0.06	0.041	0.031	0.02	0.014
150	C	0.32	0.27	0.24	0.2	0.18	0.14	0.11	0.081	0.064	0.041	0.029	0.022	0.014	0.0096
	D	0.38	0.35	0.32	0.29	0.27	0.22	0.19	0.13	0.096	0.058	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.34	0.31	0.3	0.27	0.26	0.22	0.18	0.12	0.094	0.057	0.039	0.029	0.019	0.013
151	C	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.13	0.11	0.075	0.06	0.038	0.028	0.021	0.013	0.0091
	D	0.33	0.31	0.29	0.26	0.25	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.029	0.019	0.012
	E	0.3	0.28	0.28	0.25	0.24	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.037	0.028	0.018	0.012
152	C	0.31	0.25	0.21	0.17	0.14	0.094	0.068	0.041	0.029	0.016	0.011	0.0075	0.0042	0.0027
	D	0.35	0.31	0.28	0.23	0.2	0.15	0.12	0.07	0.048	0.027	0.018	0.012	0.0066	0.0041
	E	0.31	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.13	0.09	0.064	0.038	0.025	0.017	0.0087	0.0052

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
153	C	530	12	C	0.11	0.21	0.077	0.22	0.1	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.077	0.26	0.16	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.3	0.32	0.31
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.077	0.24	0.16	0.12	0.13	0.18	0.21	0.27	0.29	0.3	0.29
154	C	530	4	C	0.16	0.27	0.052	0.28	0.068	0.19	0.21	0.3	0.37	0.45	0.48	0.47	0.4
	D	260	4	C	0.17	0.27	0.052	0.32	0.12	0.19	0.2	0.3	0.35	0.42	0.44	0.44	0.4
	E	150	4	C	0.16	0.27	0.052	0.28	0.13	0.18	0.19	0.29	0.33	0.39	0.4	0.39	0.35
155	C	530	8	C	0.11	0.24	0.082	0.25	0.11	0.12	0.13	0.18	0.22	0.28	0.32	0.34	0.33
	D	260	8	C	0.12	0.24	0.082	0.3	0.17	0.13	0.13	0.18	0.21	0.27	0.31	0.33	0.34
	E	150	8	C	0.11	0.24	0.082	0.27	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.26	0.29	0.31	0.32
156	C	530	8	C	0.1	0.22	0.079	0.23	0.1	0.11	0.11	0.15	0.18	0.24	0.28	0.3	0.3
	D	260	8	C	0.1	0.22	0.079	0.28	0.17	0.11	0.12	0.16	0.18	0.23	0.27	0.3	0.32
	E	150	8	C	0.1	0.22	0.079	0.25	0.16	0.11	0.11	0.15	0.18	0.23	0.26	0.28	0.29
157	C	530	8	C	0.1	0.23	0.079	0.23	0.1	0.11	0.11	0.16	0.18	0.24	0.28	0.3	0.3
	D	260	8	C	0.1	0.23	0.079	0.28	0.17	0.11	0.12	0.16	0.18	0.23	0.27	0.3	0.32
	E	150	8	C	0.1	0.23	0.079	0.25	0.16	0.11	0.11	0.15	0.18	0.23	0.26	0.28	0.29
158	C	530	6	C	0.14	0.26	0.064	0.27	0.082	0.15	0.17	0.24	0.29	0.37	0.41	0.41	0.37
	D	260	6	C	0.14	0.26	0.064	0.32	0.13	0.16	0.17	0.24	0.28	0.35	0.38	0.4	0.38
	E	150	6	C	0.14	0.26	0.064	0.28	0.13	0.15	0.16	0.23	0.27	0.33	0.36	0.37	0.35
159	C	530	6	C	0.14	0.26	0.064	0.27	0.082	0.15	0.17	0.24	0.29	0.37	0.41	0.41	0.37
	D	260	6	C	0.14	0.26	0.064	0.32	0.13	0.16	0.17	0.24	0.28	0.35	0.38	0.4	0.39
	E	150	6	C	0.14	0.26	0.064	0.28	0.13	0.15	0.16	0.23	0.27	0.34	0.36	0.37	0.35
160	C	530	6	C	0.14	0.26	0.064	0.27	0.082	0.15	0.17	0.24	0.29	0.37	0.41	0.41	0.37
	D	260	6	C	0.14	0.26	0.064	0.32	0.13	0.16	0.17	0.24	0.28	0.35	0.38	0.4	0.39
	E	150	6	C	0.14	0.26	0.064	0.28	0.13	0.15	0.16	0.23	0.27	0.34	0.36	0.37	0.35

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
153	C	0.24	0.21	0.19	0.16	0.15	0.12	0.098	0.07	0.057	0.036	0.026	0.02	0.013	0.0087
	D	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.19	0.16	0.11	0.085	0.052	0.037	0.028	0.018	0.012
	E	0.27	0.26	0.25	0.23	0.23	0.19	0.16	0.11	0.084	0.051	0.035	0.027	0.018	0.012
154	C	0.31	0.25	0.21	0.17	0.14	0.093	0.068	0.041	0.029	0.016	0.011	0.0075	0.0042	0.0027
	D	0.35	0.31	0.28	0.23	0.2	0.15	0.12	0.07	0.048	0.027	0.018	0.012	0.0066	0.0041
	E	0.31	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.13	0.09	0.064	0.038	0.025	0.017	0.0087	0.0052
155	C	0.27	0.24	0.22	0.19	0.17	0.13	0.11	0.074	0.058	0.036	0.026	0.02	0.012	0.0083
	D	0.33	0.32	0.29	0.26	0.25	0.2	0.17	0.12	0.087	0.052	0.037	0.028	0.017	0.012
	E	0.3	0.29	0.28	0.25	0.24	0.2	0.17	0.11	0.086	0.051	0.035	0.026	0.017	0.011
156	C	0.26	0.23	0.21	0.18	0.16	0.13	0.1	0.071	0.056	0.035	0.025	0.019	0.012	0.0079
	D	0.31	0.3	0.28	0.25	0.24	0.2	0.17	0.11	0.084	0.05	0.035	0.026	0.016	0.011
	E	0.28	0.27	0.27	0.24	0.23	0.19	0.16	0.11	0.082	0.049	0.033	0.025	0.016	0.011
157	C	0.26	0.23	0.21	0.18	0.16	0.13	0.1	0.071	0.056	0.035	0.025	0.019	0.012	0.0079
	D	0.31	0.3	0.28	0.25	0.24	0.2	0.17	0.11	0.084	0.05	0.035	0.026	0.016	0.011
	E	0.28	0.27	0.27	0.24	0.23	0.19	0.16	0.11	0.083	0.049	0.033	0.025	0.016	0.011
158	C	0.3	0.25	0.22	0.18	0.15	0.11	0.082	0.052	0.038	0.021	0.014	0.01	0.0058	0.0037
	D	0.35	0.32	0.29	0.25	0.22	0.17	0.13	0.082	0.056	0.03	0.02	0.014	0.0081	0.0051
	E	0.32	0.29	0.28	0.23	0.21	0.16	0.13	0.079	0.055	0.03	0.019	0.013	0.0079	0.005
159	C	0.3	0.25	0.22	0.18	0.15	0.11	0.082	0.052	0.038	0.021	0.014	0.01	0.0058	0.0037
	D	0.35	0.32	0.29	0.25	0.22	0.17	0.13	0.082	0.056	0.03	0.02	0.014	0.0081	0.0051
	E	0.32	0.29	0.28	0.23	0.21	0.16	0.13	0.079	0.055	0.03	0.019	0.013	0.0079	0.005
160	C	0.3	0.25	0.22	0.18	0.15	0.11	0.082	0.052	0.038	0.021	0.014	0.01	0.0058	0.0037
	D	0.35	0.32	0.29	0.25	0.22	0.17	0.13	0.083	0.056	0.03	0.02	0.014	0.0081	0.0051
	E	0.32	0.29	0.28	0.23	0.21	0.16	0.13	0.079	0.055	0.03	0.019	0.013	0.0079	0.005

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
161	C	530	4	C	0.18	0.3	0.052	0.3	0.067	0.2	0.23	0.33	0.4	0.5	0.53	0.51	0.44
	D	260	4	C	0.18	0.3	0.052	0.34	0.11	0.2	0.22	0.33	0.38	0.46	0.48	0.48	0.43
	E	150	4	C	0.17	0.3	0.052	0.3	0.11	0.19	0.21	0.31	0.36	0.43	0.44	0.43	0.38
162	C	530	4	C	0.16	0.27	0.051	0.27	0.068	0.18	0.2	0.3	0.36	0.45	0.48	0.46	0.4
	D	260	4	C	0.17	0.27	0.051	0.31	0.12	0.18	0.2	0.29	0.34	0.41	0.43	0.44	0.39
	E	150	4	C	0.16	0.27	0.051	0.27	0.15	0.17	0.19	0.28	0.33	0.39	0.4	0.39	0.35
163	C	530	4	C	0.16	0.27	0.051	0.27	0.068	0.18	0.2	0.3	0.36	0.45	0.47	0.46	0.4
	D	260	4	C	0.16	0.27	0.051	0.31	0.12	0.18	0.2	0.29	0.34	0.41	0.43	0.43	0.39
	E	150	4	C	0.16	0.27	0.051	0.27	0.15	0.17	0.19	0.28	0.33	0.39	0.4	0.39	0.35
164	C	530	4	C	0.16	0.27	0.051	0.27	0.068	0.18	0.2	0.3	0.36	0.45	0.47	0.46	0.4
	D	260	4	C	0.16	0.27	0.051	0.31	0.12	0.18	0.2	0.29	0.34	0.41	0.43	0.43	0.39
	E	150	4	C	0.16	0.27	0.051	0.27	0.15	0.17	0.19	0.28	0.33	0.39	0.4	0.39	0.35
165	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.18	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.27	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.26	0.29	0.3	0.29
166	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.18	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.27	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.26	0.29	0.3	0.29
167	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.18	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.27	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.26	0.29	0.3	0.29
168	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.18	0.22	0.28	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.27	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.26	0.29	0.3	0.29

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
161	C	0.33	0.27	0.23	0.18	0.14	0.094	0.067	0.039	0.026	0.014	0.009	0.0062	0.0033	0.0021
	D	0.38	0.33	0.29	0.24	0.21	0.15	0.11	0.063	0.041	0.021	0.014	0.0093	0.0049	0.003
	E	0.33	0.29	0.26	0.21	0.19	0.14	0.11	0.068	0.047	0.026	0.016	0.011	0.0056	0.0034
162	C	0.3	0.24	0.21	0.16	0.13	0.092	0.068	0.043	0.03	0.018	0.012	0.0085	0.0049	0.0033
	D	0.34	0.3	0.27	0.22	0.2	0.15	0.12	0.076	0.053	0.032	0.021	0.015	0.0082	0.0053
	E	0.3	0.27	0.25	0.23	0.22	0.18	0.15	0.11	0.081	0.051	0.034	0.023	0.012	0.0075
163	C	0.3	0.24	0.21	0.16	0.13	0.092	0.068	0.043	0.03	0.018	0.012	0.0085	0.0049	0.0033
	D	0.34	0.3	0.27	0.22	0.2	0.15	0.12	0.076	0.054	0.032	0.021	0.015	0.0082	0.0053
	E	0.3	0.27	0.25	0.23	0.22	0.18	0.15	0.11	0.082	0.051	0.034	0.023	0.012	0.0076
164	C	0.3	0.24	0.21	0.16	0.13	0.092	0.067	0.043	0.03	0.018	0.012	0.0085	0.0049	0.0033
	D	0.34	0.3	0.27	0.22	0.2	0.15	0.12	0.076	0.054	0.032	0.021	0.015	0.0082	0.0053
	E	0.3	0.27	0.25	0.23	0.22	0.18	0.15	0.11	0.082	0.051	0.034	0.023	0.012	0.0076
165	C	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.12	0.1	0.073	0.059	0.038	0.027	0.021	0.013	0.0091
	D	0.3	0.28	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.087	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
166	C	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.12	0.1	0.073	0.059	0.038	0.027	0.021	0.013	0.0091
	D	0.3	0.28	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.087	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
167	C	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.12	0.1	0.073	0.059	0.038	0.027	0.021	0.013	0.0091
	D	0.3	0.28	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.087	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
168	C	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.12	0.1	0.073	0.059	0.038	0.027	0.021	0.013	0.0091
	D	0.3	0.28	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.087	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
169	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.18	0.22	0.28	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.27	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.26	0.29	0.3	0.29
170	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.18	0.22	0.28	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.27	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.26	0.29	0.3	0.29
171	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.18	0.22	0.28	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.27	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.26	0.29	0.3	0.29
172	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.27	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.26	0.29	0.3	0.29
173	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.27	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.26	0.29	0.3	0.29
174	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.27	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.26	0.29	0.3	0.29
175	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.27	0.29	0.3	0.29
176	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.27	0.29	0.3	0.29

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
169	C	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.12	0.1	0.073	0.059	0.038	0.027	0.021	0.013	0.0091
	D	0.3	0.28	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.087	0.054	0.037	0.028	0.018	0.013
170	C	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.12	0.1	0.073	0.059	0.038	0.027	0.021	0.013	0.0091
	D	0.3	0.28	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.087	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
171	C	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.12	0.1	0.073	0.059	0.038	0.027	0.021	0.013	0.0091
	D	0.3	0.28	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.087	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
172	C	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.1	0.073	0.059	0.038	0.027	0.021	0.013	0.0091
	D	0.3	0.28	0.27	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.088	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.087	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
173	C	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.1	0.073	0.059	0.038	0.027	0.021	0.013	0.0091
	D	0.3	0.28	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.087	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
174	C	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.1	0.073	0.059	0.038	0.027	0.021	0.013	0.0091
	D	0.3	0.28	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.088	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.087	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
175	C	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.1	0.073	0.059	0.038	0.028	0.021	0.013	0.0091
	D	0.3	0.28	0.27	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.087	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
176	C	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.1	0.074	0.059	0.038	0.028	0.021	0.013	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.23	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.087	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
177	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.27	0.29	0.3	0.29
178	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.27	0.29	0.3	0.29
179	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.27	0.29	0.3	0.29
180	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.3	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.27	0.29	0.3	0.29
181	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.31	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.27	0.29	0.3	0.29
182	C	530	12	C	0.11	0.21	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.21	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.31	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.21	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.27	0.29	0.3	0.29
183	C	530	12	C	0.11	0.22	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.22	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.22	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.31	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.22	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.22	0.27	0.29	0.3	0.29
184	C	530	12	C	0.11	0.22	0.08	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.23	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.22	0.08	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.31	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.22	0.08	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.22	0.27	0.29	0.3	0.29

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
177	C	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.1	0.074	0.059	0.038	0.028	0.021	0.013	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.23	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
178	C	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.1	0.074	0.059	0.038	0.028	0.021	0.013	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.23	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
179	C	0.25	0.21	0.19	0.17	0.16	0.13	0.1	0.074	0.059	0.038	0.028	0.021	0.013	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.23	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.28	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
180	C	0.25	0.21	0.19	0.17	0.16	0.13	0.1	0.074	0.059	0.038	0.028	0.021	0.013	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.23	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
181	C	0.25	0.21	0.19	0.17	0.16	0.13	0.1	0.074	0.059	0.038	0.028	0.021	0.013	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.23	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.28	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
182	C	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.13	0.1	0.074	0.059	0.038	0.028	0.021	0.013	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.23	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.28	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
183	C	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.13	0.1	0.074	0.059	0.038	0.028	0.021	0.013	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.23	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.28	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
184	C	0.25	0.22	0.2	0.17	0.16	0.13	0.1	0.074	0.059	0.038	0.028	0.021	0.013	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.23	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.28	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.11	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
185	C	530	8	C	0.15	0.29	0.089	0.3	0.12	0.17	0.19	0.27	0.33	0.41	0.45	0.45	0.42
	D	260	8	C	0.16	0.29	0.089	0.35	0.19	0.18	0.19	0.27	0.32	0.39	0.42	0.44	0.42
	E	150	8	C	0.15	0.29	0.089	0.31	0.18	0.17	0.18	0.26	0.3	0.37	0.39	0.4	0.38
186	C	530	12	C	0.11	0.22	0.081	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.23	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.22	0.081	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.31	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.22	0.081	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.22	0.27	0.29	0.3	0.29
187	C	530	12	C	0.11	0.22	0.081	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.23	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.22	0.081	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.31	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.22	0.081	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.22	0.27	0.29	0.3	0.29
188	C	530	12	C	0.11	0.22	0.081	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.23	0.29	0.32	0.32	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.22	0.081	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.31	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.22	0.081	0.25	0.17	0.12	0.13	0.19	0.22	0.27	0.29	0.3	0.29
189	C	530	12	C	0.11	0.22	0.081	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.23	0.29	0.32	0.33	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.22	0.081	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.31	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.22	0.081	0.25	0.17	0.12	0.13	0.19	0.22	0.27	0.29	0.3	0.29
190	C	530	12	C	0.11	0.22	0.081	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.23	0.29	0.32	0.33	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.22	0.081	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.31	0.32	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.22	0.081	0.25	0.17	0.12	0.13	0.19	0.22	0.27	0.29	0.3	0.29
191	C	530	12	C	0.11	0.22	0.081	0.22	0.11	0.12	0.13	0.19	0.23	0.29	0.32	0.33	0.3
	D	260	12	C	0.12	0.22	0.081	0.27	0.17	0.13	0.14	0.19	0.22	0.28	0.31	0.33	0.32
	E	150	12	C	0.11	0.22	0.081	0.25	0.17	0.12	0.13	0.19	0.22	0.27	0.29	0.3	0.29
192	C	530	8	C	0.22	0.32	0.06	0.32	0.077	0.24	0.27	0.4	0.48	0.58	0.6	0.57	0.48
	D	260	8	C	0.21	0.32	0.06	0.34	0.13	0.23	0.26	0.39	0.45	0.51	0.51	0.5	0.44
	E	150	8	C	0.2	0.32	0.06	0.28	0.12	0.22	0.24	0.37	0.42	0.47	0.46	0.43	0.37

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
185	C	0.33	0.29	0.25	0.21	0.19	0.14	0.12	0.08	0.062	0.039	0.028	0.021	0.013	0.009
	D	0.39	0.36	0.33	0.3	0.27	0.22	0.19	0.13	0.094	0.056	0.039	0.03	0.019	0.012
	E	0.35	0.33	0.31	0.28	0.26	0.22	0.18	0.12	0.092	0.055	0.038	0.028	0.018	0.012
186	C	0.25	0.22	0.2	0.17	0.16	0.13	0.1	0.074	0.059	0.038	0.028	0.021	0.014	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.24	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.029	0.019	0.013
	E	0.28	0.26	0.26	0.24	0.24	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
187	C	0.25	0.22	0.2	0.17	0.16	0.13	0.1	0.074	0.06	0.038	0.028	0.021	0.014	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.24	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.03	0.019	0.013
	E	0.28	0.26	0.26	0.24	0.24	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
188	C	0.25	0.22	0.2	0.17	0.16	0.13	0.1	0.074	0.06	0.038	0.028	0.021	0.014	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.24	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.03	0.019	0.013
	E	0.28	0.26	0.26	0.24	0.24	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
189	C	0.25	0.22	0.2	0.17	0.16	0.13	0.1	0.074	0.06	0.038	0.028	0.021	0.014	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.24	0.2	0.17	0.12	0.089	0.055	0.039	0.03	0.019	0.013
	E	0.28	0.27	0.26	0.24	0.24	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
190	C	0.25	0.22	0.2	0.17	0.16	0.13	0.1	0.074	0.06	0.038	0.028	0.021	0.014	0.0092
	D	0.3	0.28	0.27	0.25	0.24	0.2	0.17	0.12	0.09	0.055	0.039	0.03	0.019	0.013
	E	0.28	0.27	0.26	0.24	0.24	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
191	C	0.25	0.22	0.2	0.17	0.16	0.13	0.1	0.075	0.06	0.038	0.028	0.021	0.014	0.0093
	D	0.3	0.29	0.27	0.25	0.24	0.2	0.17	0.12	0.09	0.055	0.039	0.03	0.019	0.013
	E	0.28	0.27	0.26	0.24	0.24	0.2	0.17	0.12	0.088	0.054	0.038	0.028	0.019	0.013
192	C	0.35	0.28	0.24	0.18	0.15	0.1	0.077	0.049	0.036	0.021	0.015	0.011	0.0065	0.0043
	D	0.38	0.33	0.29	0.24	0.21	0.16	0.13	0.078	0.054	0.03	0.021	0.015	0.0091	0.0059
	E	0.31	0.27	0.25	0.2	0.19	0.15	0.12	0.075	0.054	0.03	0.02	0.014	0.009	0.0059

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
193	C	530	12	C	0.074	0.16	0.079	0.17	0.11	0.08	0.084	0.11	0.13	0.16	0.18	0.2	0.21
	D	260	12	C	0.078	0.16	0.079	0.21	0.17	0.085	0.089	0.11	0.13	0.16	0.18	0.2	0.22
	E	150	12	C	0.077	0.16	0.079	0.21	0.16	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
194	C	530	12	C	0.074	0.16	0.079	0.17	0.11	0.08	0.084	0.11	0.13	0.16	0.18	0.2	0.21
	D	260	12	C	0.078	0.16	0.079	0.21	0.17	0.085	0.089	0.11	0.13	0.16	0.18	0.2	0.22
	E	150	12	C	0.077	0.16	0.079	0.21	0.16	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
195	C	530	12	C	0.074	0.16	0.079	0.17	0.11	0.08	0.084	0.11	0.12	0.16	0.18	0.2	0.21
	D	260	12	C	0.078	0.16	0.079	0.21	0.17	0.085	0.089	0.11	0.13	0.16	0.18	0.2	0.22
	E	150	12	C	0.077	0.16	0.079	0.21	0.16	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
196	C	530	12	C	0.074	0.16	0.079	0.17	0.11	0.08	0.084	0.11	0.12	0.16	0.18	0.2	0.21
	D	260	12	C	0.078	0.16	0.079	0.21	0.17	0.084	0.089	0.11	0.13	0.16	0.18	0.2	0.22
	E	150	12	C	0.077	0.16	0.079	0.21	0.16	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
197	C	530	12	C	0.073	0.16	0.078	0.17	0.11	0.08	0.084	0.11	0.12	0.16	0.18	0.2	0.21
	D	260	12	C	0.078	0.16	0.078	0.21	0.17	0.084	0.089	0.11	0.13	0.16	0.18	0.2	0.22
	E	150	12	C	0.077	0.16	0.078	0.21	0.16	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
198	C	530	12	C	0.073	0.16	0.078	0.17	0.11	0.08	0.084	0.11	0.12	0.16	0.18	0.2	0.21
	D	260	12	C	0.078	0.16	0.078	0.21	0.17	0.084	0.089	0.11	0.13	0.16	0.18	0.2	0.22
	E	150	12	C	0.077	0.16	0.078	0.21	0.16	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
199	C	530	12	C	0.11	0.22	0.087	0.23	0.12	0.12	0.13	0.19	0.22	0.28	0.3	0.31	0.3
	D	260	12	C	0.12	0.22	0.087	0.27	0.18	0.13	0.14	0.19	0.22	0.27	0.29	0.31	0.31
	E	150	12	C	0.11	0.22	0.087	0.25	0.18	0.12	0.13	0.18	0.21	0.26	0.27	0.29	0.29
200	C	530	12	C	0.11	0.22	0.084	0.22	0.11	0.12	0.13	0.18	0.22	0.28	0.3	0.31	0.3
	D	260	12	C	0.11	0.22	0.084	0.27	0.18	0.13	0.14	0.18	0.21	0.26	0.29	0.31	0.31
	E	150	12	C	0.11	0.22	0.084	0.25	0.17	0.12	0.13	0.18	0.21	0.25	0.27	0.28	0.28

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
193	C	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.1	0.075	0.061	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0098
	D	0.23	0.24	0.23	0.22	0.22	0.19	0.17	0.12	0.091	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.22	0.23	0.23	0.22	0.22	0.19	0.16	0.12	0.089	0.056	0.039	0.03	0.02	0.013
194	C	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.1	0.075	0.061	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0098
	D	0.23	0.24	0.23	0.22	0.22	0.19	0.17	0.12	0.091	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22	0.19	0.16	0.12	0.089	0.056	0.039	0.03	0.02	0.013
195	C	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.1	0.075	0.061	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0098
	D	0.23	0.24	0.23	0.22	0.22	0.19	0.17	0.12	0.091	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22	0.19	0.16	0.12	0.089	0.056	0.039	0.03	0.02	0.013
196	C	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.1	0.075	0.061	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0098
	D	0.23	0.24	0.23	0.22	0.22	0.19	0.17	0.12	0.091	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22	0.19	0.16	0.12	0.089	0.056	0.039	0.03	0.02	0.013
197	C	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.12	0.1	0.074	0.06	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0098
	D	0.23	0.24	0.23	0.22	0.22	0.19	0.17	0.12	0.091	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22	0.19	0.16	0.11	0.089	0.056	0.039	0.029	0.02	0.013
198	C	0.18	0.17	0.17	0.15	0.14	0.12	0.1	0.074	0.06	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0098
	D	0.23	0.24	0.23	0.22	0.22	0.19	0.17	0.12	0.091	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22	0.19	0.16	0.11	0.089	0.056	0.039	0.029	0.02	0.013
199	C	0.25	0.23	0.21	0.18	0.17	0.14	0.11	0.081	0.065	0.042	0.031	0.024	0.015	0.01
	D	0.31	0.3	0.28	0.26	0.25	0.21	0.18	0.13	0.097	0.061	0.043	0.033	0.021	0.014
	E	0.28	0.27	0.27	0.26	0.25	0.21	0.18	0.12	0.095	0.059	0.041	0.031	0.02	0.014
200	C	0.25	0.22	0.2	0.18	0.16	0.13	0.11	0.078	0.063	0.041	0.03	0.023	0.014	0.0099
	D	0.3	0.29	0.27	0.26	0.24	0.21	0.18	0.12	0.094	0.059	0.042	0.032	0.02	0.014
	E	0.27	0.27	0.27	0.25	0.24	0.2	0.17	0.12	0.092	0.057	0.04	0.03	0.02	0.013

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
201	C	530	12	C	0.081	0.18	0.08	0.18	0.11	0.088	0.093	0.12	0.14	0.18	0.21	0.23	0.23
	D	260	12	C	0.086	0.18	0.08	0.23	0.17	0.093	0.098	0.13	0.14	0.18	0.21	0.23	0.25
	E	150	12	C	0.085	0.18	0.08	0.22	0.17	0.091	0.096	0.12	0.14	0.18	0.2	0.22	0.24
202	C	530	12	C	0.068	0.15	0.075	0.16	0.1	0.073	0.077	0.098	0.11	0.15	0.17	0.18	0.19
	D	260	12	C	0.072	0.15	0.075	0.2	0.16	0.078	0.082	0.1	0.11	0.14	0.17	0.19	0.21
	E	150	12	C	0.071	0.15	0.075	0.2	0.16	0.077	0.08	0.1	0.11	0.14	0.16	0.18	0.2
203	C	530	12	C	0.12	0.23	0.076	0.23	0.1	0.14	0.15	0.21	0.25	0.32	0.36	0.36	0.33
	D	260	12	C	0.13	0.23	0.076	0.28	0.16	0.14	0.15	0.21	0.25	0.31	0.34	0.35	0.34
	E	150	12	C	0.12	0.23	0.076	0.25	0.16	0.13	0.15	0.2	0.24	0.3	0.32	0.32	0.31
204	C	530	12	C	0.072	0.16	0.077	0.16	0.11	0.078	0.082	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.2
	D	260	12	C	0.076	0.16	0.078	0.21	0.16	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.2	0.22
	E	150	12	C	0.075	0.16	0.078	0.2	0.16	0.081	0.085	0.11	0.12	0.15	0.17	0.18	0.2
205	C	530	12	C	0.17	0.29	0.075	0.29	0.096	0.19	0.21	0.3	0.37	0.46	0.49	0.48	0.42
	D	260	12	C	0.17	0.29	0.075	0.33	0.16	0.19	0.21	0.3	0.35	0.42	0.44	0.45	0.41
	E	150	12	C	0.16	0.29	0.075	0.28	0.15	0.18	0.19	0.28	0.33	0.4	0.4	0.4	0.36
206	C	530	12	C	0.072	0.16	0.077	0.16	0.11	0.078	0.082	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.2
	D	260	12	C	0.076	0.16	0.077	0.21	0.16	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.2	0.22
	E	150	12	C	0.075	0.16	0.077	0.2	0.16	0.081	0.085	0.11	0.12	0.15	0.17	0.18	0.2
207	C	530	12	C	0.072	0.16	0.077	0.16	0.11	0.078	0.082	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.2
	D	260	12	C	0.076	0.16	0.077	0.21	0.16	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.2	0.22
	E	150	12	C	0.075	0.16	0.077	0.2	0.16	0.081	0.085	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.2
208	C	530	12	C	0.072	0.16	0.077	0.16	0.11	0.078	0.082	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.2
	D	260	12	C	0.076	0.16	0.077	0.21	0.16	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.2	0.22
	E	150	12	C	0.075	0.16	0.077	0.2	0.16	0.081	0.085	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.2

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
201	C	0.2	0.19	0.18	0.16	0.15	0.12	0.1	0.076	0.061	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0098
	D	0.25	0.25	0.25	0.23	0.23	0.19	0.17	0.12	0.091	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.2	0.17	0.12	0.09	0.056	0.039	0.03	0.02	0.013
202	C	0.17	0.16	0.16	0.14	0.14	0.11	0.096	0.071	0.058	0.038	0.028	0.021	0.014	0.0093
	D	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21	0.18	0.16	0.11	0.087	0.054	0.039	0.03	0.019	0.013
	E	0.21	0.21	0.22	0.22	0.21	0.19	0.16	0.11	0.085	0.053	0.037	0.028	0.019	0.013
203	C	0.26	0.22	0.2	0.17	0.15	0.12	0.098	0.07	0.056	0.036	0.026	0.02	0.013	0.0087
	D	0.31	0.29	0.26	0.24	0.23	0.19	0.16	0.11	0.084	0.052	0.037	0.028	0.018	0.012
	E	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.19	0.16	0.11	0.083	0.051	0.035	0.027	0.018	0.012
204	C	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.12	0.099	0.073	0.06	0.039	0.029	0.022	0.014	0.0097
	D	0.22	0.23	0.23	0.22	0.21	0.19	0.16	0.12	0.09	0.056	0.04	0.031	0.02	0.013
	E	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22	0.19	0.16	0.11	0.088	0.055	0.038	0.029	0.019	0.013
205	C	0.33	0.27	0.23	0.19	0.16	0.12	0.096	0.067	0.052	0.033	0.024	0.018	0.011	0.0077
	D	0.36	0.32	0.29	0.25	0.23	0.19	0.16	0.11	0.078	0.047	0.033	0.025	0.016	0.011
	E	0.31	0.28	0.26	0.22	0.21	0.18	0.15	0.1	0.077	0.046	0.032	0.024	0.016	0.011
206	C	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.12	0.099	0.073	0.06	0.039	0.029	0.022	0.014	0.0097
	D	0.22	0.23	0.23	0.22	0.21	0.19	0.16	0.12	0.09	0.056	0.04	0.031	0.02	0.013
	E	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22	0.19	0.16	0.11	0.088	0.055	0.038	0.029	0.019	0.013
207	C	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.12	0.099	0.074	0.06	0.039	0.029	0.022	0.014	0.0097
	D	0.22	0.23	0.23	0.22	0.21	0.19	0.16	0.12	0.09	0.056	0.04	0.031	0.02	0.013
	E	0.21	0.22	0.23	0.22	0.22	0.19	0.16	0.11	0.088	0.055	0.038	0.029	0.019	0.013
208	C	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.12	0.099	0.073	0.06	0.039	0.029	0.022	0.014	0.0097
	D	0.22	0.23	0.23	0.22	0.21	0.19	0.16	0.12	0.09	0.056	0.04	0.031	0.02	0.013
	E	0.21	0.22	0.23	0.22	0.22	0.19	0.16	0.11	0.088	0.055	0.038	0.029	0.019	0.013

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
209	C	530	12	C	0.074	0.16	0.08	0.17	0.11	0.08	0.084	0.11	0.12	0.15	0.18	0.19	0.21
	D	260	12	C	0.078	0.16	0.08	0.22	0.17	0.084	0.088	0.11	0.12	0.15	0.17	0.2	0.22
	E	150	12	C	0.077	0.16	0.08	0.21	0.17	0.082	0.086	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
210	C	530	12	C	0.075	0.16	0.082	0.17	0.11	0.08	0.084	0.11	0.12	0.15	0.18	0.2	0.21
	D	260	12	C	0.079	0.16	0.082	0.22	0.17	0.085	0.089	0.11	0.12	0.15	0.18	0.2	0.23
	E	150	12	C	0.078	0.16	0.082	0.21	0.17	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
211	C	530	12	C	0.075	0.16	0.082	0.17	0.11	0.08	0.084	0.11	0.12	0.15	0.18	0.2	0.21
	D	260	12	C	0.079	0.16	0.082	0.22	0.17	0.085	0.089	0.11	0.12	0.15	0.18	0.2	0.23
	E	150	12	C	0.078	0.16	0.082	0.21	0.17	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
212	C	530	12	C	0.075	0.16	0.082	0.17	0.11	0.081	0.084	0.11	0.12	0.15	0.18	0.2	0.21
	D	260	12	C	0.079	0.16	0.082	0.22	0.17	0.085	0.089	0.11	0.12	0.15	0.18	0.2	0.23
	E	150	12	C	0.078	0.16	0.082	0.21	0.17	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
213	C	530	12	C	0.075	0.17	0.082	0.17	0.11	0.081	0.084	0.11	0.12	0.15	0.18	0.2	0.21
	D	260	12	C	0.079	0.17	0.082	0.22	0.17	0.085	0.089	0.11	0.12	0.15	0.18	0.2	0.23
	E	150	12	C	0.078	0.17	0.082	0.21	0.17	0.083	0.087	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
214	C	530	12	C	0.076	0.18	0.086	0.18	0.12	0.081	0.085	0.11	0.12	0.15	0.18	0.2	0.22
	D	260	12	C	0.081	0.18	0.086	0.24	0.18	0.086	0.09	0.11	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24
	E	150	12	C	0.08	0.18	0.086	0.23	0.18	0.085	0.088	0.11	0.12	0.15	0.17	0.2	0.23
215	C	530	8	C	0.1	0.23	0.079	0.23	0.1	0.11	0.11	0.15	0.18	0.24	0.28	0.3	0.31
	D	260	8	C	0.1	0.23	0.079	0.28	0.17	0.11	0.11	0.15	0.18	0.23	0.27	0.3	0.32
	E	150	8	C	0.1	0.23	0.079	0.25	0.16	0.11	0.11	0.15	0.17	0.22	0.25	0.27	0.29
216	C	530	12	C	0.083	0.18	0.083	0.19	0.11	0.092	0.097	0.13	0.15	0.2	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.088	0.18	0.083	0.24	0.17	0.097	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.25	0.26
	E	150	12	C	0.087	0.18	0.083	0.23	0.17	0.095	0.1	0.13	0.15	0.19	0.21	0.23	0.25

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
209	C	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.12	0.1	0.076	0.062	0.041	0.03	0.023	0.015	0.01
	D	0.23	0.24	0.24	0.23	0.22	0.19	0.17	0.12	0.093	0.059	0.042	0.032	0.02	0.014
	E	0.22	0.23	0.23	0.23	0.22	0.19	0.17	0.12	0.091	0.057	0.04	0.03	0.02	0.014
210	C	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.12	0.1	0.078	0.063	0.041	0.03	0.023	0.015	0.01
	D	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.2	0.17	0.12	0.094	0.06	0.043	0.032	0.021	0.014
	E	0.22	0.23	0.24	0.23	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.058	0.04	0.031	0.02	0.014
211	C	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.13	0.1	0.078	0.063	0.041	0.03	0.023	0.015	0.01
	D	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.2	0.17	0.12	0.094	0.06	0.043	0.032	0.021	0.014
	E	0.22	0.23	0.24	0.23	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.058	0.04	0.031	0.02	0.014
212	C	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.13	0.1	0.078	0.063	0.041	0.03	0.023	0.015	0.01
	D	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.2	0.17	0.12	0.095	0.06	0.043	0.032	0.021	0.014
	E	0.22	0.23	0.24	0.23	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.058	0.04	0.031	0.02	0.014
213	C	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.13	0.1	0.078	0.063	0.041	0.03	0.023	0.015	0.01
	D	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.2	0.17	0.12	0.095	0.06	0.043	0.032	0.021	0.014
	E	0.22	0.23	0.24	0.23	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.058	0.04	0.031	0.02	0.014
214	C	0.2	0.19	0.19	0.17	0.16	0.13	0.11	0.083	0.066	0.043	0.032	0.025	0.016	0.011
	D	0.25	0.26	0.26	0.25	0.24	0.21	0.18	0.13	0.099	0.063	0.044	0.034	0.022	0.015
	E	0.24	0.25	0.26	0.25	0.25	0.21	0.18	0.13	0.097	0.061	0.042	0.032	0.021	0.014
215	C	0.26	0.23	0.21	0.18	0.16	0.13	0.1	0.072	0.056	0.035	0.025	0.019	0.012	0.0079
	D	0.31	0.3	0.28	0.25	0.23	0.2	0.17	0.11	0.084	0.051	0.035	0.026	0.016	0.011
	E	0.28	0.27	0.26	0.23	0.22	0.19	0.16	0.11	0.083	0.05	0.033	0.025	0.016	0.011
216	C	0.21	0.2	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0095
	D	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.091	0.056	0.039	0.029	0.019	0.013

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
217	C	530	12	C	0.083	0.18	0.082	0.19	0.11	0.092	0.097	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.088	0.18	0.082	0.24	0.17	0.097	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.25	0.26
	E	150	12	C	0.087	0.18	0.082	0.23	0.17	0.095	0.1	0.13	0.15	0.19	0.21	0.23	0.25
218	C	530	12	C	0.083	0.18	0.082	0.19	0.11	0.092	0.097	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.088	0.18	0.082	0.24	0.17	0.097	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.25	0.26
	E	150	12	C	0.087	0.18	0.082	0.23	0.17	0.095	0.1	0.13	0.15	0.19	0.21	0.23	0.25
219	C	530	12	C	0.096	0.21	0.089	0.21	0.12	0.1	0.11	0.15	0.17	0.22	0.24	0.26	0.27
	D	260	12	C	0.1	0.21	0.089	0.26	0.19	0.11	0.11	0.15	0.17	0.21	0.24	0.27	0.29
	E	150	12	C	0.098	0.21	0.089	0.25	0.18	0.11	0.11	0.15	0.17	0.2	0.23	0.25	0.27
220	C	530	12	C	0.081	0.18	0.084	0.19	0.12	0.087	0.092	0.12	0.14	0.17	0.2	0.22	0.23
	D	260	12	C	0.086	0.18	0.084	0.23	0.18	0.092	0.096	0.12	0.14	0.17	0.2	0.22	0.25
	E	150	12	C	0.084	0.18	0.084	0.23	0.17	0.09	0.094	0.12	0.13	0.17	0.19	0.21	0.23
221	C	530	12	C	0.083	0.18	0.082	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.088	0.18	0.082	0.24	0.17	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.082	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.19	0.21	0.23	0.25
222	C	530	12	C	0.083	0.18	0.082	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.088	0.18	0.082	0.24	0.17	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.082	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.19	0.21	0.23	0.25
223	C	530	12	C	0.092	0.2	0.088	0.21	0.12	0.1	0.11	0.14	0.16	0.21	0.23	0.25	0.26
	D	260	12	C	0.097	0.2	0.088	0.26	0.19	0.1	0.11	0.14	0.16	0.2	0.23	0.26	0.28
	E	150	12	C	0.095	0.2	0.088	0.24	0.18	0.1	0.11	0.14	0.16	0.2	0.22	0.24	0.26
224	C	530	12	C	0.083	0.18	0.081	0.18	0.11	0.092	0.097	0.13	0.15	0.19	0.22	0.23	0.23
	D	260	12	C	0.088	0.18	0.081	0.23	0.17	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.21	0.23	0.25
	E	150	12	C	0.087	0.18	0.081	0.22	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.18	0.2	0.22	0.23

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
217	C	0.21	0.2	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0095
	D	0.26	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.091	0.056	0.039	0.029	0.019	0.013
218	C	0.21	0.2	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0095
	D	0.26	0.26	0.26	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.091	0.056	0.039	0.029	0.019	0.013
219	C	0.24	0.22	0.2	0.18	0.17	0.14	0.11	0.084	0.068	0.044	0.032	0.025	0.016	0.011
	D	0.29	0.29	0.28	0.26	0.25	0.22	0.19	0.13	0.1	0.063	0.045	0.034	0.022	0.015
	E	0.27	0.27	0.27	0.26	0.25	0.21	0.18	0.13	0.099	0.062	0.043	0.032	0.021	0.014
220	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.13	0.11	0.08	0.065	0.042	0.031	0.024	0.015	0.01
	D	0.26	0.26	0.26	0.24	0.24	0.2	0.18	0.13	0.097	0.061	0.043	0.033	0.021	0.014
	E	0.24	0.25	0.25	0.24	0.24	0.2	0.17	0.12	0.095	0.059	0.041	0.031	0.021	0.014
221	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0095
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.2	0.17	0.12	0.091	0.056	0.039	0.029	0.019	0.013
222	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0095
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.2	0.17	0.12	0.091	0.056	0.039	0.029	0.019	0.013
223	C	0.23	0.21	0.2	0.18	0.17	0.14	0.11	0.083	0.067	0.043	0.031	0.024	0.015	0.01
	D	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.21	0.19	0.13	0.1	0.063	0.044	0.034	0.021	0.014
	E	0.26	0.27	0.27	0.26	0.25	0.21	0.18	0.13	0.097	0.061	0.042	0.032	0.021	0.014
224	C	0.2	0.19	0.18	0.16	0.15	0.12	0.1	0.076	0.061	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0097
	D	0.25	0.25	0.25	0.23	0.23	0.2	0.17	0.12	0.092	0.058	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.23	0.24	0.24	0.23	0.23	0.2	0.17	0.12	0.09	0.056	0.039	0.03	0.02	0.013

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
225	C	530	12	C	0.078	0.16	0.075	0.17	0.1	0.087	0.093	0.12	0.14	0.18	0.21	0.22	0.22
	D	260	12	C	0.083	0.16	0.075	0.21	0.16	0.091	0.097	0.13	0.14	0.18	0.2	0.22	0.23
	E	150	12	C	0.082	0.16	0.075	0.2	0.16	0.089	0.095	0.12	0.14	0.17	0.19	0.21	0.22
226	C	530	12	C	0.078	0.16	0.075	0.17	0.1	0.086	0.092	0.12	0.14	0.18	0.2	0.22	0.22
	D	260	12	C	0.083	0.16	0.075	0.21	0.16	0.091	0.097	0.13	0.14	0.18	0.2	0.22	0.23
	E	150	12	C	0.081	0.16	0.075	0.2	0.16	0.089	0.094	0.12	0.14	0.17	0.19	0.21	0.22
227	C	530	12	C	0.082	0.18	0.082	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.088	0.18	0.082	0.24	0.17	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.082	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.19	0.21	0.23	0.25
228	C	530	12	C	0.082	0.18	0.082	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.088	0.18	0.082	0.24	0.17	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.082	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.19	0.21	0.23	0.25
229	C	530	12	C	0.082	0.18	0.082	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.088	0.18	0.082	0.24	0.17	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.082	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.19	0.21	0.23	0.25
230	C	530	12	C	0.082	0.18	0.082	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.087	0.18	0.082	0.24	0.17	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.082	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.19	0.21	0.23	0.25
231	C	530	12	C	0.082	0.18	0.082	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.088	0.18	0.082	0.24	0.17	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.082	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25
232	C	530	12	C	0.082	0.18	0.082	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.087	0.18	0.082	0.24	0.17	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.082	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
225	C	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.12	0.097	0.071	0.058	0.038	0.028	0.021	0.014	0.0093
	D	0.23	0.23	0.23	0.22	0.21	0.18	0.16	0.11	0.087	0.054	0.039	0.03	0.019	0.013
	E	0.22	0.22	0.23	0.22	0.21	0.19	0.16	0.11	0.086	0.054	0.037	0.028	0.019	0.013
226	C	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.12	0.097	0.071	0.058	0.038	0.028	0.021	0.014	0.0093
	D	0.23	0.23	0.23	0.22	0.21	0.18	0.16	0.11	0.087	0.054	0.039	0.03	0.019	0.013
	E	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.19	0.16	0.11	0.086	0.053	0.037	0.028	0.019	0.013
227	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0096
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.2	0.17	0.12	0.091	0.056	0.039	0.029	0.019	0.013
228	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0096
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.091	0.056	0.039	0.029	0.019	0.013
229	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0096
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.091	0.056	0.039	0.029	0.019	0.013
230	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0096
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.091	0.056	0.039	0.029	0.019	0.013
231	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0096
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.057	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.091	0.056	0.039	0.029	0.019	0.013
232	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0096
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.17	0.12	0.093	0.058	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.091	0.057	0.039	0.029	0.019	0.013

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
233	C	530	12	C	0.082	0.18	0.083	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.087	0.18	0.083	0.24	0.18	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.083	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25
234	C	530	12	C	0.082	0.18	0.083	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.087	0.18	0.083	0.24	0.18	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.083	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25
235	C	530	12	C	0.082	0.18	0.083	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.087	0.18	0.083	0.24	0.18	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.083	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25
236	C	530	12	C	0.082	0.18	0.083	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.088	0.18	0.083	0.24	0.18	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.083	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25
237	C	530	12	C	0.082	0.18	0.083	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.088	0.18	0.083	0.24	0.18	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.083	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25
238	C	530	12	C	0.083	0.18	0.083	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.087	0.18	0.083	0.24	0.18	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.083	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25
239	C	530	12	C	0.082	0.18	0.083	0.19	0.11	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.087	0.18	0.083	0.24	0.18	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.18	0.083	0.23	0.17	0.094	0.099	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25
240	C	530	12	C	0.082	0.17	0.066	0.19	0.095	0.091	0.096	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.24
	D	260	12	C	0.088	0.17	0.066	0.28	0.18	0.096	0.1	0.13	0.15	0.19	0.22	0.24	0.26
	E	150	12	C	0.086	0.17	0.066	0.39	0.31	0.094	0.099	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.25

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
233	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0096
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.18	0.12	0.093	0.058	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.092	0.057	0.039	0.029	0.019	0.013
234	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0096
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.18	0.12	0.093	0.058	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.092	0.057	0.039	0.029	0.019	0.013
235	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0096
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.18	0.12	0.093	0.058	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.092	0.057	0.039	0.029	0.02	0.013
236	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0096
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.18	0.12	0.093	0.058	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.092	0.057	0.039	0.029	0.02	0.013
237	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0097
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.18	0.12	0.093	0.058	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.092	0.057	0.039	0.029	0.02	0.013
238	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0097
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.18	0.12	0.093	0.058	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.092	0.057	0.039	0.029	0.02	0.013
239	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0097
	D	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.2	0.18	0.12	0.093	0.058	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.092	0.057	0.039	0.029	0.02	0.013
240	C	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.13	0.11	0.077	0.062	0.04	0.029	0.022	0.014	0.0097
	D	0.26	0.26	0.26	0.24	0.24	0.2	0.18	0.12	0.094	0.058	0.041	0.031	0.02	0.013
	E	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.17	0.12	0.092	0.057	0.039	0.03	0.02	0.013

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
241	C	530	16	D	0.41	0.9	0.26	0.98	0.37	0.44	0.45	0.45	0.49	0.6	0.78	0.94	1.07
	D	260	16	D	0.45	0.9	0.26	1.08	0.62	0.49	0.49	0.49	0.51	0.57	0.72	0.88	1.06
	E	150	16	D	0.42	0.9	0.26	1.14	0.92	0.48	0.49	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87
242	C	530	16	D	0.4	0.87	0.25	0.95	0.36	0.43	0.43	0.44	0.47	0.59	0.76	0.91	1.04
	D	260	16	D	0.44	0.87	0.25	1.05	0.6	0.48	0.48	0.48	0.5	0.56	0.7	0.86	1.05
	E	150	16	D	0.42	0.87	0.25	1.12	0.89	0.48	0.48	0.47	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87
243	C	530	16	D	0.41	0.89	0.25	0.97	0.36	0.44	0.44	0.45	0.48	0.6	0.77	0.93	1.06
	D	260	16	D	0.45	0.89	0.25	1.07	0.61	0.48	0.49	0.49	0.5	0.57	0.71	0.87	1.06
	E	150	16	D	0.42	0.89	0.25	1.13	0.91	0.48	0.48	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87
244	C	530	16	D	0.4	0.88	0.25	0.96	0.36	0.44	0.44	0.44	0.48	0.59	0.76	0.92	1.05
	D	260	16	D	0.44	0.88	0.25	1.06	0.61	0.48	0.48	0.49	0.5	0.56	0.71	0.87	1.05
	E	150	16	D	0.42	0.88	0.25	1.13	0.9	0.48	0.48	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87
245	C	530	16	D	0.4	0.88	0.25	0.96	0.36	0.44	0.44	0.44	0.48	0.59	0.76	0.92	1.05
	D	260	16	D	0.44	0.88	0.25	1.06	0.61	0.48	0.48	0.49	0.5	0.56	0.71	0.87	1.05
	E	150	16	D	0.42	0.88	0.25	1.12	0.9	0.48	0.48	0.48	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87
246	C	530	16	D	0.4	0.88	0.25	0.96	0.36	0.44	0.44	0.44	0.48	0.59	0.76	0.92	1.05
	D	260	16	D	0.44	0.88	0.25	1.06	0.61	0.48	0.48	0.49	0.5	0.56	0.71	0.87	1.05
	E	150	16	D	0.42	0.88	0.25	1.12	0.9	0.48	0.48	0.48	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87
247	C	530	16	D	0.41	0.89	0.25	0.97	0.36	0.44	0.44	0.45	0.48	0.6	0.77	0.93	1.06
	D	260	16	D	0.45	0.89	0.25	1.07	0.61	0.48	0.49	0.49	0.5	0.57	0.71	0.87	1.06
	E	150	16	D	0.42	0.89	0.25	1.13	0.91	0.48	0.48	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87
248	C	530	16	D	0.41	0.89	0.26	0.98	0.36	0.44	0.44	0.45	0.49	0.6	0.78	0.93	1.07
	D	260	16	D	0.45	0.89	0.26	1.07	0.62	0.49	0.49	0.49	0.5	0.57	0.71	0.87	1.06
	E	150	16	D	0.42	0.89	0.26	1.13	0.91	0.48	0.48	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
241	C	1.09	1.03	0.95	0.8	0.68	0.48	0.37	0.24	0.18	0.11	0.082	0.064	0.042	0.034
	D	1.16	1.19	1.2	1.14	1.03	0.78	0.62	0.42	0.31	0.2	0.14	0.11	0.07	0.055
	E	1.01	1.15	1.25	1.26	1.22	1.01	0.86	0.65	0.51	0.33	0.24	0.19	0.11	0.084
242	C	1.06	1	0.93	0.77	0.65	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.08	0.062	0.042	0.034
	D	1.13	1.16	1.17	1.11	1.01	0.76	0.6	0.4	0.3	0.19	0.14	0.11	0.069	0.054
	E	1.01	1.15	1.23	1.24	1.19	0.99	0.84	0.63	0.5	0.32	0.23	0.18	0.11	0.083
243	C	1.08	1.02	0.94	0.79	0.67	0.48	0.36	0.24	0.18	0.11	0.081	0.063	0.042	0.034
	D	1.15	1.18	1.19	1.13	1.03	0.77	0.61	0.41	0.31	0.2	0.14	0.11	0.07	0.055
	E	1.01	1.15	1.25	1.26	1.21	1.01	0.86	0.64	0.51	0.33	0.24	0.18	0.11	0.084
244	C	1.07	1.01	0.94	0.78	0.66	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.081	0.063	0.042	0.034
	D	1.14	1.17	1.18	1.12	1.02	0.77	0.61	0.41	0.31	0.2	0.14	0.11	0.07	0.054
	E	1.01	1.15	1.24	1.25	1.2	1	0.85	0.63	0.5	0.33	0.24	0.18	0.11	0.083
245	C	1.07	1.01	0.93	0.78	0.66	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.08	0.063	0.042	0.034
	D	1.14	1.17	1.18	1.11	1.01	0.77	0.61	0.41	0.3	0.19	0.14	0.11	0.07	0.054
	E	1.01	1.15	1.24	1.25	1.2	1	0.85	0.63	0.5	0.33	0.23	0.18	0.11	0.083
246	C	1.07	1.01	0.93	0.78	0.66	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.08	0.063	0.042	0.034
	D	1.14	1.17	1.18	1.11	1.01	0.76	0.61	0.41	0.3	0.19	0.14	0.11	0.07	0.054
	E	1.01	1.15	1.24	1.25	1.2	1	0.85	0.63	0.5	0.33	0.23	0.18	0.11	0.083
247	C	1.08	1.02	0.94	0.79	0.67	0.48	0.36	0.24	0.17	0.11	0.081	0.063	0.042	0.034
	D	1.15	1.18	1.19	1.13	1.02	0.77	0.61	0.41	0.31	0.2	0.14	0.11	0.07	0.49
	E	1.01	1.15	1.25	1.26	1.21	1.01	0.86	0.64	0.51	0.33	0.24	0.18	0.11	0.083
248	C	1.08	1.02	0.95	0.79	0.67	0.48	0.36	0.24	0.18	0.11	0.081	0.063	0.042	0.034
	D	1.15	1.18	1.19	1.13	1.03	0.78	0.62	0.41	0.31	0.2	0.14	0.11	0.07	0.055
	E	1.01	1.15	1.25	1.26	1.21	1.01	0.86	0.64	0.51	0.33	0.24	0.18	0.11	0.083

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
249	C	530	16	D	0.4	0.89	0.25	0.97	0.36	0.44	0.44	0.45	0.48	0.59	0.77	0.92	1.06
	D	260	16	D	0.45	0.89	0.25	1.07	0.61	0.48	0.48	0.49	0.5	0.57	0.71	0.87	1.05
	E	150	16	D	0.42	0.89	0.25	1.13	0.91	0.48	0.48	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87
250	C	530	16	D	0.4	0.87	0.25	0.95	0.35	0.43	0.43	0.44	0.47	0.59	0.76	0.91	1.04
	D	260	16	D	0.44	0.87	0.25	1.05	0.6	0.48	0.48	0.48	0.5	0.56	0.7	0.86	1.04
	E	150	16	D	0.42	0.87	0.25	1.12	0.89	0.47	0.48	0.47	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87
251	C	530	16	D	0.4	0.87	0.25	0.95	0.35	0.43	0.43	0.44	0.48	0.59	0.76	0.91	1.04
	D	260	16	D	0.44	0.87	0.25	1.05	0.6	0.48	0.48	0.48	0.5	0.56	0.7	0.86	1.05
	E	150	16	D	0.42	0.87	0.25	1.12	0.89	0.48	0.48	0.47	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87
252	C	530	16	D	0.4	0.87	0.25	0.95	0.35	0.43	0.43	0.44	0.48	0.59	0.76	0.91	1.04
	D	260	16	D	0.44	0.87	0.25	1.05	0.6	0.48	0.48	0.48	0.5	0.56	0.7	0.86	1.05
	E	150	16	D	0.42	0.87	0.25	1.12	0.89	0.48	0.48	0.47	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87
253	C	530	16	D	0.4	0.87	0.25	0.95	0.36	0.43	0.43	0.44	0.48	0.59	0.76	0.91	1.04
	D	260	16	D	0.44	0.87	0.25	1.05	0.6	0.48	0.48	0.48	0.5	0.56	0.7	0.86	1.05
	E	150	16	D	0.42	0.87	0.25	1.12	0.89	0.48	0.48	0.47	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87
254	C	530	16	D	0.4	0.87	0.25	0.96	0.36	0.43	0.44	0.44	0.48	0.59	0.76	0.91	1.05
	D	260	16	D	0.44	0.87	0.25	1.06	0.6	0.48	0.48	0.48	0.5	0.56	0.71	0.86	1.05
	E	150	16	D	0.42	0.87	0.25	1.12	0.89	0.48	0.48	0.48	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87
255	C	530	16	D	0.4	0.88	0.25	0.96	0.36	0.43	0.44	0.44	0.48	0.59	0.76	0.91	1.05
	D	260	16	D	0.44	0.88	0.25	1.06	0.61	0.48	0.48	0.48	0.5	0.56	0.71	0.86	1.05
	E	150	16	D	0.42	0.88	0.25	1.12	0.9	0.48	0.48	0.48	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87
256	C	530	16	D	0.4	0.88	0.25	0.96	0.36	0.43	0.44	0.44	0.48	0.59	0.76	0.92	1.05
	D	260	16	D	0.44	0.88	0.25	1.06	0.61	0.48	0.48	0.49	0.5	0.56	0.71	0.86	1.05
	E	150	16	D	0.42	0.88	0.25	1.12	0.9	0.48	0.48	0.48	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
249	C	1.08	1.02	0.94	0.79	0.67	0.47	0.36	0.24	0.17	0.11	0.081	0.063	0.042	0.034
	D	1.15	1.17	1.19	1.12	1.02	0.77	0.61	0.41	0.31	0.2	0.14	0.11	0.07	0.054
	E	1.01	1.15	1.24	1.25	1.2	1	0.85	0.64	0.5	0.33	0.24	0.18	0.11	0.083
250	C	1.06	1	0.93	0.77	0.65	0.47	0.35	0.23	0.17	0.11	0.08	0.062	0.042	0.034
	D	1.13	1.16	1.17	1.11	1.01	0.76	0.6	0.4	0.3	0.19	0.14	0.11	0.069	0.054
	E	1.01	1.15	1.23	1.24	1.19	0.99	0.84	0.63	0.5	0.32	0.23	0.18	0.11	0.083
251	C	1.06	1	0.93	0.77	0.65	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.08	0.062	0.042	0.034
	D	1.13	1.16	1.17	1.11	1.01	0.76	0.6	0.4	0.3	0.19	0.14	0.11	0.069	0.054
	E	1.01	1.15	1.23	1.24	1.19	0.99	0.84	0.63	0.5	0.32	0.23	0.18	0.11	0.083
252	C	1.06	1	0.93	0.77	0.65	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.08	0.062	0.042	0.034
	D	1.13	1.16	1.17	1.11	1.01	0.76	0.6	0.4	0.3	0.19	0.14	0.11	0.069	0.054
	E	1.01	1.15	1.23	1.24	1.19	0.99	0.84	0.63	0.5	0.32	0.23	0.18	0.11	0.083
253	C	1.06	1	0.93	0.77	0.65	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.08	0.062	0.042	0.034
	D	1.13	1.16	1.17	1.11	1.01	0.76	0.6	0.4	0.3	0.19	0.14	0.11	0.069	0.054
	E	1.01	1.15	1.23	1.24	1.19	0.99	0.84	0.63	0.5	0.32	0.23	0.18	0.11	0.083
254	C	1.06	1	0.93	0.78	0.66	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.08	0.063	0.042	0.034
	D	1.14	1.16	1.17	1.11	1.01	0.76	0.6	0.41	0.3	0.19	0.14	0.11	0.07	0.054
	E	1.01	1.15	1.24	1.25	1.2	0.99	0.85	0.63	0.5	0.32	0.23	0.18	0.11	0.083
255	C	1.07	1	0.93	0.78	0.66	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.08	0.063	0.042	0.034
	D	1.14	1.17	1.18	1.11	1.01	0.76	0.61	0.41	0.3	0.19	0.14	0.11	0.07	0.054
	E	1.01	1.15	1.24	1.25	1.2	1	0.85	0.63	0.5	0.33	0.23	0.18	0.11	0.083
256	C	1.07	1.01	0.93	0.78	0.66	0.47	0.36	0.23	0.17	0.11	0.08	0.063	0.042	0.034
	D	1.14	1.17	1.18	1.11	1.01	0.76	0.61	0.41	0.3	0.19	0.14	0.11	0.07	0.054
	E	1.01	1.15	1.24	1.25	1.2	1	0.85	0.63	0.5	0.33	0.23	0.18	0.11	0.083

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
257	C	530	6	D	0.41	0.91	0.26	1	0.37	0.45	0.45	0.46	0.5	0.61	0.79	0.95	1.09
	D	260	6	D	0.46	0.91	0.26	1.09	0.62	0.5	0.5	0.51	0.52	0.59	0.74	0.9	1.09
	E	150	6	D	0.42	0.91	0.26	1.17	0.93	0.5	0.5	0.5	0.5	0.53	0.62	0.72	0.87
258	C	530	16	D	0.37	0.82	0.24	0.9	0.34	0.41	0.41	0.42	0.45	0.55	0.72	0.86	0.99
	D	260	16	D	0.42	0.82	0.24	1.01	0.57	0.46	0.46	0.46	0.47	0.54	0.68	0.83	1
	E	150	16	D	0.41	0.82	0.24	1.09	0.86	0.46	0.46	0.46	0.46	0.49	0.61	0.72	0.87
259	C	530	16	D	0.4	0.88	0.25	0.97	0.36	0.44	0.44	0.45	0.48	0.59	0.77	0.93	1.06
	D	260	16	D	0.44	0.88	0.25	1.07	0.61	0.49	0.49	0.49	0.51	0.57	0.72	0.88	1.06
	E	150	16	D	0.42	0.88	0.25	1.14	0.9	0.49	0.49	0.49	0.49	0.52	0.62	0.72	0.87
260	C	530	16	D	0.38	0.83	0.24	0.91	0.34	0.41	0.41	0.42	0.45	0.56	0.72	0.87	0.99
	D	260	16	D	0.42	0.83	0.24	1.01	0.58	0.46	0.46	0.47	0.48	0.54	0.68	0.83	1.01
	E	150	16	D	0.41	0.83	0.24	1.09	0.86	0.46	0.47	0.46	0.46	0.49	0.61	0.72	0.87
261	C	530	16	D	0.37	0.8	0.23	0.88	0.33	0.4	0.4	0.41	0.44	0.54	0.7	0.84	0.96
	D	260	16	D	0.41	0.8	0.23	0.99	0.56	0.45	0.45	0.45	0.46	0.52	0.66	0.81	0.98
	E	150	16	D	0.4	0.8	0.23	1.07	0.85	0.45	0.45	0.45	0.45	0.48	0.6	0.72	0.87
262	C	530	16	D	0.37	0.81	0.24	0.88	0.33	0.4	0.41	0.41	0.44	0.54	0.7	0.84	0.97
	D	260	16	D	0.41	0.81	0.24	0.99	0.57	0.45	0.45	0.45	0.47	0.53	0.67	0.81	0.99
	E	150	16	D	0.4	0.81	0.24	1.07	0.85	0.45	0.46	0.45	0.45	0.48	0.6	0.72	0.87
263	C	530	16	D	0.4	0.87	0.25	0.95	0.36	0.43	0.43	0.44	0.48	0.58	0.76	0.91	1.04
	D	260	16	D	0.44	0.87	0.25	1.06	0.6	0.48	0.48	0.49	0.5	0.56	0.71	0.87	1.05
	E	150	16	D	0.43	0.87	0.25	1.13	0.9	0.48	0.48	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87
264	C	530	16	D	0.42	0.93	0.27	1.02	0.38	0.46	0.46	0.47	0.51	0.62	0.81	0.97	1.12
	D	260	16	D	0.46	0.93	0.27	1.12	0.64	0.51	0.51	0.52	0.53	0.6	0.75	0.92	1.11
	E	150	16	D	0.42	0.93	0.27	1.19	0.94	0.51	0.51	0.51	0.51	0.54	0.62	0.72	0.87

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
257	C	1.11	1.04	0.96	0.8	0.68	0.48	0.37	0.24	0.18	0.12	0.085	0.067	0.044	0.036
	D	1.18	1.21	1.22	1.15	1.04	0.79	0.62	0.42	0.31	0.2	0.15	0.12	0.074	0.058
	E	1.01	1.15	1.29	1.3	1.24	1.03	0.88	0.65	0.51	0.34	0.25	0.19	0.12	0.088
258	C	1	0.95	0.87	0.73	0.62	0.44	0.34	0.22	0.17	0.11	0.079	0.062	0.042	0.034
	D	1.09	1.11	1.12	1.06	0.96	0.73	0.57	0.39	0.29	0.19	0.14	0.11	0.07	0.055
	E	1.01	1.15	1.2	1.21	1.16	0.96	0.81	0.61	0.48	0.31	0.23	0.18	0.11	0.084
259	C	1.08	1.01	0.94	0.78	0.66	0.47	0.36	0.24	0.18	0.11	0.083	0.065	0.043	0.035
	D	1.15	1.18	1.19	1.12	1.02	0.77	0.61	0.41	0.31	0.2	0.15	0.11	0.073	0.057
	E	1.01	1.15	1.26	1.27	1.22	1.01	0.86	0.64	0.5	0.33	0.24	0.19	0.12	0.087
260	C	1.01	0.95	0.88	0.73	0.62	0.45	0.34	0.22	0.17	0.11	0.079	0.062	0.042	0.034
	D	1.09	1.12	1.12	1.06	0.97	0.73	0.58	0.39	0.29	0.19	0.14	0.11	0.07	0.055
	E	1.01	1.15	1.21	1.21	1.16	0.97	0.82	0.61	0.48	0.32	0.23	0.18	0.11	0.084
261	C	0.98	0.92	0.85	0.71	0.61	0.43	0.33	0.22	0.16	0.11	0.078	0.061	0.041	0.034
	D	1.06	1.09	1.1	1.03	0.95	0.71	0.56	0.38	0.29	0.19	0.14	0.11	0.069	0.054
	E	1.01	1.13	1.18	1.19	1.14	0.95	0.8	0.6	0.47	0.31	0.23	0.18	0.11	0.083
262	C	0.98	0.93	0.86	0.72	0.61	0.44	0.33	0.22	0.17	0.11	0.078	0.062	0.041	0.034
	D	1.07	1.09	1.1	1.04	0.95	0.72	0.57	0.38	0.29	0.19	0.14	0.11	0.069	0.054
	E	1.01	1.13	1.19	1.19	1.15	0.95	0.81	0.6	0.47	0.31	0.23	0.18	0.11	0.083
263	C	1.06	1	0.93	0.77	0.65	0.47	0.36	0.24	0.18	0.11	0.082	0.064	0.043	0.035
	D	1.14	1.16	1.17	1.11	1.01	0.76	0.6	0.41	0.31	0.2	0.14	0.11	0.072	0.056
	E	1.01	1.15	1.25	1.26	1.21	1	0.85	0.63	0.5	0.33	0.24	0.19	0.11	0.086
264	C	1.14	1.07	0.98	0.82	0.69	0.5	0.38	0.25	0.19	0.12	0.087	0.068	0.045	0.036
	D	1.21	1.23	1.24	1.17	1.06	0.8	0.64	0.43	0.32	0.21	0.15	0.12	0.074	0.058
	E	1.01	1.15	1.3	1.32	1.26	1.05	0.89	0.66	0.52	0.34	0.25	0.19	0.12	0.088

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
265	C	530	16	D	0.41	0.91	0.26	1	0.37	0.45	0.45	0.46	0.5	0.61	0.79	0.95	1.09
	D	260	16	D	0.46	0.91	0.26	1.1	0.63	0.5	0.5	0.51	0.52	0.59	0.74	0.9	1.09
	E	150	16	D	0.42	0.91	0.26	1.17	0.93	0.5	0.5	0.5	0.5	0.53	0.62	0.72	0.87
266	C	530	16	D	0.4	0.88	0.26	0.97	0.36	0.44	0.44	0.45	0.48	0.59	0.76	0.92	1.05
	D	260	16	D	0.44	0.88	0.26	1.07	0.61	0.49	0.49	0.49	0.5	0.57	0.71	0.88	1.06
	E	150	16	D	0.42	0.88	0.26	1.14	0.91	0.49	0.49	0.49	0.48	0.52	0.62	0.72	0.87
267	C	530	16	D	0.42	0.91	0.27	1	0.38	0.45	0.46	0.46	0.5	0.61	0.8	0.95	1.1
	D	260	16	D	0.46	0.91	0.27	1.11	0.64	0.5	0.5	0.51	0.52	0.59	0.74	0.91	1.09
	E	150	16	D	0.42	0.91	0.27	1.18	0.95	0.5	0.51	0.5	0.5	0.53	0.62	0.72	0.87
268	C	530	16	D	0.37	0.8	0.24	0.89	0.34	0.4	0.41	0.41	0.44	0.54	0.7	0.84	0.97
	D	260	16	D	0.41	0.8	0.24	1	0.58	0.45	0.46	0.46	0.47	0.53	0.67	0.82	1
	E	150	16	D	0.41	0.8	0.24	1.09	0.87	0.46	0.46	0.46	0.46	0.49	0.61	0.72	0.87
269	C	530	6	D	0.43	0.94	0.27	1.03	0.38	0.46	0.47	0.48	0.51	0.63	0.82	0.98	1.13
	D	260	6	D	0.47	0.94	0.27	1.13	0.65	0.51	0.52	0.52	0.54	0.6	0.76	0.93	1.12
	E	150	6	D	0.42	0.94	0.27	1.2	0.96	0.51	0.52	0.51	0.51	0.55	0.62	0.72	0.87
270	C	530	16	D	0.32	0.69	0.21	0.78	0.3	0.35	0.35	0.36	0.39	0.47	0.61	0.73	0.85
	D	260	16	D	0.36	0.69	0.21	0.89	0.51	0.4	0.4	0.4	0.42	0.47	0.59	0.73	0.89
	E	150	16	D	0.37	0.69	0.21	1	0.78	0.42	0.42	0.42	0.42	0.44	0.55	0.7	0.87
271	C	530	16	D	0.32	0.69	0.21	0.77	0.3	0.35	0.35	0.36	0.39	0.47	0.61	0.73	0.85
	D	260	16	D	0.36	0.69	0.21	0.89	0.51	0.4	0.4	0.4	0.42	0.47	0.59	0.73	0.89
	E	150	16	D	0.37	0.69	0.21	1	0.78	0.42	0.42	0.42	0.41	0.44	0.55	0.7	0.87
272	C	530	16	D	0.42	0.91	0.27	1	0.38	0.45	0.45	0.46	0.5	0.61	0.79	0.95	1.09
	D	260	16	D	0.46	0.91	0.27	1.1	0.63	0.5	0.5	0.51	0.52	0.59	0.74	0.9	1.09
	E	150	16	D	0.42	0.91	0.27	1.18	0.94	0.5	0.5	0.5	0.5	0.53	0.62	0.72	0.87

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
265	C	1.11	1.05	0.96	0.81	0.68	0.49	0.37	0.24	0.18	0.12	0.084	0.066	0.043	0.035
	D	1.19	1.21	1.22	1.15	1.05	0.79	0.63	0.42	0.31	0.2	0.15	0.11	0.072	0.057
	E	1.01	1.15	1.29	1.3	1.24	1.03	0.88	0.65	0.51	0.34	0.24	0.19	0.11	0.086
266	C	1.07	1.01	0.93	0.78	0.66	0.47	0.36	0.24	0.18	0.11	0.084	0.065	0.044	0.036
	D	1.15	1.18	1.19	1.12	1.02	0.77	0.61	0.41	0.31	0.2	0.15	0.11	0.073	0.057
	E	1.01	1.15	1.26	1.27	1.22	1.01	0.86	0.64	0.51	0.33	0.24	0.19	0.11	0.087
267	C	1.11	1.05	0.97	0.81	0.69	0.49	0.38	0.25	0.19	0.12	0.089	0.069	0.046	0.037
	D	1.19	1.22	1.23	1.16	1.06	0.8	0.64	0.43	0.32	0.21	0.15	0.12	0.077	0.06
	E	1.01	1.15	1.3	1.31	1.26	1.05	0.89	0.67	0.53	0.35	0.25	0.2	0.12	0.091
268	C	0.99	0.93	0.86	0.72	0.62	0.44	0.34	0.23	0.17	0.11	0.083	0.065	0.044	0.036
	D	1.08	1.1	1.11	1.05	0.96	0.73	0.58	0.39	0.3	0.19	0.14	0.11	0.073	0.058
	E	1.01	1.15	1.2	1.21	1.16	0.97	0.82	0.61	0.48	0.32	0.24	0.19	0.12	0.088
269	C	1.15	1.08	0.99	0.83	0.7	0.5	0.38	0.25	0.19	0.12	0.089	0.069	0.046	0.037
	D	1.22	1.25	1.26	1.19	1.08	0.81	0.65	0.44	0.33	0.21	0.15	0.12	0.076	0.06
	E	1.01	1.15	1.3	1.33	1.28	1.06	0.9	0.67	0.53	0.35	0.26	0.2	0.12	0.091
270	C	0.86	0.81	0.75	0.63	0.53	0.39	0.3	0.2	0.15	0.1	0.075	0.06	0.041	0.034
	D	0.97	0.99	0.99	0.94	0.85	0.64	0.51	0.35	0.26	0.17	0.13	0.1	0.068	0.054
	E	0.99	1.05	1.11	1.11	1.06	0.87	0.74	0.55	0.43	0.29	0.22	0.17	0.11	0.083
271	C	0.86	0.81	0.75	0.63	0.53	0.39	0.3	0.2	0.15	0.1	0.075	0.06	0.041	0.034
	D	0.97	0.99	0.99	0.93	0.85	0.64	0.51	0.35	0.26	0.17	0.13	0.1	0.068	0.054
	E	0.99	1.05	1.11	1.11	1.06	0.87	0.74	0.55	0.43	0.29	0.22	0.17	0.11	0.083
272	C	1.11	1.04	0.96	0.81	0.68	0.49	0.38	0.25	0.19	0.12	0.088	0.069	0.046	0.037
	D	1.19	1.21	1.22	1.16	1.05	0.8	0.63	0.43	0.32	0.21	0.15	0.12	0.076	0.06
	E	1.01	1.15	1.3	1.31	1.25	1.05	0.89	0.66	0.52	0.35	0.25	0.2	0.12	0.091

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
273	C	530	16	D	0.39	0.85	0.26	0.94	0.36	0.43	0.43	0.44	0.47	0.57	0.74	0.89	1.03
	D	260	16	D	0.44	0.85	0.26	1.05	0.61	0.48	0.48	0.48	0.49	0.56	0.7	0.86	1.04
	E	150	16	D	0.43	0.85	0.26	1.13	0.92	0.48	0.48	0.48	0.48	0.51	0.62	0.72	0.87
274	C	530	16	D	0.38	0.83	0.25	0.92	0.35	0.42	0.42	0.42	0.46	0.56	0.73	0.87	1
	D	260	16	D	0.43	0.83	0.25	1.03	0.6	0.47	0.47	0.47	0.48	0.54	0.69	0.84	1.02
	E	150	16	D	0.42	0.83	0.25	1.11	0.9	0.47	0.47	0.47	0.47	0.5	0.62	0.72	0.87
275	C	530	16	D	0.47	0.87	0.39	1.01	0.56	0.48	0.49	0.5	0.52	0.56	0.71	0.88	1.06
	D	260	16	D	0.52	0.87	0.39	1.18	0.85	0.54	0.54	0.55	0.56	0.58	0.7	0.86	1.04
	E	150	16	D	0.58	0.87	0.39	1.34	1.31	0.6	0.6	0.61	0.61	0.62	0.74	0.89	1.07
276	C	530	16	D	0.42	0.78	0.36	0.9	0.51	0.44	0.44	0.45	0.46	0.5	0.63	0.79	0.95
	D	260	16	D	0.47	0.78	0.36	1.07	0.79	0.49	0.49	0.5	0.5	0.52	0.63	0.78	0.94
	E	150	16	D	0.52	0.78	0.36	1.24	1.23	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.65	0.8	0.97
277	C	530	16	D	0.39	0.73	0.33	0.84	0.48	0.41	0.41	0.42	0.43	0.47	0.59	0.74	0.89
	D	260	16	D	0.44	0.73	0.33	1.01	0.75	0.46	0.46	0.47	0.47	0.48	0.59	0.73	0.89
	E	150	16	D	0.48	0.73	0.33	1.18	1.18	0.5	0.5	0.51	0.51	0.51	0.61	0.74	0.91
278	C	530	16	D	0.36	0.69	0.31	0.79	0.45	0.38	0.38	0.39	0.4	0.44	0.57	0.7	0.84
	D	260	16	D	0.41	0.69	0.31	0.95	0.71	0.43	0.43	0.44	0.44	0.46	0.56	0.69	0.85
	E	150	16	D	0.45	0.69	0.31	1.12	1.13	0.47	0.47	0.48	0.47	0.48	0.57	0.7	0.88
279	C	530	16	D	0.38	0.71	0.32	0.82	0.47	0.4	0.4	0.41	0.42	0.46	0.58	0.73	0.87
	D	260	16	D	0.43	0.71	0.32	0.99	0.74	0.45	0.45	0.46	0.46	0.48	0.58	0.72	0.88
	E	150	16	D	0.47	0.71	0.32	1.17	1.16	0.49	0.49	0.5	0.49	0.5	0.6	0.73	0.91
280	C	530	16	D	0.34	0.7	0.28	0.79	0.39	0.36	0.37	0.37	0.39	0.46	0.59	0.7	0.84
	D	260	16	D	0.38	0.7	0.28	0.92	0.65	0.41	0.41	0.41	0.42	0.45	0.56	0.68	0.85
	E	150	16	D	0.39	0.7	0.28	1.05	1.06	0.43	0.43	0.43	0.42	0.43	0.53	0.65	0.82

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
273	C	1.04	0.98	0.92	0.77	0.65	0.47	0.36	0.24	0.18	0.12	0.087	0.069	0.046	0.037
	D	1.13	1.16	1.17	1.1	1.01	0.77	0.61	0.42	0.31	0.2	0.15	0.12	0.076	0.06
	E	1.01	1.15	1.25	1.26	1.21	1.01	0.86	0.64	0.51	0.34	0.25	0.2	0.12	0.091
274	C	1.02	0.96	0.89	0.75	0.63	0.46	0.35	0.24	0.18	0.12	0.085	0.067	0.045	0.037
	D	1.11	1.13	1.14	1.08	0.99	0.75	0.6	0.41	0.31	0.2	0.15	0.12	0.075	0.059
	E	1.01	1.15	1.23	1.24	1.19	0.99	0.84	0.63	0.5	0.33	0.24	0.19	0.12	0.09
275	C	1.12	1.09	1.06	0.93	0.82	0.66	0.54	0.4	0.31	0.2	0.15	0.11	0.071	0.059
	D	1.15	1.2	1.27	1.31	1.24	1.02	0.83	0.62	0.47	0.31	0.23	0.18	0.11	0.092
	E	1.2	1.29	1.41	1.49	1.49	1.35	1.15	0.89	0.7	0.48	0.36	0.29	0.18	0.14
276	C	1	0.98	0.95	0.84	0.74	0.6	0.49	0.37	0.28	0.18	0.14	0.1	0.067	0.055
	D	1.05	1.09	1.16	1.19	1.13	0.93	0.76	0.56	0.44	0.29	0.22	0.17	0.11	0.087
	E	1.1	1.19	1.3	1.37	1.37	1.24	1.06	0.82	0.65	0.44	0.34	0.27	0.17	0.13
277	C	0.93	0.91	0.88	0.78	0.69	0.56	0.46	0.34	0.27	0.17	0.13	0.098	0.064	0.053
	D	0.99	1.03	1.09	1.12	1.06	0.88	0.72	0.53	0.41	0.28	0.21	0.16	0.1	0.083
	E	1.04	1.12	1.23	1.3	1.31	1.18	1.01	0.78	0.62	0.42	0.33	0.26	0.16	0.13
278	C	0.88	0.85	0.83	0.73	0.65	0.52	0.43	0.32	0.25	0.16	0.12	0.093	0.061	0.051
	D	0.94	0.98	1.04	1.06	1	0.83	0.68	0.5	0.39	0.26	0.2	0.16	0.1	0.08
	E	0.99	1.08	1.18	1.24	1.25	1.12	0.97	0.74	0.59	0.4	0.31	0.25	0.16	0.12
279	C	0.91	0.89	0.86	0.77	0.67	0.54	0.45	0.33	0.26	0.17	0.13	0.096	0.063	0.052
	D	0.98	1.02	1.08	1.1	1.04	0.86	0.7	0.52	0.41	0.27	0.2	0.16	0.1	0.082
	E	1.03	1.12	1.22	1.29	1.3	1.16	1	0.77	0.61	0.42	0.32	0.26	0.16	0.12
280	C	0.87	0.84	0.8	0.7	0.61	0.48	0.39	0.28	0.22	0.14	0.11	0.082	0.054	0.044
	D	0.95	0.98	1.02	1.01	0.96	0.77	0.64	0.46	0.36	0.24	0.18	0.14	0.088	0.07
	E	0.95	1.03	1.11	1.17	1.16	1.04	0.9	0.7	0.57	0.39	0.29	0.23	0.14	0.11

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
281	C	530	16	D	0.27	0.59	0.18	0.65	0.26	0.3	0.3	0.3	0.33	0.4	0.52	0.62	0.71
	D	260	16	D	0.32	0.59	0.18	0.78	0.44	0.35	0.35	0.35	0.36	0.41	0.51	0.63	0.77
	E	150	16	D	0.32	0.59	0.18	0.88	0.69	0.36	0.36	0.36	0.36	0.38	0.48	0.6	0.76
282	C	530	16	D	0.28	0.6	0.18	0.66	0.26	0.3	0.31	0.31	0.33	0.41	0.53	0.63	0.73
	D	260	16	D	0.32	0.6	0.18	0.79	0.45	0.35	0.35	0.36	0.36	0.41	0.52	0.64	0.78
	E	150	16	D	0.33	0.6	0.18	0.9	0.7	0.36	0.37	0.37	0.36	0.39	0.48	0.61	0.77
283	C	530	16	D	0.26	0.56	0.17	0.62	0.25	0.28	0.29	0.29	0.31	0.38	0.5	0.59	0.68
	D	260	16	D	0.31	0.56	0.17	0.75	0.43	0.33	0.33	0.34	0.34	0.39	0.49	0.6	0.74
	E	150	16	D	0.31	0.56	0.17	0.85	0.67	0.35	0.35	0.35	0.34	0.37	0.46	0.58	0.74
284	C	530	16	D	0.24	0.5	0.16	0.55	0.22	0.26	0.26	0.26	0.28	0.35	0.45	0.53	0.61
	D	260	16	D	0.28	0.5	0.16	0.68	0.38	0.3	0.3	0.3	0.31	0.35	0.45	0.55	0.67
	E	150	16	D	0.29	0.5	0.16	0.78	0.6	0.32	0.32	0.31	0.31	0.33	0.42	0.52	0.67
285	C	530	16	D	0.25	0.53	0.16	0.58	0.23	0.27	0.27	0.27	0.29	0.36	0.47	0.56	0.64
	D	260	16	D	0.29	0.53	0.16	0.71	0.4	0.31	0.32	0.32	0.33	0.37	0.47	0.57	0.7
	E	150	16	D	0.3	0.53	0.16	0.81	0.63	0.33	0.33	0.33	0.32	0.35	0.44	0.55	0.7
286	C	530	16	D	0.26	0.56	0.17	0.61	0.24	0.28	0.28	0.29	0.31	0.38	0.49	0.59	0.67
	D	260	16	D	0.3	0.56	0.17	0.74	0.42	0.33	0.33	0.33	0.34	0.39	0.49	0.6	0.73
	E	150	16	D	0.31	0.56	0.17	0.85	0.66	0.34	0.35	0.34	0.34	0.36	0.46	0.57	0.73
287	C	530	16	D	0.24	0.51	0.15	0.55	0.21	0.26	0.26	0.26	0.28	0.35	0.45	0.54	0.61
	D	260	16	D	0.28	0.51	0.15	0.67	0.38	0.3	0.3	0.3	0.31	0.35	0.45	0.55	0.67
	E	150	16	D	0.29	0.51	0.15	0.78	0.59	0.31	0.32	0.31	0.31	0.33	0.42	0.52	0.67
288	C	530	16	D	0.21	0.45	0.14	0.5	0.2	0.23	0.23	0.24	0.25	0.31	0.4	0.48	0.55
	D	260	16	D	0.25	0.45	0.14	0.62	0.36	0.28	0.28	0.28	0.28	0.32	0.41	0.5	0.62
	E	150	16	D	0.27	0.45	0.14	0.74	0.6	0.29	0.3	0.29	0.29	0.31	0.39	0.49	0.63

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
281	C	0.72	0.68	0.63	0.54	0.46	0.33	0.26	0.17	0.13	0.087	0.065	0.052	0.036	0.03
	D	0.84	0.86	0.86	0.81	0.74	0.56	0.44	0.3	0.23	0.15	0.11	0.091	0.061	0.049
	E	0.86	0.93	0.98	0.98	0.94	0.78	0.65	0.48	0.38	0.25	0.19	0.15	0.097	0.074
282	C	0.74	0.7	0.65	0.55	0.47	0.34	0.26	0.17	0.13	0.088	0.066	0.052	0.037	0.031
	D	0.85	0.87	0.88	0.82	0.75	0.57	0.45	0.31	0.23	0.16	0.12	0.092	0.061	0.049
	E	0.87	0.94	0.99	0.99	0.96	0.79	0.66	0.49	0.39	0.26	0.19	0.15	0.098	0.075
283	C	0.69	0.65	0.6	0.51	0.44	0.32	0.25	0.16	0.13	0.084	0.063	0.05	0.035	0.03
	D	0.81	0.83	0.83	0.78	0.71	0.54	0.43	0.29	0.22	0.15	0.11	0.089	0.06	0.048
	E	0.84	0.9	0.95	0.95	0.91	0.75	0.63	0.47	0.37	0.25	0.19	0.15	0.095	0.073
284	C	0.61	0.58	0.54	0.46	0.39	0.28	0.22	0.14	0.11	0.074	0.056	0.045	0.033	0.027
	D	0.73	0.75	0.75	0.7	0.64	0.48	0.38	0.26	0.2	0.13	0.1	0.08	0.055	0.044
	E	0.76	0.82	0.87	0.86	0.83	0.68	0.57	0.42	0.33	0.22	0.17	0.13	0.087	0.068
285	C	0.65	0.61	0.57	0.48	0.41	0.3	0.23	0.15	0.12	0.078	0.059	0.047	0.034	0.028
	D	0.77	0.78	0.79	0.73	0.67	0.51	0.4	0.27	0.21	0.14	0.1	0.084	0.057	0.046
	E	0.79	0.86	0.9	0.9	0.87	0.71	0.6	0.44	0.35	0.23	0.17	0.14	0.091	0.07
286	C	0.68	0.64	0.6	0.51	0.43	0.31	0.24	0.16	0.12	0.083	0.063	0.05	0.035	0.03
	D	0.8	0.82	0.82	0.77	0.7	0.53	0.42	0.29	0.22	0.15	0.11	0.088	0.06	0.048
	E	0.83	0.89	0.94	0.94	0.91	0.74	0.63	0.46	0.36	0.25	0.18	0.15	0.095	0.073
287	C	0.62	0.58	0.54	0.45	0.39	0.28	0.21	0.14	0.11	0.072	0.054	0.044	0.032	0.027
	D	0.73	0.75	0.75	0.69	0.63	0.48	0.38	0.25	0.19	0.13	0.097	0.078	0.054	0.043
	E	0.75	0.82	0.86	0.86	0.82	0.67	0.56	0.41	0.32	0.22	0.16	0.13	0.086	0.067
288	C	0.55	0.53	0.49	0.41	0.36	0.26	0.2	0.14	0.11	0.073	0.055	0.045	0.033	0.028
	D	0.67	0.69	0.69	0.65	0.59	0.45	0.36	0.25	0.19	0.13	0.098	0.079	0.055	0.045
	E	0.72	0.77	0.82	0.82	0.79	0.64	0.54	0.4	0.32	0.22	0.16	0.13	0.088	0.069

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
289	C	530	16	D	0.23	0.48	0.16	0.54	0.22	0.25	0.25	0.25	0.27	0.33	0.43	0.51	0.59
	D	260	16	D	0.27	0.48	0.16	0.66	0.39	0.3	0.3	0.3	0.3	0.34	0.43	0.53	0.66
	E	150	16	D	0.28	0.48	0.16	0.78	0.65	0.32	0.32	0.31	0.31	0.33	0.42	0.52	0.67
290	C	530	16	D	0.24	0.51	0.16	0.57	0.23	0.26	0.26	0.27	0.29	0.35	0.45	0.54	0.62
	D	260	16	D	0.28	0.51	0.16	0.68	0.41	0.3	0.3	0.31	0.31	0.35	0.44	0.54	0.66
	E	150	16	D	0.29	0.51	0.16	0.78	0.67	0.31	0.32	0.31	0.31	0.33	0.41	0.52	0.66
291	C	530	16	D	0.22	0.47	0.15	0.52	0.21	0.24	0.24	0.25	0.26	0.32	0.42	0.5	0.57
	D	260	16	D	0.26	0.47	0.15	0.65	0.38	0.29	0.29	0.29	0.29	0.33	0.42	0.52	0.64
	E	150	16	D	0.28	0.47	0.15	0.76	0.63	0.3	0.31	0.3	0.3	0.32	0.4	0.5	0.64
292	C	530	16	D	0.29	0.62	0.2	0.7	0.28	0.32	0.32	0.32	0.35	0.42	0.55	0.66	0.76
	D	260	16	D	0.34	0.62	0.2	0.82	0.48	0.37	0.37	0.37	0.38	0.43	0.54	0.67	0.81
	E	150	16	D	0.34	0.62	0.2	0.93	0.76	0.38	0.38	0.38	0.38	0.4	0.51	0.64	0.8
293	C	530	16	D	0.24	0.51	0.17	0.57	0.24	0.26	0.27	0.27	0.29	0.35	0.45	0.54	0.62
	D	260	16	D	0.28	0.51	0.17	0.69	0.41	0.31	0.31	0.31	0.32	0.36	0.45	0.55	0.67
	E	150	16	D	0.29	0.51	0.17	0.79	0.68	0.32	0.32	0.32	0.31	0.33	0.42	0.53	0.67
294	C	530	16	D	0.23	0.48	0.15	0.53	0.22	0.25	0.25	0.25	0.27	0.33	0.42	0.5	0.58
	D	260	16	D	0.27	0.48	0.15	0.65	0.39	0.29	0.29	0.29	0.3	0.34	0.42	0.52	0.64
	E	150	16	D	0.28	0.48	0.15	0.76	0.65	0.31	0.31	0.3	0.3	0.32	0.4	0.5	0.65
295	C	530	16	D	0.21	0.44	0.14	0.49	0.2	0.23	0.23	0.23	0.25	0.3	0.39	0.47	0.54
	D	260	16	D	0.25	0.44	0.14	0.61	0.37	0.27	0.27	0.27	0.28	0.31	0.4	0.49	0.6
	E	150	16	D	0.26	0.44	0.14	0.71	0.62	0.29	0.29	0.29	0.28	0.3	0.38	0.47	0.61
296	C	530	16	D	0.21	0.43	0.14	0.47	0.2	0.22	0.22	0.23	0.24	0.29	0.38	0.45	0.52
	D	260	16	D	0.25	0.43	0.14	0.59	0.38	0.27	0.27	0.27	0.27	0.31	0.39	0.47	0.59
	E	150	16	D	0.26	0.43	0.14	0.7	0.63	0.28	0.28	0.28	0.28	0.29	0.37	0.46	0.6

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
289	C	0.6	0.57	0.53	0.45	0.39	0.28	0.22	0.15	0.12	0.08	0.061	0.049	0.035	0.03
	D	0.71	0.73	0.73	0.69	0.64	0.49	0.39	0.27	0.21	0.14	0.11	0.086	0.059	0.048
	E	0.76	0.82	0.87	0.87	0.83	0.69	0.58	0.43	0.34	0.23	0.18	0.14	0.094	0.073
290	C	0.63	0.6	0.56	0.48	0.41	0.3	0.23	0.16	0.12	0.082	0.062	0.05	0.035	0.029
	D	0.73	0.75	0.76	0.72	0.66	0.51	0.41	0.28	0.22	0.15	0.11	0.089	0.06	0.048
	E	0.75	0.81	0.86	0.87	0.84	0.7	0.6	0.45	0.36	0.24	0.18	0.15	0.095	0.073
291	C	0.58	0.55	0.51	0.44	0.38	0.28	0.21	0.15	0.11	0.077	0.058	0.047	0.034	0.029
	D	0.7	0.71	0.72	0.67	0.62	0.47	0.38	0.26	0.2	0.14	0.1	0.084	0.057	0.046
	E	0.73	0.79	0.84	0.84	0.81	0.67	0.56	0.42	0.33	0.23	0.17	0.14	0.091	0.071
292	C	0.77	0.73	0.68	0.57	0.49	0.36	0.28	0.19	0.15	0.097	0.073	0.058	0.04	0.033
	D	0.89	0.91	0.91	0.86	0.79	0.6	0.48	0.33	0.25	0.17	0.13	0.1	0.067	0.053
	E	0.91	0.98	1.03	1.04	1	0.82	0.7	0.52	0.41	0.28	0.21	0.17	0.11	0.082
293	C	0.63	0.6	0.56	0.48	0.41	0.3	0.24	0.16	0.13	0.085	0.064	0.051	0.036	0.03
	D	0.74	0.76	0.76	0.72	0.66	0.51	0.41	0.28	0.22	0.15	0.11	0.091	0.061	0.049
	E	0.77	0.83	0.88	0.88	0.85	0.71	0.6	0.45	0.36	0.25	0.19	0.15	0.097	0.075
294	C	0.58	0.56	0.52	0.44	0.38	0.28	0.22	0.15	0.12	0.08	0.061	0.049	0.035	0.03
	D	0.7	0.72	0.72	0.68	0.62	0.48	0.38	0.27	0.2	0.14	0.11	0.087	0.059	0.048
	E	0.73	0.79	0.84	0.84	0.81	0.67	0.57	0.43	0.34	0.23	0.18	0.14	0.094	0.073
295	C	0.54	0.51	0.48	0.41	0.35	0.26	0.2	0.14	0.11	0.075	0.058	0.047	0.034	0.029
	D	0.65	0.67	0.67	0.63	0.58	0.44	0.35	0.25	0.19	0.13	0.1	0.083	0.057	0.047
	E	0.7	0.75	0.79	0.79	0.76	0.63	0.53	0.4	0.32	0.22	0.17	0.14	0.091	0.071
296	C	0.53	0.5	0.47	0.4	0.35	0.25	0.2	0.14	0.11	0.077	0.059	0.048	0.034	0.029
	D	0.64	0.65	0.66	0.62	0.57	0.44	0.35	0.25	0.19	0.13	0.1	0.084	0.058	0.047
	E	0.68	0.73	0.77	0.77	0.75	0.62	0.52	0.39	0.31	0.22	0.17	0.14	0.092	0.072

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
297	C	530	16	D	0.27	0.54	0.21	0.61	0.3	0.29	0.29	0.29	0.31	0.36	0.46	0.56	0.66
	D	260	16	D	0.31	0.54	0.21	0.72	0.52	0.33	0.33	0.33	0.34	0.37	0.46	0.57	0.69
	E	150	16	D	0.33	0.54	0.21	0.84	0.85	0.35	0.35	0.35	0.34	0.35	0.44	0.55	0.69
298	C	530	16	D	0.27	0.54	0.21	0.61	0.31	0.29	0.29	0.29	0.31	0.36	0.46	0.56	0.66
	D	260	16	D	0.31	0.54	0.21	0.72	0.53	0.33	0.33	0.33	0.34	0.36	0.45	0.56	0.69
	E	150	16	D	0.33	0.54	0.21	0.84	0.87	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.43	0.54	0.69
299	C	530	16	D	0.26	0.51	0.21	0.59	0.31	0.28	0.28	0.28	0.3	0.34	0.44	0.54	0.63
	D	260	16	D	0.3	0.51	0.21	0.7	0.53	0.32	0.32	0.32	0.33	0.35	0.44	0.54	0.66
	E	150	16	D	0.32	0.51	0.21	0.82	0.86	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.42	0.53	0.67
300	C	530	16	D	0.26	0.5	0.21	0.58	0.3	0.28	0.28	0.28	0.29	0.34	0.43	0.53	0.62
	D	260	16	D	0.3	0.5	0.21	0.69	0.53	0.32	0.32	0.32	0.32	0.35	0.43	0.53	0.65
	E	150	16	D	0.32	0.5	0.21	0.81	0.86	0.34	0.34	0.34	0.33	0.34	0.42	0.52	0.66
301	C	530	16	D	0.26	0.51	0.21	0.58	0.31	0.28	0.28	0.28	0.29	0.34	0.43	0.53	0.62
	D	260	16	D	0.3	0.51	0.21	0.7	0.53	0.32	0.32	0.32	0.32	0.35	0.43	0.53	0.66
	E	150	16	D	0.32	0.51	0.21	0.84	0.87	0.34	0.34	0.34	0.33	0.34	0.42	0.52	0.67
302	C	530	16	D	0.25	0.52	0.2	0.58	0.28	0.27	0.27	0.27	0.29	0.35	0.45	0.53	0.62
	D	260	16	D	0.29	0.52	0.2	0.73	0.5	0.32	0.32	0.32	0.33	0.36	0.45	0.55	0.69
	E	150	16	D	0.31	0.52	0.2	0.87	0.83	0.34	0.34	0.34	0.33	0.35	0.43	0.54	0.7
303	C	530	16	D	0.21	0.44	0.16	0.5	0.23	0.23	0.23	0.23	0.25	0.31	0.39	0.46	0.53
	D	260	16	D	0.25	0.44	0.16	0.65	0.42	0.28	0.28	0.28	0.29	0.32	0.41	0.49	0.62
	E	150	16	D	0.27	0.44	0.16	0.8	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.32	0.4	0.49	0.65
304	C	530	16	D	0.24	0.51	0.17	0.57	0.25	0.26	0.26	0.27	0.29	0.35	0.46	0.54	0.62
	D	260	16	D	0.28	0.51	0.17	0.73	0.44	0.31	0.31	0.32	0.32	0.37	0.47	0.57	0.71
	E	150	16	D	0.3	0.51	0.17	0.87	0.71	0.33	0.34	0.33	0.33	0.36	0.45	0.56	0.73

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
297	C	0.67	0.64	0.61	0.53	0.46	0.35	0.29	0.21	0.17	0.11	0.085	0.068	0.046	0.039
	D	0.76	0.78	0.8	0.78	0.73	0.58	0.47	0.34	0.27	0.18	0.14	0.11	0.075	0.061
	E	0.79	0.85	0.91	0.93	0.91	0.79	0.68	0.52	0.42	0.29	0.23	0.19	0.12	0.093
298	C	0.68	0.65	0.61	0.53	0.47	0.36	0.3	0.22	0.17	0.12	0.088	0.07	0.047	0.04
	D	0.76	0.78	0.8	0.79	0.73	0.59	0.48	0.35	0.28	0.19	0.15	0.12	0.077	0.063
	E	0.78	0.84	0.9	0.93	0.92	0.8	0.69	0.53	0.43	0.3	0.24	0.19	0.12	0.096
299	C	0.65	0.62	0.59	0.52	0.45	0.35	0.29	0.21	0.17	0.11	0.087	0.069	0.047	0.039
	D	0.73	0.75	0.78	0.76	0.71	0.57	0.47	0.34	0.27	0.19	0.15	0.12	0.076	0.062
	E	0.76	0.82	0.88	0.91	0.9	0.78	0.68	0.52	0.42	0.3	0.23	0.19	0.12	0.095
300	C	0.64	0.61	0.58	0.51	0.45	0.35	0.29	0.21	0.17	0.11	0.087	0.069	0.047	0.039
	D	0.72	0.74	0.77	0.76	0.71	0.57	0.47	0.34	0.27	0.19	0.15	0.12	0.076	0.062
	E	0.75	0.81	0.87	0.91	0.89	0.78	0.68	0.52	0.42	0.3	0.23	0.19	0.12	0.095
301	C	0.64	0.62	0.59	0.52	0.45	0.36	0.3	0.22	0.17	0.12	0.088	0.069	0.047	0.039
	D	0.73	0.76	0.78	0.77	0.72	0.59	0.48	0.35	0.28	0.19	0.15	0.12	0.076	0.062
	E	0.76	0.83	0.9	0.93	0.92	0.81	0.7	0.54	0.44	0.3	0.24	0.19	0.12	0.095
302	C	0.64	0.62	0.59	0.51	0.45	0.35	0.28	0.2	0.15	0.1	0.079	0.063	0.043	0.035
	D	0.77	0.8	0.82	0.79	0.74	0.59	0.48	0.34	0.27	0.18	0.14	0.11	0.071	0.057
	E	0.81	0.88	0.95	0.97	0.95	0.82	0.71	0.54	0.44	0.3	0.23	0.18	0.11	0.087
303	C	0.55	0.53	0.5	0.43	0.38	0.29	0.23	0.16	0.13	0.086	0.065	0.052	0.036	0.031
	D	0.69	0.71	0.72	0.69	0.65	0.51	0.41	0.29	0.22	0.15	0.12	0.093	0.062	0.049
	E	0.76	0.82	0.88	0.89	0.87	0.74	0.62	0.47	0.38	0.26	0.2	0.16	0.098	0.076
304	C	0.63	0.61	0.57	0.48	0.42	0.32	0.25	0.17	0.13	0.087	0.066	0.053	0.037	0.031
	D	0.78	0.8	0.81	0.76	0.7	0.55	0.44	0.3	0.23	0.16	0.12	0.094	0.062	0.05
	E	0.84	0.91	0.97	0.97	0.94	0.79	0.66	0.5	0.39	0.26	0.2	0.16	0.099	0.077

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
305	C	530	16	D	0.21	0.44	0.14	0.49	0.2	0.22	0.22	0.23	0.25	0.31	0.39	0.46	0.53
	D	260	16	D	0.25	0.44	0.14	0.63	0.37	0.26	0.27	0.27	0.28	0.32	0.4	0.48	0.6
	E	150	16	D	0.26	0.44	0.14	0.74	0.61	0.28	0.28	0.28	0.28	0.3	0.37	0.46	0.6
306	C	530	16	D	0.24	0.52	0.17	0.56	0.25	0.26	0.26	0.26	0.28	0.35	0.45	0.52	0.6
	D	260	16	D	0.28	0.52	0.17	0.72	0.44	0.3	0.3	0.3	0.31	0.36	0.44	0.53	0.67
	E	150	16	D	0.29	0.52	0.17	0.83	0.74	0.31	0.32	0.31	0.31	0.33	0.41	0.51	0.66
307	C	530	16	D	0.24	0.51	0.16	0.56	0.22	0.26	0.26	0.26	0.28	0.36	0.45	0.53	0.61
	D	260	16	D	0.28	0.51	0.16	0.71	0.41	0.3	0.3	0.3	0.31	0.36	0.45	0.55	0.68
	E	150	16	D	0.29	0.51	0.16	0.82	0.65	0.32	0.32	0.31	0.31	0.34	0.43	0.52	0.68
308	C	530	16	D	0.24	0.52	0.16	0.57	0.23	0.26	0.26	0.26	0.28	0.36	0.46	0.53	0.61
	D	260	16	D	0.28	0.52	0.16	0.71	0.41	0.3	0.3	0.31	0.32	0.37	0.46	0.55	0.69
	E	150	16	D	0.29	0.52	0.16	0.84	0.65	0.32	0.32	0.32	0.32	0.35	0.44	0.54	0.69
309	C	530	6	D	0.28	0.62	0.2	0.68	0.29	0.3	0.3	0.31	0.34	0.42	0.54	0.63	0.72
	D	260	6	D	0.32	0.62	0.2	0.86	0.53	0.35	0.36	0.36	0.37	0.43	0.53	0.64	0.8
	E	150	6	D	0.32	0.62	0.2	1.01	0.85	0.37	0.37	0.37	0.36	0.4	0.5	0.61	0.79
310	C	530	6	D	0.26	0.59	0.19	0.64	0.27	0.29	0.29	0.3	0.32	0.4	0.51	0.6	0.69
	D	260	6	D	0.31	0.59	0.19	0.8	0.49	0.34	0.34	0.34	0.35	0.41	0.5	0.61	0.75
	E	150	6	D	0.31	0.59	0.19	0.93	0.77	0.35	0.35	0.35	0.34	0.38	0.47	0.58	0.75
311	C	530	6	D	0.2	0.42	0.12	0.47	0.18	0.21	0.21	0.22	0.24	0.3	0.38	0.44	0.51
	D	260	6	D	0.24	0.42	0.12	0.6	0.33	0.26	0.26	0.26	0.27	0.31	0.39	0.47	0.59
	E	150	6	D	0.25	0.42	0.12	0.73	0.52	0.27	0.27	0.27	0.27	0.3	0.38	0.47	0.61
312	C	530	8	D	0.22	0.48	0.14	0.52	0.2	0.24	0.24	0.25	0.27	0.34	0.43	0.5	0.57
	D	260	8	D	0.26	0.48	0.14	0.66	0.37	0.28	0.28	0.28	0.29	0.34	0.43	0.51	0.64
	E	150	8	D	0.27	0.48	0.14	0.76	0.56	0.29	0.29	0.29	0.29	0.32	0.4	0.49	0.63

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
305	C	0.55	0.52	0.49	0.41	0.36	0.27	0.2	0.13	0.1	0.068	0.051	0.042	0.029	0.024
	D	0.66	0.69	0.69	0.65	0.6	0.47	0.37	0.25	0.19	0.13	0.096	0.076	0.051	0.039
	E	0.7	0.76	0.81	0.82	0.8	0.67	0.56	0.42	0.33	0.22	0.16	0.13	0.081	0.061
306	C	0.63	0.61	0.57	0.49	0.43	0.32	0.25	0.17	0.13	0.086	0.065	0.052	0.035	0.028
	D	0.75	0.78	0.8	0.75	0.7	0.55	0.44	0.31	0.24	0.16	0.12	0.093	0.059	0.046
	E	0.77	0.85	0.91	0.92	0.9	0.77	0.66	0.5	0.4	0.27	0.2	0.16	0.095	0.071
307	C	0.63	0.6	0.56	0.47	0.41	0.3	0.22	0.15	0.11	0.074	0.055	0.044	0.031	0.026
	D	0.75	0.78	0.78	0.73	0.67	0.52	0.41	0.28	0.21	0.14	0.1	0.081	0.054	0.042
	E	0.78	0.86	0.91	0.91	0.89	0.74	0.62	0.46	0.36	0.24	0.17	0.14	0.085	0.065
308	C	0.63	0.6	0.56	0.47	0.41	0.3	0.23	0.15	0.11	0.075	0.056	0.045	0.032	0.026
	D	0.76	0.79	0.79	0.74	0.68	0.52	0.41	0.28	0.21	0.14	0.1	0.082	0.054	0.043
	E	0.8	0.88	0.93	0.93	0.9	0.75	0.63	0.46	0.36	0.24	0.18	0.14	0.087	0.066
309	C	0.75	0.73	0.68	0.59	0.52	0.38	0.29	0.19	0.14	0.091	0.066	0.052	0.035	0.027
	D	0.9	0.94	0.96	0.91	0.85	0.67	0.53	0.37	0.27	0.18	0.13	0.096	0.06	0.045
	E	0.92	1.02	1.1	1.12	1.11	0.94	0.8	0.6	0.47	0.31	0.22	0.16	0.096	0.07
310	C	0.72	0.69	0.64	0.55	0.48	0.35	0.27	0.17	0.13	0.082	0.06	0.047	0.032	0.026
	D	0.84	0.88	0.89	0.84	0.79	0.62	0.49	0.34	0.25	0.16	0.11	0.088	0.056	0.042
	E	0.87	0.96	1.02	1.04	1.02	0.87	0.73	0.55	0.43	0.28	0.2	0.15	0.09	0.066
311	C	0.52	0.49	0.46	0.39	0.33	0.24	0.18	0.11	0.079	0.049	0.035	0.027	0.02	0.016
	D	0.65	0.67	0.67	0.62	0.57	0.43	0.33	0.22	0.16	0.097	0.067	0.05	0.035	0.027
	E	0.71	0.76	0.81	0.8	0.77	0.63	0.52	0.37	0.28	0.17	0.12	0.085	0.056	0.041
312	C	0.58	0.56	0.52	0.44	0.38	0.27	0.2	0.13	0.089	0.054	0.037	0.028	0.017	0.012
	D	0.7	0.73	0.73	0.68	0.62	0.48	0.37	0.25	0.18	0.11	0.073	0.052	0.029	0.019
	E	0.73	0.8	0.85	0.84	0.82	0.68	0.56	0.41	0.31	0.19	0.13	0.088	0.047	0.03

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
313	C	530	6	D	0.27	0.58	0.15	0.63	0.22	0.29	0.29	0.31	0.34	0.42	0.53	0.61	0.69
	D	260	6	D	0.31	0.58	0.15	0.76	0.41	0.33	0.33	0.34	0.36	0.42	0.52	0.61	0.75
	E	150	6	D	0.31	0.58	0.15	0.85	0.6	0.34	0.34	0.34	0.34	0.38	0.47	0.57	0.72
314	C	530	6	D	0.25	0.53	0.14	0.58	0.2	0.27	0.27	0.29	0.32	0.41	0.51	0.58	0.64
	D	260	6	D	0.29	0.53	0.14	0.7	0.37	0.31	0.31	0.33	0.35	0.41	0.5	0.58	0.7
	E	150	6	D	0.29	0.53	0.14	0.8	0.56	0.32	0.32	0.33	0.34	0.38	0.46	0.55	0.69
315	C	530	6	D	0.28	0.58	0.15	0.63	0.22	0.3	0.3	0.33	0.37	0.46	0.57	0.64	0.7
	D	260	6	D	0.31	0.58	0.15	0.75	0.4	0.33	0.34	0.36	0.38	0.45	0.54	0.63	0.75
	E	150	6	D	0.31	0.58	0.15	0.84	0.59	0.34	0.34	0.36	0.37	0.41	0.49	0.58	0.72
316	C	530	6	D	0.27	0.58	0.16	0.62	0.23	0.3	0.31	0.36	0.4	0.5	0.59	0.65	0.7
	D	260	6	D	0.3	0.58	0.16	0.71	0.42	0.33	0.34	0.37	0.4	0.46	0.54	0.61	0.71
	E	150	6	D	0.3	0.58	0.16	0.78	0.63	0.32	0.33	0.36	0.37	0.42	0.48	0.55	0.67
317	C	530	6	D	0.2	0.43	0.13	0.47	0.19	0.22	0.22	0.23	0.25	0.31	0.39	0.45	0.52
	D	260	6	D	0.24	0.43	0.13	0.62	0.35	0.26	0.26	0.27	0.28	0.33	0.41	0.48	0.6
	E	150	6	D	0.25	0.43	0.13	0.75	0.54	0.28	0.28	0.28	0.28	0.31	0.39	0.48	0.62
318	C	530	8	D	0.21	0.46	0.15	0.5	0.21	0.23	0.23	0.24	0.26	0.32	0.41	0.47	0.54
	D	260	8	D	0.25	0.46	0.15	0.66	0.39	0.27	0.27	0.28	0.29	0.33	0.42	0.5	0.62
	E	150	8	D	0.26	0.46	0.15	0.79	0.61	0.29	0.29	0.29	0.29	0.32	0.4	0.48	0.63
319	C	530	12	D	0.3	0.62	0.19	0.62	0.25	0.32	0.34	0.48	0.57	0.73	0.83	0.87	0.84
	D	260	12	D	0.29	0.62	0.19	0.68	0.41	0.31	0.33	0.46	0.53	0.66	0.73	0.79	0.79
	E	150	12	D	0.27	0.62	0.19	0.57	0.35	0.29	0.31	0.44	0.51	0.55	0.62	0.68	0.68
320	C	530	12	D	0.38	0.73	0.21	0.72	0.27	0.41	0.45	0.66	0.78	0.97	1.06	1.07	0.99
	D	260	12	D	0.37	0.73	0.21	0.76	0.43	0.39	0.42	0.62	0.7	0.76	0.9	0.93	0.91
	E	150	12	D	0.34	0.73	0.21	0.61	0.36	0.36	0.39	0.55	0.55	0.55	0.62	0.72	0.75

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
313	C	0.7	0.66	0.61	0.51	0.43	0.3	0.22	0.14	0.094	0.056	0.038	0.028	0.017	0.012
	D	0.82	0.84	0.84	0.77	0.7	0.52	0.41	0.26	0.19	0.11	0.074	0.053	0.029	0.019
	E	0.82	0.89	0.94	0.93	0.9	0.73	0.6	0.43	0.32	0.2	0.13	0.089	0.047	0.03
314	C	0.64	0.6	0.56	0.46	0.39	0.28	0.2	0.12	0.086	0.051	0.035	0.026	0.016	0.011
	D	0.76	0.78	0.77	0.71	0.64	0.48	0.37	0.24	0.17	0.1	0.068	0.048	0.027	0.018
	E	0.78	0.84	0.89	0.87	0.84	0.68	0.56	0.4	0.29	0.18	0.12	0.081	0.044	0.028
315	C	0.7	0.65	0.6	0.5	0.42	0.29	0.22	0.13	0.092	0.054	0.037	0.027	0.016	0.011
	D	0.81	0.83	0.82	0.75	0.68	0.51	0.4	0.26	0.18	0.11	0.072	0.051	0.029	0.019
	E	0.81	0.88	0.93	0.92	0.88	0.72	0.59	0.42	0.31	0.19	0.12	0.086	0.046	0.029
316	C	0.68	0.64	0.6	0.5	0.43	0.31	0.23	0.15	0.1	0.062	0.042	0.031	0.016	0.011
	D	0.76	0.79	0.79	0.74	0.69	0.53	0.42	0.28	0.2	0.12	0.083	0.058	0.029	0.018
	E	0.75	0.81	0.87	0.87	0.85	0.72	0.61	0.45	0.35	0.22	0.14	0.098	0.046	0.027
317	C	0.52	0.5	0.47	0.4	0.34	0.25	0.19	0.12	0.085	0.053	0.037	0.028	0.02	0.016
	D	0.66	0.68	0.68	0.64	0.59	0.45	0.35	0.24	0.17	0.11	0.072	0.053	0.035	0.027
	E	0.72	0.78	0.83	0.83	0.8	0.66	0.54	0.4	0.3	0.19	0.12	0.09	0.057	0.041
318	C	0.56	0.54	0.51	0.43	0.38	0.28	0.21	0.14	0.098	0.061	0.043	0.033	0.022	0.017
	D	0.69	0.72	0.73	0.69	0.64	0.5	0.39	0.27	0.19	0.12	0.083	0.061	0.039	0.029
	E	0.74	0.81	0.86	0.87	0.85	0.72	0.6	0.44	0.34	0.21	0.14	0.1	0.062	0.044
319	C	0.69	0.62	0.55	0.46	0.39	0.31	0.25	0.18	0.14	0.09	0.063	0.048	0.029	0.02
	D	0.75	0.72	0.66	0.59	0.55	0.47	0.41	0.28	0.21	0.13	0.087	0.065	0.04	0.026
	E	0.63	0.59	0.56	0.49	0.46	0.4	0.34	0.26	0.2	0.12	0.078	0.059	0.037	0.025
320	C	0.8	0.7	0.61	0.51	0.43	0.33	0.27	0.19	0.14	0.093	0.064	0.048	0.03	0.02
	D	0.84	0.79	0.72	0.64	0.59	0.5	0.43	0.29	0.21	0.13	0.088	0.066	0.041	0.027
	E	0.68	0.63	0.59	0.51	0.48	0.41	0.36	0.27	0.2	0.12	0.08	0.06	0.037	0.025

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
321	C	530	16	D	0.5	1.08	0.31	1.2	0.44	0.53	0.54	0.55	0.59	0.72	0.94	1.13	1.31
	D	260	16	D	0.53	1.08	0.31	1.26	0.73	0.58	0.58	0.59	0.6	0.68	0.85	1.04	1.24
	E	150	16	D	0.43	1.08	0.31	1.29	1.08	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.66	0.77	0.98
322	C	530	6	D	0.5	1.09	0.32	1.22	0.45	0.54	0.54	0.56	0.6	0.73	0.95	1.15	1.33
	D	260	6	D	0.53	1.09	0.32	1.28	0.74	0.59	0.59	0.6	0.62	0.69	0.86	1.06	1.27
	E	150	6	D	0.43	1.09	0.32	1.33	1.09	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.62	0.72	0.87
323	C	530	6	D	0.51	1.13	0.33	1.27	0.47	0.57	0.57	0.58	0.63	0.76	0.99	1.2	1.39
	D	260	6	D	0.53	1.13	0.33	1.34	0.76	0.62	0.62	0.63	0.65	0.72	0.9	1.04	1.27
	E	150	6	D	0.42	1.13	0.33	1.33	1.12	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.62	0.72	0.88
324	C	530	6	D	0.5	1.11	0.32	1.25	0.46	0.55	0.55	0.57	0.61	0.74	0.97	1.18	1.36
	D	260	6	D	0.53	1.11	0.32	1.31	0.75	0.61	0.61	0.61	0.64	0.71	0.89	1.04	1.27
	E	150	6	D	0.42	1.11	0.32	1.33	1.1	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.62	0.72	0.87
325	C	530	6	D	0.5	1.1	0.32	1.23	0.45	0.54	0.55	0.56	0.61	0.73	0.96	1.16	1.34
	D	260	6	D	0.54	1.1	0.32	1.3	0.74	0.6	0.6	0.6	0.63	0.7	0.88	1.04	1.27
	E	150	6	D	0.42	1.1	0.32	1.33	1.09	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.62	0.72	0.87
326	C	530	6	D	0.47	1.03	0.3	1.15	0.42	0.51	0.52	0.53	0.57	0.69	0.9	1.09	1.26
	D	260	6	D	0.51	1.03	0.3	1.23	0.7	0.56	0.57	0.57	0.59	0.67	0.83	1.03	1.23
	E	150	6	D	0.42	1.03	0.3	1.29	1.03	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.62	0.72	0.87
327	C	530	6	D	0.5	1.11	0.32	1.24	0.45	0.55	0.55	0.57	0.61	0.74	0.97	1.17	1.35
	D	260	6	D	0.54	1.11	0.32	1.31	0.74	0.6	0.6	0.61	0.63	0.71	0.89	1.04	1.27
	E	150	6	D	0.42	1.11	0.32	1.33	1.09	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.62	0.72	0.87
328	C	530	6	D	0.56	1.25	0.35	1.38	0.5	0.62	0.62	0.63	0.68	0.83	1.08	1.31	1.51
	D	260	6	D	0.59	1.25	0.35	1.42	0.82	0.66	0.66	0.67	0.69	0.77	0.93	1.04	1.27
	E	150	6	D	0.42	1.25	0.35	1.38	1.21	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.62	0.76	0.92

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
321	C	1.33	1.25	1.15	0.97	0.81	0.58	0.44	0.29	0.21	0.13	0.097	0.074	0.048	0.038
	D	1.35	1.38	1.4	1.34	1.21	0.92	0.73	0.49	0.37	0.24	0.17	0.13	0.079	0.061
	E	1.09	1.19	1.31	1.43	1.37	1.15	0.99	0.74	0.6	0.39	0.28	0.21	0.12	0.093
322	C	1.35	1.27	1.17	0.97	0.82	0.59	0.45	0.3	0.22	0.14	0.1	0.078	0.05	0.041
	D	1.38	1.4	1.42	1.36	1.23	0.93	0.74	0.5	0.38	0.24	0.17	0.13	0.083	0.064
	E	1.01	1.15	1.3	1.47	1.41	1.18	1.01	0.76	0.61	0.39	0.29	0.22	0.13	0.098
323	C	1.42	1.32	1.21	1.01	0.85	0.61	0.47	0.31	0.23	0.15	0.11	0.081	0.053	0.043
	D	1.44	1.47	1.48	1.42	1.28	0.97	0.76	0.52	0.39	0.25	0.18	0.14	0.086	0.067
	E	1.01	1.15	1.3	1.48	1.47	1.23	1.05	0.78	0.62	0.41	0.3	0.23	0.14	0.1
324	C	1.38	1.29	1.19	0.99	0.83	0.59	0.46	0.3	0.22	0.14	0.1	0.079	0.052	0.042
	D	1.43	1.45	1.46	1.39	1.25	0.95	0.75	0.51	0.38	0.24	0.18	0.14	0.085	0.066
	E	1.01	1.15	1.3	1.48	1.45	1.22	1.03	0.77	0.61	0.4	0.29	0.23	0.13	0.1
325	C	1.36	1.27	1.17	0.98	0.82	0.59	0.45	0.3	0.22	0.14	0.1	0.078	0.051	0.041
	D	1.41	1.43	1.44	1.37	1.24	0.94	0.74	0.5	0.37	0.24	0.17	0.14	0.083	0.065
	E	1.01	1.15	1.3	1.48	1.44	1.2	1.02	0.76	0.6	0.39	0.29	0.22	0.13	0.099
326	C	1.28	1.2	1.1	0.92	0.77	0.55	0.42	0.28	0.21	0.13	0.095	0.074	0.048	0.039
	D	1.34	1.35	1.37	1.3	1.17	0.89	0.7	0.47	0.35	0.23	0.16	0.13	0.08	0.062
	E	1.01	1.15	1.3	1.44	1.37	1.14	0.97	0.72	0.57	0.37	0.27	0.21	0.13	0.095
327	C	1.38	1.29	1.18	0.98	0.82	0.59	0.45	0.29	0.22	0.14	0.1	0.077	0.05	0.04
	D	1.42	1.44	1.45	1.38	1.24	0.94	0.74	0.5	0.37	0.24	0.17	0.13	0.083	0.064
	E	1.01	1.15	1.3	1.48	1.43	1.2	1.02	0.76	0.61	0.4	0.29	0.22	0.13	0.097
328	C	1.54	1.44	1.33	1.1	0.93	0.66	0.5	0.33	0.24	0.15	0.11	0.084	0.054	0.043
	D	1.47	1.57	1.58	1.52	1.37	1.04	0.82	0.55	0.41	0.26	0.19	0.15	0.089	0.068
	E	1.01	1.15	1.3	1.48	1.53	1.28	1.1	0.83	0.67	0.44	0.31	0.24	0.14	0.1

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
329	C	530	6	D	0.54	1.19	0.34	1.32	0.48	0.59	0.59	0.6	0.66	0.79	1.03	1.25	1.45
	D	260	6	D	0.53	1.19	0.34	1.39	0.79	0.64	0.64	0.65	0.67	0.75	0.9	1.04	1.27
	E	150	6	D	0.43	1.19	0.34	1.37	1.16	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.62	0.74	0.92
330	C	530	6	D	0.5	1.09	0.33	1.21	0.46	0.54	0.55	0.56	0.6	0.73	0.95	1.14	1.32
	D	260	6	D	0.54	1.09	0.33	1.29	0.75	0.59	0.6	0.6	0.62	0.69	0.87	1.04	1.27
	E	150	6	D	0.43	1.09	0.33	1.33	1.12	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.62	0.75	0.92
331	C	530	16	D	0.53	1.04	0.42	1.19	0.58	0.56	0.56	0.57	0.6	0.68	0.87	1.08	1.28
	D	260	16	D	0.58	1.04	0.42	1.31	0.89	0.62	0.63	0.63	0.64	0.69	0.84	1.04	1.25
	E	150	16	D	0.63	1.04	0.42	1.47	1.32	0.67	0.67	0.69	0.69	0.71	0.86	1.04	1.25
332	C	530	16	D	0.48	0.93	0.38	1.07	0.53	0.5	0.5	0.51	0.54	0.61	0.78	0.95	1.14
	D	260	16	D	0.53	0.93	0.38	1.2	0.82	0.56	0.56	0.56	0.58	0.61	0.74	0.92	1.11
	E	150	16	D	0.56	0.93	0.38	1.33	1.26	0.6	0.6	0.6	0.6	0.62	0.74	0.91	1.1
333	C	530	16	D	0.51	1	0.4	1.14	0.55	0.53	0.53	0.54	0.57	0.65	0.83	1.01	1.21
	D	260	16	D	0.55	1	0.4	1.23	0.85	0.58	0.58	0.58	0.59	0.63	0.77	0.94	1.14
	E	150	16	D	0.57	1	0.4	1.34	1.28	0.6	0.6	0.61	0.6	0.62	0.74	0.91	1.1
334	C	530	16	D	0.61	1.17	0.49	1.31	0.68	0.63	0.63	0.65	0.68	0.75	0.95	1.17	1.39
	D	260	16	D	0.68	1.17	0.49	1.48	1.04	0.7	0.7	0.72	0.73	0.76	0.92	1.12	1.33
	E	150	16	D	0.73	1.17	0.49	1.64	1.51	0.77	0.77	0.78	0.8	0.82	0.97	1.16	1.36
335	C	530	16	D	0.6	1.14	0.48	1.29	0.67	0.62	0.62	0.64	0.67	0.74	0.93	1.15	1.37
	D	260	16	D	0.66	1.14	0.48	1.45	1.02	0.68	0.68	0.71	0.71	0.75	0.9	1.1	1.32
	E	150	16	D	0.72	1.14	0.48	1.62	1.48	0.75	0.76	0.77	0.78	0.81	0.95	1.14	1.34
336	C	530	16	D	0.59	1.12	0.47	1.27	0.66	0.61	0.61	0.63	0.66	0.73	0.92	1.14	1.35
	D	260	16	D	0.65	1.12	0.47	1.43	1	0.67	0.67	0.69	0.7	0.74	0.89	1.09	1.31
	E	150	16	D	0.71	1.12	0.47	1.6	1.46	0.74	0.74	0.76	0.77	0.79	0.94	1.13	1.33

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
329	C	1.47	1.38	1.27	1.05	0.89	0.63	0.48	0.32	0.24	0.15	0.11	0.083	0.053	0.043
	D	1.44	1.52	1.54	1.47	1.33	1.01	0.79	0.54	0.4	0.26	0.18	0.14	0.088	0.069
	E	1.04	1.15	1.3	1.48	1.52	1.27	1.08	0.81	0.64	0.42	0.3	0.24	0.14	0.1
330	C	1.35	1.27	1.17	0.98	0.83	0.6	0.46	0.31	0.23	0.15	0.11	0.082	0.053	0.043
	D	1.39	1.42	1.44	1.37	1.25	0.95	0.75	0.52	0.39	0.25	0.18	0.14	0.087	0.069
	E	1.04	1.15	1.3	1.48	1.44	1.21	1.04	0.78	0.62	0.41	0.3	0.23	0.14	0.1
331	C	1.32	1.28	1.22	1.05	0.9	0.71	0.57	0.42	0.32	0.21	0.15	0.11	0.071	0.059
	D	1.37	1.4	1.46	1.46	1.35	1.09	0.89	0.64	0.49	0.32	0.24	0.18	0.11	0.09
	E	1.39	1.47	1.58	1.63	1.6	1.42	1.2	0.92	0.73	0.49	0.37	0.29	0.17	0.14
332	C	1.18	1.14	1.09	0.95	0.83	0.65	0.53	0.39	0.3	0.19	0.14	0.11	0.068	0.056
	D	1.22	1.27	1.33	1.33	1.24	1.01	0.82	0.6	0.46	0.3	0.22	0.17	0.11	0.086
	E	1.24	1.32	1.42	1.48	1.47	1.31	1.12	0.86	0.68	0.46	0.35	0.28	0.17	0.13
333	C	1.26	1.22	1.17	1.01	0.87	0.68	0.55	0.4	0.3	0.19	0.14	0.11	0.067	0.055
	D	1.26	1.31	1.36	1.37	1.29	1.04	0.85	0.62	0.47	0.31	0.23	0.18	0.11	0.086
	E	1.23	1.32	1.43	1.49	1.48	1.33	1.14	0.89	0.71	0.47	0.35	0.28	0.17	0.13
334	C	1.46	1.42	1.38	1.22	1.05	0.83	0.67	0.5	0.38	0.24	0.17	0.13	0.08	0.066
	D	1.46	1.52	1.61	1.64	1.54	1.26	1.02	0.75	0.58	0.37	0.27	0.21	0.13	0.1
	E	1.5	1.6	1.74	1.82	1.8	1.61	1.37	1.06	0.84	0.56	0.42	0.33	0.2	0.15
335	C	1.44	1.4	1.35	1.19	1.02	0.81	0.66	0.49	0.37	0.23	0.17	0.13	0.079	0.065
	D	1.45	1.5	1.59	1.62	1.51	1.24	1	0.73	0.56	0.36	0.27	0.21	0.13	0.1
	E	1.48	1.58	1.72	1.8	1.78	1.58	1.35	1.04	0.82	0.54	0.41	0.33	0.19	0.15
336	C	1.42	1.37	1.33	1.17	1.01	0.79	0.65	0.48	0.37	0.23	0.17	0.12	0.078	0.065
	D	1.43	1.49	1.57	1.59	1.49	1.21	0.98	0.72	0.55	0.36	0.26	0.2	0.12	0.1
	E	1.46	1.56	1.7	1.77	1.75	1.56	1.33	1.02	0.81	0.53	0.41	0.32	0.19	0.15

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
337	C	530	16	D	0.57	1.1	0.46	1.25	0.64	0.6	0.6	0.62	0.64	0.71	0.9	1.12	1.33
	D	260	16	D	0.64	1.1	0.46	1.4	0.97	0.66	0.66	0.68	0.69	0.73	0.88	1.07	1.29
	E	150	16	D	0.7	1.1	0.46	1.56	1.43	0.73	0.73	0.74	0.75	0.78	0.91	1.1	1.3
338	C	530	16	D	0.57	1.09	0.45	1.24	0.63	0.59	0.6	0.61	0.64	0.71	0.9	1.11	1.32
	D	260	16	D	0.63	1.09	0.45	1.39	0.96	0.65	0.65	0.67	0.68	0.72	0.87	1.06	1.28
	E	150	16	D	0.69	1.09	0.45	1.54	1.42	0.71	0.72	0.73	0.74	0.76	0.9	1.09	1.28
339	C	530	16	D	0.56	1.09	0.45	1.23	0.63	0.71	0.72	0.73	0.74	0.76	0.9	1.09	1.28
	D	260	16	D	0.63	1.09	0.45	1.38	0.95	0.65	0.65	0.67	0.67	0.71	0.87	1.05	1.27
	E	150	16	D	0.68	1.09	0.45	1.53	1.41	0.71	0.71	0.73	0.73	0.76	0.89	1.08	1.27
340	C	530	16	D	0.51	0.97	0.42	1.12	0.58	0.53	0.53	0.55	0.57	0.63	0.8	0.99	1.19
	D	260	16	D	0.57	0.97	0.42	1.26	0.89	0.59	0.59	0.6	0.61	0.64	0.78	0.95	1.15
	E	150	16	D	0.62	0.97	0.42	1.41	1.34	0.64	0.64	0.66	0.66	0.67	0.8	0.97	1.16
341	C	530	16	D	0.49	0.92	0.4	1.07	0.56	0.51	0.51	0.52	0.55	0.59	0.76	0.94	1.13
	D	260	16	D	0.54	0.92	0.4	1.21	0.86	0.57	0.57	0.57	0.58	0.6	0.74	0.9	1.1
	E	150	16	D	0.59	0.92	0.4	1.36	1.31	0.62	0.62	0.63	0.63	0.64	0.76	0.92	1.11
342	C	530	16	D	0.51	0.95	0.42	1.1	0.59	0.53	0.53	0.54	0.56	0.61	0.78	0.96	1.16
	D	260	16	D	0.46	0.95	0.42	1.25	0.9	0.59	0.59	0.6	0.6	0.63	0.76	0.93	1.13
	E	150	16	D	0.62	0.95	0.42	1.41	1.35	0.64	0.64	0.66	0.66	0.67	0.8	0.96	1.15
343	C	530	16	D	0.51	0.95	0.42	1.09	0.6	0.53	0.53	0.54	0.56	0.61	0.77	0.95	1.15
	D	260	16	D	0.56	0.95	0.42	1.26	0.91	0.59	0.59	0.6	0.6	0.62	0.76	0.92	1.12
	E	150	16	D	0.63	0.95	0.42	1.41	1.36	0.65	0.65	0.67	0.66	0.68	0.8	0.96	1.15
344	C	530	16	D	0.51	0.96	0.43	1.09	0.61	0.53	0.53	0.55	0.57	0.61	0.77	0.96	1.16
	D	260	16	D	0.57	0.96	0.43	1.27	0.92	0.6	0.6	0.61	0.61	0.63	0.77	0.93	1.13
	E	150	16	D	0.64	0.96	0.43	1.44	1.38	0.66	0.66	0.68	0.68	0.69	0.81	0.98	1.17

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
337	C	1.39	1.35	1.3	1.14	0.98	0.77	0.63	0.46	0.36	0.23	0.16	0.12	0.077	0.064
	D	1.41	1.46	1.54	1.56	1.45	1.19	0.96	0.7	0.54	0.35	0.26	0.2	0.12	0.098
	E	1.43	1.53	1.66	1.74	1.72	1.52	1.3	0.99	0.79	0.52	0.4	0.32	0.19	0.15
338	C	1.38	1.33	1.29	1.13	0.97	0.76	0.62	0.46	0.35	0.22	0.16	0.12	0.077	0.063
	D	1.39	1.44	1.52	1.54	1.44	1.17	0.95	0.69	0.53	0.35	0.26	0.2	0.12	0.097
	E	1.42	1.51	1.64	1.71	1.69	1.5	1.28	0.98	0.78	0.52	0.39	0.31	0.19	0.15
339	C	1.42	1.51	1.64	1.71	1.69	1.5	1.28	0.98	0.78	0.52	0.39	0.31	0.19	0.15
	D	1.39	1.44	1.51	1.53	1.43	1.16	0.95	0.69	0.53	0.34	0.25	0.2	0.12	0.097
	E	1.41	1.5	1.63	1.7	1.68	1.5	1.27	0.98	0.77	0.51	0.39	0.31	0.19	0.15
340	C	1.24	1.21	1.16	1.01	0.88	0.7	0.57	0.42	0.32	0.21	0.15	0.11	0.073	0.06
	D	1.27	1.31	1.38	1.4	1.32	1.07	0.87	0.64	0.49	0.33	0.24	0.19	0.12	0.093
	E	1.3	1.38	1.5	1.57	1.56	1.4	1.19	0.92	0.72	0.49	0.37	0.3	0.18	0.14
341	C	1.18	1.15	1.11	0.97	0.84	0.67	0.55	0.41	0.31	0.2	0.15	0.11	0.071	0.059
	D	1.21	1.26	1.32	1.34	1.27	1.03	0.84	0.62	0.48	0.32	0.23	0.18	0.11	0.091
	E	1.24	1.33	1.44	1.51	1.5	1.36	1.15	0.89	0.7	0.47	0.36	0.29	0.17	0.14
342	C	1.22	1.19	1.15	1.01	0.88	0.7	0.57	0.43	0.33	0.21	0.15	0.11	0.074	0.061
	D	1.25	1.29	1.37	1.39	1.31	1.08	0.88	0.64	0.5	0.33	0.24	0.19	0.12	0.094
	E	1.29	1.37	1.49	1.57	1.56	1.41	1.19	0.93	0.73	0.49	0.38	0.3	0.18	0.14
343	C	1.21	1.18	1.15	1.01	0.88	0.71	0.58	0.43	0.33	0.21	0.15	0.12	0.074	0.061
	D	1.24	1.29	1.36	1.4	1.31	1.09	0.89	0.65	0.5	0.33	0.25	0.19	0.12	0.095
	E	1.28	1.37	1.49	1.57	1.57	1.43	1.2	0.94	0.74	0.49	0.38	0.3	0.18	0.14
344	C	1.22	1.2	1.17	1.03	0.89	0.72	0.59	0.44	0.34	0.22	0.16	0.12	0.076	0.062
	D	1.25	1.3	1.38	1.42	1.33	1.1	0.9	0.66	0.51	0.34	0.25	0.19	0.12	0.096
	E	1.29	1.38	1.51	1.6	1.59	1.45	1.23	0.95	0.75	0.5	0.38	0.31	0.18	0.14

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
345	C	530	16	D	0.54	1.01	0.45	1.15	0.64	0.56	0.56	0.58	0.6	0.64	0.81	1.01	1.21
	D	260	16	D	0.61	1.01	0.45	1.34	0.97	0.62	0.62	0.64	0.65	0.67	0.81	0.98	1.18
	E	150	16	D	0.68	1.01	0.45	1.51	1.44	0.7	0.7	0.72	0.72	0.75	0.87	1.04	1.22
346	C	530	16	D	0.55	1.03	0.46	1.17	0.66	0.57	0.57	0.59	0.61	0.66	0.83	1.03	1.23
	D	260	16	D	0.62	1.03	0.46	1.36	0.99	0.64	0.64	0.66	0.66	0.69	0.82	1	1.2
	E	150	16	D	0.7	1.03	0.46	1.53	1.46	0.72	0.72	0.73	0.74	0.77	0.89	1.07	1.25
347	C	530	16	D	0.55	1.02	0.46	1.16	0.65	0.57	0.57	0.58	0.6	0.65	0.82	1.02	1.22
	D	260	16	D	0.62	1.02	0.46	1.35	0.98	0.63	0.63	0.65	0.65	0.68	0.82	0.99	1.19
	E	150	16	D	0.69	1.02	0.46	1.52	1.45	0.71	0.71	0.73	0.74	0.76	0.88	1.05	1.24
348	C	530	16	D	0.54	1.01	0.46	1.15	0.65	0.56	0.56	0.58	0.6	0.65	0.81	1.01	1.21
	D	260	16	D	0.61	1.01	0.46	1.34	0.98	0.63	0.63	0.64	0.65	0.67	0.81	0.98	1.18
	E	150	16	D	0.69	1.01	0.46	1.51	1.44	0.7	0.7	0.72	0.73	0.75	0.87	1.05	1.23
349	C	530	16	D	0.54	1.01	0.46	1.15	0.65	0.57	0.57	0.58	0.6	0.65	0.82	1.01	1.22
	D	260	16	D	0.61	1.01	0.46	1.35	0.98	0.63	0.63	0.65	0.65	0.68	0.81	0.99	1.19
	E	150	16	D	0.69	1.01	0.46	1.52	1.45	0.71	0.71	0.72	0.73	0.75	0.88	1.05	1.23
350	C	530	16	D	0.51	1.07	0.38	1.19	0.53	0.55	0.55	0.56	0.6	0.71	0.92	1.1	1.29
	D	260	16	D	0.55	1.07	0.38	1.35	0.87	0.61	0.61	0.62	0.63	0.69	0.87	1.04	1.27
	E	150	16	D	0.55	1.07	0.38	1.49	1.32	0.63	0.63	0.63	0.62	0.66	0.82	1.01	1.24
351	C	530	16	D	0.55	1.23	0.39	1.34	0.55	0.61	0.62	0.62	0.67	0.82	1.07	1.27	1.47
	D	260	16	D	0.53	1.23	0.39	1.48	0.91	0.67	0.67	0.67	0.69	0.76	0.9	1.04	1.27
	E	150	16	D	0.57	1.23	0.39	1.5	1.35	0.66	0.66	0.66	0.65	0.69	0.86	1.01	1.2
352	C	530	16	D	0.5	1.09	0.34	1.19	0.48	0.54	0.54	0.56	0.59	0.73	0.95	1.12	1.3
	D	260	16	D	0.53	1.09	0.34	1.33	0.81	0.6	0.6	0.6	0.61	0.69	0.87	1.06	1.29
	E	150	16	D	0.47	1.09	0.34	1.41	1.23	0.55	0.55	0.55	0.55	0.56	0.68	0.82	1

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
345	C	1.27	1.25	1.23	1.08	0.94	0.76	0.63	0.46	0.36	0.23	0.16	0.12	0.078	0.064
	D	1.29	1.36	1.45	1.48	1.4	1.16	0.95	0.7	0.54	0.35	0.26	0.2	0.12	0.099
	E	1.35	1.45	1.59	1.67	1.67	1.51	1.28	0.99	0.78	0.52	0.4	0.32	0.19	0.15
346	C	1.3	1.28	1.25	1.11	0.96	0.78	0.64	0.47	0.36	0.23	0.17	0.12	0.079	0.065
	D	1.32	1.38	1.47	1.51	1.43	1.18	0.97	0.71	0.55	0.36	0.26	0.2	0.12	0.1
	E	1.38	1.48	1.62	1.71	1.7	1.53	1.31	1.01	0.8	0.53	0.4	0.32	0.19	0.15
347	C	1.29	1.27	1.24	1.1	0.96	0.77	0.63	0.47	0.36	0.23	0.16	0.12	0.078	0.065
	D	1.31	1.37	1.46	1.5	1.42	1.18	0.96	0.71	0.55	0.35	0.26	0.2	0.12	0.1
	E	1.36	1.47	1.61	1.69	1.69	1.52	1.3	1	0.79	0.53	0.4	0.32	0.19	0.15
348	C	1.28	1.26	1.23	1.09	0.95	0.76	0.63	0.47	0.36	0.23	0.16	0.12	0.078	0.064
	D	1.3	1.36	1.45	1.49	1.41	1.17	0.96	0.7	0.54	0.35	0.26	0.2	0.12	0.099
	E	1.35	1.46	1.6	1.68	1.68	1.52	1.29	0.99	0.79	0.52	0.4	0.32	0.19	0.15
349	C	1.28	1.26	1.23	1.1	0.95	0.77	0.63	0.47	0.36	0.23	0.16	0.12	0.078	0.064
	D	1.3	1.37	1.46	1.5	1.41	1.17	0.96	0.7	0.54	0.35	0.26	0.2	0.12	0.099
	E	1.36	1.46	1.6	1.69	1.69	1.52	1.29	1	0.79	0.53	0.4	0.32	0.19	0.15
350	C	1.32	1.27	1.2	1.02	0.89	0.67	0.53	0.37	0.28	0.18	0.13	0.1	0.066	0.054
	D	1.4	1.46	1.5	1.46	1.36	1.08	0.87	0.62	0.47	0.3	0.22	0.17	0.11	0.086
	E	1.38	1.5	1.61	1.66	1.64	1.43	1.22	0.93	0.73	0.48	0.36	0.28	0.17	0.13
351	C	1.49	1.43	1.33	1.12	0.96	0.71	0.55	0.37	0.27	0.17	0.13	0.096	0.063	0.051
	D	1.44	1.58	1.64	1.58	1.46	1.14	0.91	0.63	0.47	0.3	0.22	0.17	0.1	0.082
	E	1.32	1.47	1.59	1.64	1.67	1.47	1.26	0.95	0.75	0.49	0.35	0.27	0.16	0.12
352	C	1.32	1.26	1.17	0.99	0.85	0.63	0.48	0.33	0.24	0.16	0.11	0.088	0.058	0.047
	D	1.4	1.46	1.48	1.42	1.31	1.02	0.81	0.56	0.42	0.27	0.2	0.15	0.097	0.076
	E	1.12	1.23	1.35	1.48	1.57	1.34	1.15	0.87	0.69	0.45	0.33	0.25	0.15	0.12

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
353	C	530	16	D	0.55	1.21	0.37	1.32	0.53	0.6	0.6	0.61	0.66	0.81	1.05	1.25	1.45
	D	260	16	D	0.53	1.21	0.37	1.46	0.89	0.65	0.66	0.66	0.68	0.76	0.9	1.04	1.27
	E	150	16	D	0.52	1.21	0.37	1.44	1.34	0.61	0.62	0.62	0.61	0.64	0.77	0.92	1.11
354	C	530	16	D	0.46	1.05	0.32	1.14	0.45	0.51	0.51	0.52	0.56	0.71	0.92	1.07	1.24
	D	260	16	D	0.5	1.05	0.32	1.31	0.79	0.57	0.57	0.58	0.59	0.68	0.86	1.03	1.26
	E	150	16	D	0.42	1.05	0.32	1.39	1.2	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.62	0.72	0.87
355	C	530	16	D	0.54	1.26	0.37	1.36	0.53	0.6	0.6	0.61	0.67	0.84	1.08	1.27	1.47
	D	260	16	D	0.53	1.26	0.37	1.51	0.91	0.65	0.66	0.66	0.68	0.76	0.9	1.04	1.27
	E	150	16	D	0.43	1.26	0.37	1.44	1.38	0.55	0.55	0.55	0.55	0.57	0.73	0.84	1.02
356	C	530	16	D	0.46	0.98	0.33	1.08	0.47	0.49	0.5	0.51	0.54	0.66	0.85	1.01	1.18
	D	260	16	D	0.5	0.98	0.33	1.25	0.78	0.55	0.56	0.56	0.57	0.64	0.81	0.99	1.2
	E	150	16	D	0.48	0.98	0.33	1.38	1.21	0.56	0.57	0.56	0.56	0.58	0.71	0.84	1.01
357	C	530	16	D	0.52	1.13	0.39	1.25	0.55	0.58	0.58	0.59	0.63	0.75	0.98	1.17	1.36
	D	260	16	D	0.53	1.13	0.39	1.43	0.93	0.64	0.64	0.64	0.66	0.73	0.9	1.04	1.27
	E	150	16	D	0.55	1.13	0.39	1.48	1.43	0.65	0.65	0.65	0.64	0.67	0.8	0.96	1.15
358	C	530	8	D	0.51	1.13	0.39	1.25	0.55	0.57	0.57	0.58	0.62	0.75	0.98	1.16	1.35
	D	260	8	D	0.53	1.13	0.39	1.45	0.94	0.63	0.64	0.64	0.65	0.73	0.9	1.04	1.27
	E	150	8	D	0.46	1.13	0.39	1.44	1.48	0.55	0.55	0.55	0.55	0.56	0.68	0.82	1.02
359	C	530	6	D	0.51	1.16	0.37	1.24	0.53	0.55	0.56	0.56	0.62	0.77	0.98	1.13	1.32
	D	260	6	D	0.53	1.16	0.37	1.39	0.92	0.59	0.6	0.6	0.62	0.71	0.87	1.04	1.27
	E	150	6	D	0.42	1.16	0.37	1.44	1.46	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.62	0.72	0.87
360	C	530	6	D	0.63	1.44	0.46	1.51	0.66	0.67	0.67	0.69	0.75	0.94	1.18	1.37	1.58
	D	260	6	D	0.62	1.44	0.46	1.57	1.1	0.68	0.69	0.69	0.71	0.8	0.99	1.17	1.42
	E	150	6	D	0.53	1.44	0.46	1.57	1.75	0.62	0.62	0.62	0.61	0.66	0.8	0.89	1.04

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
353	C	1.47	1.4	1.3	1.09	0.94	0.69	0.53	0.35	0.26	0.17	0.12	0.092	0.06	0.049
	D	1.44	1.58	1.62	1.55	1.43	1.11	0.89	0.61	0.46	0.29	0.21	0.16	0.1	0.079
	E	1.24	1.36	1.49	1.56	1.6	1.44	1.24	0.94	0.74	0.48	0.35	0.27	0.16	0.12
354	C	1.27	1.21	1.12	0.95	0.82	0.59	0.45	0.29	0.22	0.14	0.1	0.077	0.05	0.04
	D	1.39	1.44	1.46	1.38	1.27	0.99	0.79	0.53	0.4	0.25	0.18	0.14	0.086	0.066
	E	1.01	1.15	1.3	1.48	1.54	1.31	1.12	0.84	0.67	0.43	0.3	0.23	0.14	0.1
355	C	1.51	1.44	1.33	1.12	0.97	0.7	0.53	0.33	0.24	0.15	0.11	0.081	0.05	0.04
	D	1.46	1.58	1.68	1.59	1.47	1.15	0.91	0.61	0.45	0.28	0.19	0.15	0.086	0.066
	E	1.14	1.18	1.3	1.48	1.6	1.46	1.27	0.96	0.77	0.49	0.33	0.24	0.14	0.1
356	C	1.2	1.15	1.07	0.92	0.79	0.59	0.47	0.32	0.24	0.16	0.11	0.088	0.059	0.049
	D	1.31	1.36	1.39	1.33	1.24	0.97	0.78	0.55	0.41	0.27	0.2	0.15	0.1	0.079
	E	1.14	1.26	1.37	1.48	1.53	1.31	1.12	0.85	0.67	0.44	0.32	0.25	0.16	0.12
357	C	1.39	1.33	1.25	1.07	0.94	0.71	0.55	0.39	0.29	0.19	0.14	0.11	0.071	0.057
	D	1.44	1.55	1.59	1.56	1.45	1.15	0.93	0.66	0.5	0.32	0.24	0.19	0.12	0.092
	E	1.29	1.41	1.54	1.62	1.64	1.53	1.31	1.01	0.8	0.53	0.39	0.3	0.19	0.14
358	C	1.39	1.33	1.25	1.07	0.94	0.7	0.55	0.38	0.29	0.18	0.14	0.11	0.071	0.057
	D	1.44	1.57	1.61	1.57	1.47	1.16	0.94	0.66	0.5	0.33	0.24	0.19	0.12	0.092
	E	1.13	1.23	1.34	1.48	1.6	1.53	1.32	1.03	0.82	0.55	0.4	0.31	0.19	0.14
359	C	1.38	1.33	1.25	1.08	0.94	0.69	0.53	0.34	0.24	0.15	0.11	0.083	0.05	0.036
	D	1.43	1.51	1.55	1.5	1.42	1.13	0.92	0.64	0.47	0.3	0.21	0.15	0.087	0.06
	E	1.01	1.15	1.3	1.48	1.6	1.41	1.25	0.99	0.81	0.53	0.36	0.26	0.14	0.092
360	C	1.67	1.63	1.54	1.33	1.16	0.86	0.66	0.42	0.29	0.18	0.13	0.094	0.053	0.038
	D	1.6	1.69	1.75	1.72	1.63	1.34	1.1	0.77	0.57	0.36	0.24	0.18	0.094	0.063
	E	1.2	1.3	1.44	1.69	1.74	1.55	1.39	1.15	0.97	0.64	0.42	0.3	0.15	0.096

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
361	C	530	16	F	1.38	3.03	1.15	3.16	1.6	1.52	1.52	1.6	1.69	1.94	2.36	2.82	3.3
	D	260	16	F	1.5	3.03	1.15	3.3	2.32	1.6	1.6	1.7	1.77	2	2.29	2.64	2.96
	E	150	16	F	1.8	3.03	1.15	3.44	3.28	1.83	1.83	1.96	2.09	2.47	2.73	3.03	3.2
362	C	530	16	F	1.36	2.97	1.13	3.09	1.57	1.49	1.49	1.56	1.65	1.9	2.31	2.76	3.23
	D	260	16	F	1.49	2.97	1.13	3.25	2.28	1.57	1.57	1.67	1.74	1.97	2.26	2.6	2.92
	E	150	16	F	1.78	2.97	1.13	3.4	3.23	1.81	1.81	1.94	2.06	2.43	2.69	2.99	3.16
363	C	530	16	F	1.29	2.72	1.05	2.86	1.46	1.39	1.39	1.46	1.54	1.76	2.14	2.57	3.01
	D	260	16	F	1.43	2.72	1.05	3.07	2.13	1.49	1.49	1.58	1.65	1.87	2.14	2.48	2.78
	E	150	16	F	1.71	2.72	1.05	3.27	3	1.73	1.73	1.85	1.97	2.3	2.57	2.86	3.04
364	C	530	16	F	1.28	2.62	1.03	2.77	1.42	1.35	1.35	1.42	1.5	1.71	2.07	2.49	2.94
	D	260	16	F	1.42	2.62	1.03	3	2.07	1.46	1.46	1.55	1.62	1.84	2.1	2.44	2.73
	E	150	16	F	1.69	2.62	1.03	3.23	2.89	1.71	1.71	1.83	1.95	2.27	2.54	2.82	3
365	C	530	16	F	1.23	2.46	0.98	2.63	1.34	1.28	1.28	1.35	1.42	1.61	1.96	2.36	2.79
	D	260	16	F	1.37	2.46	0.98	2.87	1.97	1.41	1.41	1.49	1.55	1.75	2.01	2.34	2.62
	E	150	16	F	1.64	2.46	0.98	3.13	2.76	1.64	1.64	1.76	1.88	2.16	2.42	2.72	2.89
366	C	530	16	F	1.24	2.47	0.98	2.64	1.35	1.29	1.29	1.36	1.43	1.62	1.97	2.38	2.8
	D	260	16	F	1.38	2.47	0.98	2.88	1.98	1.42	1.42	1.5	1.56	1.76	2.02	2.35	2.64
	E	150	16	F	1.65	2.47	0.98	3.15	2.76	1.66	1.66	1.77	1.89	2.18	2.45	2.74	2.92
367	C	530	16	F	1.25	2.51	1	2.68	1.37	1.31	1.31	1.38	1.45	1.64	2	2.41	2.84
	D	260	16	F	1.39	2.51	1	2.91	2	1.44	1.44	1.51	1.58	1.78	2.04	2.38	2.66
	E	150	16	F	1.66	2.51	1	3.17	2.79	1.67	1.67	1.79	1.9	2.21	2.47	2.76	2.94
368	C	530	16	F	1.17	2.31	0.93	2.5	1.28	1.22	1.22	1.28	1.35	1.52	1.86	2.25	2.65
	D	260	16	F	1.3	2.31	0.93	2.73	1.88	1.34	1.35	1.41	1.47	1.65	1.91	2.22	2.5
	E	150	16	F	1.57	2.31	0.93	3	2.64	1.56	1.56	1.68	1.78	2.03	2.28	2.57	2.77

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
361	C	3.48	3.52	3.47	3.09	2.63	2.02	1.6	1.16	0.87	0.51	0.33	0.23	0.14	0.11
	D	3.12	3.31	3.54	3.67	3.45	2.83	2.3	1.7	1.29	0.79	0.52	0.38	0.22	0.17
	E	3.28	3.48	3.71	3.82	3.72	3.26	2.76	2.24	1.82	1.16	0.8	0.59	0.33	0.25
362	C	3.41	3.44	3.39	3.03	2.57	1.97	1.57	1.13	0.85	0.51	0.33	0.23	0.14	0.11
	D	3.08	3.26	3.49	3.61	3.38	2.78	2.26	1.67	1.27	0.78	0.52	0.37	0.21	0.17
	E	3.24	3.45	3.67	3.77	3.69	3.22	2.73	2.21	1.79	1.14	0.79	0.58	0.33	0.25
363	C	3.17	3.18	3.13	2.8	2.38	1.83	1.46	1.06	0.8	0.48	0.31	0.22	0.13	0.11
	D	2.96	3.11	3.31	3.41	3.18	2.61	2.11	1.56	1.18	0.73	0.49	0.36	0.21	0.16
	E	3.12	3.32	3.55	3.63	3.56	3.1	2.6	2.08	1.67	1.06	0.74	0.56	0.32	0.24
364	C	3.07	3.07	3.03	2.71	2.3	1.77	1.42	1.04	0.78	0.47	0.31	0.22	0.13	0.11
	D	2.91	3.05	3.24	3.33	3.1	2.54	2.04	1.52	1.15	0.7	0.48	0.35	0.2	0.16
	E	3.09	3.28	3.51	3.58	3.51	3.05	2.55	2.02	1.61	1.02	0.72	0.55	0.31	0.24
365	C	2.92	2.91	2.88	2.56	2.17	1.68	1.34	0.99	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.8	2.94	3.11	3.18	2.98	2.43	1.95	1.45	1.09	0.67	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	2.99	3.17	3.39	3.48	3.4	2.95	2.46	1.93	1.53	0.97	0.69	0.53	0.3	0.23
366	C	2.93	2.93	2.89	2.57	2.18	1.69	1.35	1	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.81	2.94	3.12	3.2	2.99	2.43	1.96	1.45	1.1	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3	3.19	3.41	3.5	3.41	2.96	2.46	1.93	1.53	0.97	0.69	0.53	0.31	0.23
367	C	2.97	2.97	2.93	2.61	2.22	1.72	1.37	1.01	0.76	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.83	2.97	3.15	3.23	3.02	2.46	1.99	1.47	1.11	0.68	0.47	0.34	0.2	0.16
	E	3.03	3.22	3.44	3.52	3.44	2.98	2.48	1.95	1.55	0.98	0.7	0.53	0.31	0.24
368	C	2.78	2.77	2.73	2.41	2.05	1.6	1.28	0.95	0.71	0.43	0.29	0.2	0.12	0.1
	D	2.67	2.82	2.97	3.04	2.85	2.32	1.87	1.38	1.04	0.65	0.45	0.33	0.19	0.15
	E	2.87	3.04	3.25	3.34	3.26	2.85	2.37	1.86	1.47	0.93	0.67	0.51	0.3	0.23

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
369	C	530	16	F	1.26	2.6	1.02	2.75	1.4	1.34	1.34	1.41	1.48	1.69	2.06	2.48	2.92
	D	260	16	F	1.39	2.6	1.02	2.96	2.04	1.46	1.46	1.53	1.6	1.8	2.07	2.41	2.7
	E	150	16	F	1.67	2.6	1.02	3.19	2.86	1.68	1.68	1.79	1.93	2.22	2.48	2.77	2.95
370	C	530	16	F	1.26	2.58	1.02	2.73	1.4	1.34	1.34	1.4	1.48	1.68	2.05	2.46	2.91
	D	260	16	F	1.4	2.58	1.02	2.95	2.03	1.46	1.46	1.53	1.6	1.81	2.07	2.41	2.7
	E	150	16	F	1.67	2.58	1.02	3.2	2.84	1.68	1.69	1.8	1.93	2.23	2.5	2.78	2.96
371	C	530	16	F	1.17	2.33	0.93	2.52	1.28	1.22	1.22	1.28	1.35	1.53	1.87	2.27	2.67
	D	260	16	F	1.3	2.33	0.93	2.74	1.88	1.34	1.35	1.41	1.47	1.64	1.91	2.22	2.51
	E	150	16	F	1.56	2.33	0.93	3	2.66	1.56	1.56	1.67	1.77	2.02	2.27	2.56	2.76
372	C	530	16	F	1.11	2.18	0.88	2.37	1.22	1.15	1.15	1.2	1.27	1.43	1.75	2.12	2.51
	D	260	16	F	1.23	2.18	0.88	2.63	1.79	1.27	1.27	1.33	1.38	1.54	1.79	2.1	2.38
	E	150	16	F	1.47	2.18	0.88	2.87	2.53	1.48	1.48	1.58	1.66	1.88	2.13	2.42	2.61
373	C	530	16	F	1.18	2.5	0.96	2.67	1.33	1.28	1.28	1.34	1.42	1.62	2	2.41	2.83
	D	260	16	F	1.31	2.5	0.96	2.84	1.96	1.38	1.38	1.45	1.5	1.68	1.96	2.28	2.58
	E	150	16	F	1.57	2.5	0.96	3.02	2.76	1.57	1.57	1.68	1.78	2.03	2.29	2.58	2.78
374	C	530	16	F	1.22	2.69	1.01	2.84	1.4	1.36	1.36	1.42	1.5	1.73	2.12	2.55	3.01
	D	260	16	F	1.34	2.69	1.01	2.96	2.05	1.44	1.44	1.5	1.56	1.75	2.03	2.37	2.67
	E	150	16	F	1.6	2.69	1.01	3.09	2.88	1.61	1.62	1.72	1.83	2.1	2.36	2.66	2.84
375	C	530	16	F	1.24	2.76	1.03	2.88	1.42	1.39	1.39	1.45	1.53	1.77	2.17	2.61	3.06
	D	260	16	F	1.37	2.76	1.03	3.01	2.08	1.47	1.47	1.54	1.6	1.8	2.08	2.42	2.73
	E	150	16	F	1.64	2.76	1.03	3.15	2.89	1.65	1.66	1.76	1.89	2.16	2.43	2.73	2.91
376	C	530	16	F	1.23	2.75	1.02	2.88	1.41	1.38	1.38	1.44	1.53	1.77	2.16	2.59	3.05
	D	260	16	F	1.36	2.75	1.02	2.99	2.07	1.46	1.46	1.53	1.59	1.79	2.06	2.4	2.71
	E	150	16	F	1.62	2.75	1.02	3.13	2.88	1.64	1.64	1.75	1.87	2.14	2.41	2.7	2.88

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
369	C	3.05	3.06	3.01	2.68	2.28	1.76	1.4	1.02	0.77	0.46	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.87	3.01	3.2	3.29	3.07	2.52	2.03	1.5	1.13	0.7	0.47	0.34	0.2	0.16
	E	3.04	3.23	3.45	3.54	3.46	3.01	2.52	1.99	1.59	1	0.71	0.54	0.31	0.24
370	C	3.03	3.04	2.99	2.67	2.27	1.75	1.4	1.02	0.77	0.46	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.87	3	3.2	3.28	3.06	2.51	2.02	1.5	1.13	0.7	0.47	0.34	0.2	0.16
	E	3.05	3.24	3.46	3.55	3.47	3.01	2.51	1.99	1.58	1	0.71	0.54	0.31	0.24
371	C	2.8	2.79	2.74	2.42	2.06	1.6	1.28	0.95	0.71	0.43	0.29	0.2	0.12	0.1
	D	2.68	2.83	2.98	3.05	2.86	2.33	1.88	1.38	1.04	0.65	0.44	0.33	0.19	0.15
	E	2.86	3.03	3.25	3.33	3.26	2.85	2.38	1.87	1.48	0.94	0.67	0.51	0.3	0.23
372	C	2.63	2.62	2.57	2.27	1.95	1.51	1.22	0.89	0.67	0.41	0.28	0.2	0.12	0.098
	D	2.55	2.69	2.86	2.92	2.72	2.22	1.78	1.31	1	0.62	0.43	0.32	0.19	0.15
	E	2.73	2.89	3.1	3.18	3.12	2.74	2.29	1.78	1.4	0.89	0.64	0.5	0.29	0.22
373	C	2.97	2.96	2.9	2.55	2.18	1.68	1.33	0.97	0.72	0.43	0.29	0.2	0.12	0.1
	D	2.76	2.92	3.08	3.16	2.97	2.42	1.96	1.43	1.07	0.66	0.45	0.33	0.19	0.15
	E	2.88	3.05	3.27	3.36	3.3	2.9	2.45	1.93	1.53	0.97	0.68	0.52	0.3	0.23
374	C	3.15	3.15	3.08	2.72	2.32	1.78	1.4	1.01	0.74	0.44	0.29	0.21	0.13	0.1
	D	2.86	3.03	3.2	3.29	3.1	2.54	2.05	1.49	1.12	0.68	0.46	0.34	0.2	0.15
	E	2.94	3.12	3.34	3.44	3.38	2.97	2.52	2.01	1.6	1.01	0.7	0.53	0.3	0.23
375	C	3.21	3.2	3.14	2.78	2.36	1.81	1.42	1.02	0.76	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.91	3.07	3.26	3.35	3.14	2.57	2.08	1.51	1.13	0.69	0.47	0.34	0.2	0.16
	E	3	3.19	3.41	3.5	3.44	3.02	2.55	2.02	1.61	1.01	0.7	0.53	0.3	0.23
376	C	3.2	3.2	3.13	2.76	2.35	1.8	1.41	1.01	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.89	3.06	3.24	3.33	3.13	2.56	2.07	1.5	1.12	0.69	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	2.97	3.16	3.38	3.48	3.41	3.01	2.54	2.02	1.6	1	0.7	0.53	0.3	0.23

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
377	C	530	16	F	1.24	2.74	1.02	2.87	1.41	1.38	1.38	1.44	1.53	1.77	2.17	2.6	3.04
	D	260	16	F	1.37	2.74	1.02	3	2.06	1.47	1.47	1.54	1.6	1.8	2.08	2.43	2.73
	E	150	16	F	1.64	2.74	1.02	3.16	2.87	1.66	1.66	1.77	1.89	2.17	2.44	2.73	2.91
378	C	530	16	F	1.25	2.74	1.02	2.87	1.42	1.38	1.38	1.44	1.53	1.77	2.17	2.6	3.04
	D	260	16	F	1.38	2.74	1.02	3.01	2.06	1.47	1.47	1.54	1.61	1.81	2.09	2.43	2.74
	E	150	16	F	1.65	2.74	1.02	3.17	2.87	1.66	1.67	1.78	1.9	2.18	2.45	2.75	2.93
379	C	530	16	F	1.25	2.74	1.02	2.86	1.41	1.38	1.38	1.44	1.53	1.77	2.17	2.6	3.04
	D	260	16	F	1.37	2.74	1.02	3	2.06	1.47	1.47	1.54	1.6	1.81	2.09	2.43	2.73
	E	150	16	F	1.65	2.74	1.02	3.17	2.86	1.66	1.66	1.77	1.9	2.18	2.45	2.74	2.92
380	C	530	16	F	1.25	2.74	1.02	2.86	1.41	1.38	1.38	1.44	1.53	1.77	2.17	2.6	3.04
	D	260	16	F	1.38	2.74	1.02	3.01	2.06	1.47	1.47	1.54	1.61	1.81	2.09	2.44	2.74
	E	150	16	F	1.65	2.74	1.02	3.17	2.86	1.67	1.67	1.78	1.91	2.19	2.46	2.75	2.93
381	C	530	16	F	1.25	2.73	1.02	2.86	1.41	1.38	1.38	1.44	1.53	1.76	2.16	2.6	3.04
	D	260	16	F	1.37	2.73	1.02	3	2.06	1.47	1.47	1.54	1.6	1.81	2.09	2.43	2.73
	E	150	16	F	1.65	2.73	1.02	3.17	2.86	1.66	1.66	1.77	1.9	2.18	2.45	2.74	2.92
382	C	530	16	F	1.24	2.73	1.02	2.86	1.41	1.38	1.38	1.44	1.52	1.76	2.16	2.59	3.03
	D	260	16	F	1.37	2.73	1.02	3	2.06	1.47	1.47	1.54	1.6	1.81	2.08	2.43	2.73
	E	150	16	F	1.64	2.73	1.02	3.16	2.86	1.66	1.66	1.77	1.9	2.17	2.44	2.74	2.92
383	C	530	16	F	1.24	2.73	1.02	2.85	1.41	1.38	1.38	1.44	1.52	1.76	2.16	2.59	3.03
	D	260	16	F	1.37	2.73	1.02	2.99	2.06	1.46	1.47	1.53	1.6	1.8	2.08	2.42	2.72
	E	150	16	F	1.64	2.73	1.02	3.16	2.86	1.66	1.66	1.77	1.89	2.17	2.44	2.73	2.91
384	C	530	16	F	1.24	2.72	1.02	2.85	1.41	1.38	1.38	1.44	1.52	1.76	2.16	2.59	3.03
	D	260	16	F	1.37	2.72	1.02	2.99	2.05	1.47	1.47	1.54	1.6	1.8	2.08	2.42	2.72
	E	150	16	F	1.64	2.72	1.02	3.16	2.85	1.66	1.66	1.77	1.89	2.17	2.44	2.74	2.91

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
377	C	3.19	3.19	3.12	2.76	2.35	1.8	1.41	1.02	0.76	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.91	3.06	3.25	3.34	3.13	2.56	2.06	1.5	1.13	0.69	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3	3.19	3.41	3.51	3.44	3.02	2.54	2.01	1.59	1	0.7	0.53	0.3	0.23
378	C	3.18	3.18	3.12	2.76	2.35	1.8	1.42	1.02	0.76	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.92	3.07	3.26	3.34	3.13	2.56	2.06	1.5	1.13	0.69	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3.02	3.21	3.43	3.52	3.45	3.02	2.54	2.01	1.59	1	0.7	0.53	0.3	0.23
379	C	3.18	3.18	3.12	2.76	2.35	1.8	1.41	1.02	0.76	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.92	3.07	3.26	3.34	3.13	2.56	2.06	1.5	1.13	0.69	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3.01	3.2	3.43	3.52	3.45	3.02	2.54	2.01	1.59	1	0.7	0.53	0.3	0.23
380	C	3.18	3.18	3.11	2.76	2.35	1.8	1.41	1.02	0.76	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.92	3.07	3.26	3.34	3.13	2.56	2.06	1.5	1.13	0.69	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3.02	3.21	3.43	3.52	3.45	3.02	2.54	2.01	1.59	0.99	0.7	0.53	0.3	0.23
381	C	3.18	3.18	3.11	2.76	2.35	1.79	1.41	1.02	0.76	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.92	3.07	3.26	3.34	3.13	2.56	2.06	1.5	1.12	0.69	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3.01	3.2	3.43	3.52	3.45	3.02	2.54	2.01	1.59	0.99	0.7	0.53	0.3	0.23
382	C	3.18	3.17	3.11	2.76	2.34	1.79	1.41	1.01	0.76	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.91	3.06	3.25	3.33	3.12	2.55	2.06	1.5	1.12	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3.01	3.19	3.42	3.51	3.44	3.02	2.53	2.01	1.59	0.99	0.7	0.53	0.3	0.23
383	C	3.17	3.17	3.11	2.75	2.34	1.79	1.41	1.01	0.76	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.91	3.06	3.25	3.33	3.12	2.55	2.06	1.5	1.12	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3	3.19	3.41	3.51	3.44	3.01	2.53	2	1.59	0.99	0.7	0.53	0.3	0.23
384	C	3.17	3.17	3.1	2.75	2.34	1.79	1.41	1.01	0.76	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.91	3.06	3.25	3.33	3.12	2.55	2.05	1.5	1.12	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3	3.19	3.42	3.51	3.44	3.01	2.53	2	1.59	0.99	0.7	0.53	0.3	0.23

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
385	C	530	16	F	1.24	2.72	1.02	2.85	1.41	1.37	1.38	1.44	1.52	1.76	2.15	2.59	3.03
	D	260	16	F	1.37	2.72	1.02	2.99	2.05	1.46	1.46	1.53	1.6	1.8	2.08	2.42	2.72
	E	150	16	F	1.64	2.72	1.02	3.15	2.85	1.66	1.66	1.77	1.89	2.17	2.44	2.73	2.91
386	C	530	16	F	1.22	2.64	1	2.78	1.38	1.34	1.34	1.4	1.48	1.71	2.1	2.52	2.96
	D	260	16	F	1.35	2.64	1	2.94	2.01	1.43	1.44	1.5	1.56	1.76	2.03	2.37	2.67
	E	150	16	F	1.61	2.64	1	3.11	2.81	1.63	1.63	1.73	1.85	2.12	2.39	2.69	2.86
387	C	530	16	F	1.24	2.65	1.01	2.78	1.39	1.35	1.35	1.41	1.49	1.72	2.11	2.53	2.96
	D	260	16	F	1.38	2.65	1.01	2.96	2.02	1.46	1.46	1.53	1.59	1.8	2.07	2.41	2.71
	E	150	16	F	1.65	2.65	1.01	3.16	2.81	1.66	1.66	1.77	1.9	2.18	2.45	2.75	2.92
388	C	530	16	F	1.24	2.64	1.01	2.78	1.39	1.35	1.35	1.41	1.49	1.71	2.1	2.53	2.96
	D	260	16	F	1.37	2.64	1.01	2.95	2.02	1.45	1.45	1.52	1.59	1.79	2.06	2.4	2.7
	E	150	16	F	1.64	2.64	1.01	3.15	2.81	1.65	1.65	1.76	1.89	2.17	2.44	2.73	2.91
389	C	530	16	F	1.24	2.63	1	2.77	1.39	1.34	1.34	1.41	1.49	1.71	2.1	2.52	2.95
	D	260	16	F	1.37	2.63	1	2.95	2.02	1.45	1.45	1.52	1.59	1.79	2.06	2.41	2.7
	E	150	16	F	1.64	2.63	1	3.16	2.81	1.66	1.66	1.77	1.9	2.18	2.45	2.74	2.92
390	C	530	16	F	1.24	2.63	1.01	2.77	1.39	1.35	1.35	1.41	1.49	1.71	2.1	2.52	2.95
	D	260	16	F	1.38	2.63	1.01	2.96	2.02	1.46	1.46	1.53	1.59	1.8	2.07	2.41	2.71
	E	150	16	F	1.65	2.63	1.01	3.17	2.81	1.66	1.66	1.78	1.91	2.19	2.46	2.75	2.93
391	C	530	16	F	1.24	2.63	1	2.77	1.38	1.34	1.34	1.41	1.49	1.71	2.09	2.51	2.95
	D	260	16	F	1.37	2.63	1	2.95	2.02	1.45	1.45	1.52	1.59	1.79	2.07	2.41	2.7
	E	150	16	F	1.65	2.63	1	3.16	2.8	1.66	1.66	1.77	1.9	2.18	2.45	2.75	2.92
392	C	530	16	F	1.24	2.63	1	2.77	1.38	1.34	1.34	1.41	1.49	1.71	2.09	2.51	2.95
	D	260	16	F	1.37	2.63	1	2.95	2.01	1.45	1.45	1.52	1.59	1.79	2.06	2.4	2.7
	E	150	16	F	1.64	2.63	1	3.16	2.8	1.66	1.66	1.77	1.9	2.18	2.45	2.74	2.92

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
385	C	3.17	3.16	3.1	2.75	2.34	1.79	1.41	1.01	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.9	3.06	3.24	3.32	3.12	2.55	2.05	1.49	1.12	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3	3.19	3.41	3.5	3.43	3.01	2.53	2	1.59	0.99	0.7	0.53	0.3	0.23
386	C	3.09	3.09	3.03	2.68	2.28	1.75	1.38	1	0.74	0.44	0.29	0.21	0.13	0.1
	D	2.85	3.01	3.18	3.26	3.07	2.5	2.01	1.47	1.1	0.67	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	2.95	3.14	3.36	3.45	3.39	2.97	2.49	1.97	1.56	0.98	0.69	0.52	0.3	0.23
387	C	3.09	3.09	3.04	2.69	2.29	1.76	1.39	1.01	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.89	3.03	3.22	3.29	3.08	2.51	2.02	1.48	1.11	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3.01	3.2	3.42	3.51	3.44	3	2.51	1.97	1.56	0.98	0.69	0.53	0.3	0.23
388	C	3.09	3.09	3.03	2.69	2.29	1.75	1.39	1	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.88	3.02	3.21	3.28	3.07	2.51	2.02	1.48	1.11	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3	3.19	3.41	3.5	3.42	2.99	2.5	1.97	1.56	0.98	0.69	0.53	0.3	0.23
389	C	3.08	3.08	3.02	2.68	2.28	1.75	1.39	1	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.88	3.02	3.21	3.28	3.07	2.5	2.02	1.48	1.11	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3.01	3.19	3.42	3.51	3.43	2.99	2.5	1.97	1.56	0.98	0.69	0.53	0.3	0.23
390	C	3.08	3.08	3.02	2.69	2.28	1.75	1.39	1.01	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.89	3.03	3.21	3.29	3.07	2.51	2.02	1.48	1.11	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3.02	3.21	3.43	3.52	3.44	2.99	2.5	1.97	1.56	0.98	0.69	0.53	0.3	0.23
391	C	3.08	3.07	3.02	2.68	2.28	1.75	1.38	1.01	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.88	3.02	3.21	3.28	3.07	2.5	2.02	1.48	1.11	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3.01	3.2	3.42	3.51	3.43	2.99	2.5	1.97	1.56	0.98	0.69	0.53	0.3	0.23
392	C	3.08	3.08	3.02	2.68	2.28	1.75	1.38	1	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.88	3.02	3.2	3.28	3.07	2.5	2.01	1.47	1.11	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3.01	3.2	3.42	3.51	3.43	2.99	2.5	1.97	1.56	0.98	0.69	0.53	0.3	0.23

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
393	C	530	16	F	1.24	2.62	1	2.77	1.38	1.34	1.34	1.4	1.48	1.7	2.09	2.51	2.94
	D	260	16	F	1.37	2.62	1	2.95	2.01	1.45	1.45	1.52	1.59	1.79	2.06	2.4	2.7
	E	150	16	F	1.65	2.62	1	3.16	2.8	1.66	1.66	1.77	1.9	2.18	2.45	2.75	2.92
394	C	530	16	F	1.11	2.24	0.88	2.43	1.22	1.16	1.16	1.21	1.28	1.46	1.81	2.19	2.58
	D	260	16	F	1.21	2.24	0.88	2.66	1.83	1.26	1.26	1.32	1.37	1.52	1.79	2.1	2.41
	E	150	16	F	1.4	2.24	0.88	2.84	2.65	1.43	1.43	1.52	1.59	1.79	2.04	2.33	2.56
395	C	530	16	F	1.24	2.61	1	2.76	1.38	1.34	1.34	1.4	1.48	1.7	2.08	2.5	2.93
	D	260	16	F	1.37	2.61	1	2.94	2.01	1.45	1.45	1.52	1.58	1.79	2.06	2.4	2.69
	E	150	16	F	1.64	2.61	1	3.15	2.8	1.66	1.66	1.77	1.9	2.18	2.44	2.74	2.92
396	C	530	16	F	1.23	2.6	1	2.75	1.37	1.33	1.33	1.39	1.47	1.69	2.07	2.49	2.92
	D	260	16	F	1.37	2.6	1	2.93	2	1.44	1.44	1.51	1.58	1.78	2.05	2.39	2.68
	E	150	16	F	1.64	2.6	1	3.14	2.79	1.65	1.65	1.76	1.89	2.17	2.43	2.73	2.91
397	C	530	16	F	1.23	2.59	0.99	2.74	1.37	1.33	1.33	1.39	1.47	1.68	2.06	2.48	2.91
	D	260	16	F	1.37	2.59	0.99	2.93	2	1.44	1.44	1.51	1.57	1.77	2.04	2.38	2.68
	E	150	16	F	1.63	2.59	0.99	3.14	2.78	1.65	1.65	1.76	1.88	2.16	2.42	2.72	2.9
398	C	530	16	F	1.23	2.58	0.99	2.73	1.37	1.32	1.32	1.39	1.46	1.67	2.05	2.47	2.9
	D	260	16	F	1.36	2.58	0.99	2.92	1.99	1.43	1.44	1.51	1.57	1.77	2.04	2.38	2.67
	E	150	16	F	1.63	2.58	0.99	3.13	2.78	1.64	1.65	1.75	1.88	2.16	2.42	2.72	2.89
399	C	530	16	F	1.22	2.57	0.99	2.72	1.36	1.32	1.32	1.38	1.46	1.67	2.05	2.46	2.89
	D	260	16	F	1.36	2.57	0.99	2.91	1.99	1.43	1.43	1.5	1.56	1.76	2.03	2.37	2.66
	E	150	16	F	1.63	2.57	0.99	3.12	2.77	1.64	1.64	1.75	1.87	2.14	2.41	2.71	2.88
400	C	530	16	F	1.22	2.55	0.99	2.71	1.36	1.31	1.31	1.38	1.45	1.66	2.04	2.45	2.88
	D	260	16	F	1.36	2.55	0.99	2.9	1.98	1.43	1.43	1.5	1.56	1.76	2.03	2.36	2.66
	E	150	16	F	1.63	2.55	0.99	3.12	2.77	1.64	1.64	1.75	1.87	2.15	2.41	2.71	2.88

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
393	C	3.07	3.07	3.02	2.68	2.28	1.75	1.38	1	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.88	3.02	3.2	3.28	3.06	2.5	2.01	1.47	1.11	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3.01	3.2	3.42	3.51	3.43	2.99	2.5	1.97	1.56	0.98	0.69	0.53	0.3	0.23
394	C	2.7	2.68	2.61	2.3	1.98	1.53	1.22	0.89	0.67	0.4	0.27	0.2	0.12	0.097
	D	2.59	2.73	2.9	2.95	2.76	2.25	1.82	1.33	1.01	0.63	0.44	0.33	0.19	0.15
	E	2.69	2.87	3.06	3.15	3.12	2.73	2.33	1.83	1.47	0.94	0.67	0.52	0.3	0.23
395	C	3.06	3.06	3.01	2.67	2.27	1.74	1.38	1	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.87	3.01	3.2	3.27	3.06	2.49	2.01	1.47	1.11	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3	3.19	3.41	3.5	3.43	2.99	2.49	1.96	1.55	0.97	0.69	0.53	0.3	0.23
396	C	3.05	3.05	3	2.66	2.26	1.74	1.37	1	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.86	3	3.19	3.26	3.05	2.49	2	1.47	1.1	0.68	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	3	3.18	3.4	3.49	3.42	2.98	2.49	1.96	1.55	0.97	0.69	0.53	0.3	0.23
397	C	3.04	3.04	2.99	2.65	2.25	1.73	1.37	1	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.85	3	3.18	3.25	3.04	2.48	2	1.46	1.1	0.67	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	2.99	3.18	3.4	3.48	3.41	2.97	2.48	1.96	1.55	0.97	0.69	0.53	0.3	0.23
398	C	3.03	3.03	2.98	2.64	2.24	1.72	1.37	1	0.75	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.85	2.99	3.17	3.24	3.04	2.47	1.99	1.46	1.1	0.67	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	2.99	3.17	3.39	3.48	3.41	2.97	2.48	1.95	1.54	0.97	0.69	0.53	0.3	0.23
399	C	3.02	3.02	2.97	2.63	2.23	1.72	1.36	0.99	0.74	0.44	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.84	2.98	3.16	3.23	3.03	2.47	1.99	1.45	1.09	0.67	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	2.97	3.16	3.38	3.47	3.39	2.96	2.47	1.95	1.54	0.97	0.69	0.52	0.3	0.23
400	C	3.01	3.01	2.95	2.62	2.23	1.71	1.36	0.99	0.74	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.83	2.98	3.15	3.23	3.02	2.46	1.98	1.45	1.09	0.67	0.46	0.34	0.2	0.16
	E	2.98	3.16	3.38	3.47	3.4	2.96	2.47	1.95	1.54	0.97	0.69	0.52	0.3	0.23

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
401	C	530	16	F	1.21	2.52	0.98	2.69	1.35	1.3	1.3	1.36	1.44	1.64	2.01	2.43	2.85
	D	260	16	F	1.35	2.52	0.98	2.88	1.97	1.41	1.41	1.48	1.55	1.74	2.01	2.34	2.63
	E	150	16	F	1.61	2.52	0.98	3.1	2.75	1.62	1.62	1.73	1.85	2.12	2.38	2.68	2.86
402	C	530	16	F	1.2	2.6	0.98	2.74	1.36	1.32	1.32	1.38	1.46	1.68	2.06	2.48	2.91
	D	260	16	F	1.33	2.6	0.98	2.89	1.99	1.41	1.41	1.47	1.53	1.72	1.99	2.32	2.62
	E	150	16	F	1.58	2.6	0.98	3.05	2.79	1.59	1.59	1.7	1.81	2.06	2.32	2.62	2.81
403	C	530	16	F	1.18	2.56	0.97	2.7	1.34	1.3	1.3	1.36	1.43	1.64	2.03	2.44	2.87
	D	260	16	F	1.31	2.56	0.97	2.85	1.98	1.39	1.39	1.45	1.51	1.69	1.96	2.28	2.58
	E	150	16	F	1.56	2.56	0.97	3.01	2.78	1.57	1.57	1.68	1.77	2.02	2.28	2.57	2.76
404	C	530	16	F	1.17	2.51	0.96	2.66	1.33	1.28	1.28	1.34	1.41	1.62	2	2.4	2.83
	D	260	16	F	1.3	2.51	0.96	2.83	1.95	1.37	1.38	1.44	1.49	1.67	1.94	2.26	2.56
	E	150	16	F	1.55	2.51	0.96	3	2.75	1.56	1.56	1.67	1.76	2.01	2.26	2.56	2.75
405	C	530	16	F	1.17	2.46	0.95	2.62	1.31	1.26	1.26	1.32	1.39	1.59	1.96	2.36	2.78
	D	260	16	F	1.3	2.46	0.95	2.8	1.93	1.37	1.37	1.43	1.49	1.66	1.93	2.25	2.55
	E	150	16	F	1.56	2.46	0.95	3	2.71	1.56	1.56	1.67	1.76	2.01	2.27	2.56	2.75
406	C	530	16	F	1.15	2.31	0.91	2.49	1.26	1.2	1.2	1.26	1.33	1.51	1.85	2.24	2.64
	D	260	16	F	1.27	2.31	0.91	2.71	1.85	1.32	1.32	1.38	1.44	1.6	1.86	2.18	2.47
	E	150	16	F	1.52	2.31	0.91	2.94	2.61	1.52	1.52	1.63	1.72	1.95	2.2	2.5	2.69
407	C	530	16	F	1.15	2.31	0.92	2.5	1.26	1.21	1.21	1.26	1.33	1.51	1.85	2.24	2.64
	D	260	16	F	1.28	2.31	0.92	2.72	1.86	1.33	1.33	1.39	1.45	1.61	1.88	2.19	2.48
	E	150	16	F	1.54	2.31	0.92	2.95	2.61	1.53	1.53	1.65	1.73	1.97	2.22	2.53	2.71
408	C	530	16	F	1.15	2.3	0.92	2.49	1.26	1.21	1.21	1.26	1.33	1.51	1.85	2.24	2.64
	D	260	16	F	1.28	2.3	0.92	2.71	1.85	1.33	1.33	1.39	1.45	1.62	1.88	2.19	2.48
	E	150	16	F	1.54	2.3	0.92	2.96	2.61	1.53	1.53	1.65	1.74	1.98	2.23	2.53	2.72

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
401	C	2.99	2.98	2.93	2.59	2.2	1.7	1.35	0.99	0.74	0.44	0.29	0.21	0.13	0.1
	D	2.81	2.96	3.13	3.2	3	2.44	1.97	1.44	1.08	0.67	0.45	0.33	0.2	0.16
	E	2.95	3.14	3.36	3.44	3.37	2.95	2.46	1.94	1.53	0.96	0.68	0.52	0.3	0.23
402	C	3.05	3.04	2.99	2.63	2.24	1.72	1.36	0.98	0.73	0.44	0.29	0.2	0.13	0.1
	D	2.8	2.97	3.14	3.21	3.03	2.47	1.99	1.45	1.09	0.67	0.45	0.33	0.19	0.15
	E	2.9	3.08	3.3	3.39	3.33	2.94	2.47	1.96	1.55	0.97	0.68	0.52	0.3	0.23
403	C	3	3	2.94	2.59	2.21	1.7	1.34	0.97	0.72	0.43	0.29	0.2	0.12	0.1
	D	2.77	2.93	3.1	3.17	2.99	2.44	1.98	1.43	1.08	0.66	0.45	0.33	0.19	0.15
	E	2.87	3.04	3.25	3.35	3.29	2.91	2.45	1.94	1.54	0.97	0.68	0.52	0.3	0.23
404	C	2.96	2.95	2.9	2.55	2.17	1.68	1.33	0.96	0.71	0.43	0.29	0.2	0.12	0.1
	D	2.74	2.9	3.07	3.14	2.96	2.42	1.95	1.42	1.07	0.66	0.45	0.33	0.19	0.15
	E	2.85	3.03	3.24	3.33	3.27	2.89	2.43	1.93	1.53	0.96	0.68	0.52	0.3	0.23
405	C	2.91	2.91	2.85	2.51	2.14	1.65	1.31	0.95	0.71	0.43	0.29	0.2	0.12	0.1
	D	2.73	2.88	3.04	3.11	2.93	2.39	1.93	1.41	1.06	0.65	0.45	0.33	0.19	0.15
	E	2.86	3.03	3.24	3.33	3.27	2.88	2.41	1.9	1.51	0.95	0.67	0.51	0.3	0.23
406	C	2.77	2.76	2.71	2.39	2.04	1.58	1.26	0.92	0.69	0.42	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.64	2.79	2.95	3.01	2.82	2.3	1.85	1.36	1.02	0.63	0.44	0.32	0.19	0.15
	E	2.8	2.97	3.18	3.26	3.2	2.81	2.35	1.84	1.45	0.92	0.66	0.5	0.29	0.23
407	C	2.77	2.77	2.71	2.39	2.04	1.58	1.26	0.93	0.7	0.42	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.65	2.8	2.96	3.02	2.83	2.3	1.86	1.36	1.03	0.64	0.44	0.32	0.19	0.15
	E	2.82	2.99	3.2	3.28	3.22	2.82	2.35	1.84	1.45	0.92	0.66	0.51	0.29	0.23
408	C	2.77	2.76	2.71	2.39	2.03	1.58	1.26	0.93	0.7	0.42	0.28	0.2	0.12	0.1
	D	2.65	2.79	2.96	3.01	2.83	2.3	1.85	1.36	1.03	0.64	0.44	0.32	0.19	0.15
	E	2.82	2.99	3.2	3.28	3.22	2.82	2.35	1.84	1.45	0.92	0.66	0.51	0.29	0.23

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
409	C	530	16	F	1.15	2.29	0.91	2.47	1.26	1.2	1.2	1.26	1.33	1.5	1.83	2.22	2.62
	D	260	16	F	1.27	2.29	0.91	2.7	1.84	1.32	1.32	1.38	1.44	1.61	1.87	2.18	2.46
	E	150	16	F	1.53	2.29	0.91	2.94	2.6	1.53	1.53	1.64	1.73	1.96	2.22	2.52	2.7
410	C	530	16	F	1.15	2.28	0.91	2.47	1.26	1.2	1.2	1.25	1.32	1.49	1.83	2.22	2.62
	D	260	16	F	1.27	2.28	0.91	2.7	1.84	1.32	1.32	1.38	1.44	1.61	1.87	2.18	2.46
	E	150	16	F	1.53	2.28	0.91	2.94	2.6	1.53	1.53	1.64	1.73	1.97	2.22	2.52	2.7
411	C	530	16	F	1.14	2.27	0.91	2.45	1.25	1.19	1.19	1.25	1.31	1.48	1.82	2.2	2.6
	D	260	16	F	1.26	2.27	0.91	2.69	1.83	1.31	1.31	1.37	1.43	1.59	1.85	2.16	2.45
	E	150	16	F	1.52	2.27	0.91	2.93	2.58	1.52	1.52	1.63	1.71	1.95	2.2	2.5	2.68
412	C	530	16	F	1.14	2.26	0.91	2.45	1.25	1.19	1.19	1.24	1.31	1.48	1.81	2.2	2.59
	D	260	16	F	1.26	2.26	0.91	2.68	1.83	1.31	1.31	1.37	1.43	1.59	1.85	2.16	2.44
	E	150	16	F	1.52	2.26	0.91	2.93	2.58	1.52	1.52	1.63	1.71	1.95	2.2	2.5	2.68
413	C	530	16	F	1.13	2.21	0.9	2.4	1.23	1.17	1.17	1.23	1.3	1.45	1.77	2.15	2.54
	D	260	16	F	1.26	2.21	0.9	2.64	1.81	1.3	1.3	1.36	1.42	1.58	1.83	2.14	2.41
	E	150	16	F	1.52	2.21	0.9	2.91	2.54	1.51	1.51	1.62	1.71	1.94	2.19	2.49	2.67
414	C	530	16	F	1.13	2.2	0.9	2.39	1.23	1.17	1.17	1.22	1.29	1.44	1.77	2.15	2.53
	D	260	16	F	1.26	2.2	0.9	2.64	1.81	1.29	1.29	1.36	1.41	1.57	1.83	2.13	2.41
	E	150	16	F	1.52	2.2	0.9	2.9	2.54	1.51	1.51	1.62	1.71	1.94	2.19	2.48	2.67
415	C	530	16	F	1.12	2.19	0.89	2.37	1.23	1.16	1.16	1.22	1.28	1.43	1.76	2.13	2.51
	D	260	16	F	1.25	2.19	0.89	2.63	1.8	1.29	1.29	1.35	1.4	1.56	1.82	2.12	2.4
	E	150	16	F	1.51	2.19	0.89	2.89	2.53	1.5	1.5	1.61	1.7	1.93	2.17	2.47	2.65
416	C	530	16	F	1.13	2.19	0.89	2.38	1.23	1.17	1.17	1.22	1.29	1.44	1.76	2.14	2.52
	D	260	16	F	1.25	2.19	0.89	2.63	1.81	1.29	1.29	1.35	1.41	1.57	1.83	2.13	2.4
	E	150	16	F	1.51	2.19	0.89	2.9	2.53	1.51	1.51	1.62	1.7	1.94	2.18	2.48	2.66

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
409	C	2.75	2.74	2.69	2.37	2.02	1.57	1.26	0.93	0.69	0.42	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.64	2.78	2.94	3	2.81	2.29	1.84	1.35	1.02	0.63	0.44	0.32	0.19	0.15
	E	2.81	2.98	3.19	3.27	3.21	2.81	2.34	1.83	1.44	0.91	0.66	0.5	0.29	0.23
410	C	2.74	2.74	2.69	2.37	2.02	1.57	1.26	0.93	0.69	0.42	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.63	2.78	2.94	3	2.81	2.29	1.84	1.35	1.02	0.63	0.44	0.32	0.19	0.15
	E	2.81	2.98	3.19	3.27	3.21	2.81	2.34	1.83	1.44	0.91	0.66	0.5	0.29	0.23
411	C	2.73	2.72	2.67	2.35	2.01	1.56	1.25	0.92	0.69	0.42	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.62	2.76	2.93	2.98	2.79	2.28	1.83	1.34	1.02	0.63	0.44	0.32	0.19	0.15
	E	2.79	2.96	3.17	3.25	3.19	2.79	2.33	1.82	1.44	0.91	0.65	0.5	0.29	0.23
412	C	2.72	2.71	2.66	2.35	2	1.56	1.25	0.92	0.69	0.42	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.61	2.76	2.92	2.98	2.79	2.27	1.83	1.34	1.02	0.63	0.44	0.32	0.19	0.15
	E	2.79	2.96	3.17	3.25	3.19	2.79	2.33	1.82	1.43	0.91	0.65	0.5	0.29	0.23
413	C	2.66	2.66	2.62	2.31	1.97	1.54	1.23	0.91	0.69	0.42	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.58	2.71	2.89	2.94	2.75	2.25	1.8	1.33	1.01	0.63	0.43	0.32	0.19	0.15
	E	2.78	2.95	3.15	3.23	3.16	2.77	2.3	1.8	1.41	0.9	0.65	0.5	0.29	0.23
414	C	2.65	2.65	2.61	2.3	1.97	1.53	1.23	0.91	0.68	0.42	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.57	2.71	2.88	2.93	2.74	2.24	1.8	1.33	1.01	0.62	0.43	0.32	0.19	0.15
	E	2.77	2.94	3.14	3.23	3.16	2.76	2.29	1.79	1.41	0.89	0.65	0.5	0.29	0.23
415	C	2.64	2.63	2.59	2.29	1.96	1.53	1.23	0.91	0.68	0.41	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.56	2.69	2.87	2.92	2.73	2.23	1.79	1.32	1	0.62	0.43	0.32	0.19	0.15
	E	2.76	2.93	3.13	3.21	3.14	2.75	2.29	1.79	1.4	0.89	0.64	0.5	0.29	0.23
416	C	2.64	2.64	2.6	2.3	1.97	1.53	1.23	0.91	0.68	0.42	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.56	2.7	2.87	2.92	2.73	2.24	1.79	1.33	1	0.62	0.43	0.32	0.19	0.15
	E	2.77	2.94	3.14	3.22	3.15	2.76	2.29	1.79	1.41	0.89	0.65	0.5	0.29	0.23

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
417	C	530	16	F	1.13	2.19	0.89	2.37	1.23	1.16	1.16	1.22	1.29	1.43	1.76	2.13	2.51
	D	260	16	F	1.25	2.19	0.89	2.63	1.8	1.29	1.29	1.35	1.4	1.56	1.82	2.12	2.4
	E	150	16	F	1.51	2.19	0.89	2.89	2.53	1.5	1.5	1.61	1.7	1.93	2.17	2.47	2.65
418	C	530	16	F	1.13	2.19	0.89	2.38	1.23	1.17	1.17	1.22	1.29	1.44	1.76	2.14	2.52
	D	260	16	F	1.25	2.19	0.89	2.63	1.81	1.29	1.29	1.35	1.41	1.57	1.82	2.12	2.4
	E	150	16	F	1.51	2.19	0.89	2.89	2.53	1.5	1.5	1.62	1.7	1.93	2.18	2.47	2.66
419	C	530	16	F	1.12	2.18	0.89	2.37	1.23	1.16	1.16	1.22	1.28	1.43	1.75	2.13	2.51
	D	260	16	F	1.25	2.18	0.89	2.62	1.8	1.29	1.29	1.35	1.4	1.56	1.82	2.12	2.39
	E	150	16	F	1.51	2.18	0.89	2.89	2.52	1.5	1.5	1.61	1.7	1.93	2.17	2.47	2.65
420	C	530	16	F	1.13	2.18	0.89	2.37	1.23	1.16	1.16	1.22	1.29	1.43	1.75	2.13	2.51
	D	260	16	F	1.25	2.18	0.89	2.62	1.8	1.29	1.29	1.35	1.4	1.56	1.82	2.12	2.39
	E	150	16	F	1.51	2.18	0.89	2.89	2.52	1.5	1.5	1.61	1.7	1.93	2.17	2.47	2.65
421	C	530	16	F	1.34	2.91	1.11	3.04	1.54	1.46	1.47	1.54	1.62	1.87	2.27	2.72	3.18
	D	260	16	F	1.47	2.91	1.11	3.2	2.25	1.55	1.55	1.65	1.72	1.95	2.23	2.57	2.89
	E	150	16	F	1.76	2.91	1.11	3.36	3.18	1.79	1.79	1.91	2.04	2.4	2.66	2.96	3.13
422	C	530	16	F	1.33	2.86	1.1	3	1.53	1.45	1.45	1.52	1.6	1.84	2.24	2.68	3.14
	D	260	16	F	1.46	2.86	1.1	3.17	2.22	1.54	1.54	1.63	1.7	1.93	2.21	2.55	2.86
	E	150	16	F	1.75	2.86	1.1	3.34	3.14	1.77	1.77	1.9	2.02	2.37	2.64	2.93	3.11
423	C	530	16	F	1.31	2.78	1.07	2.92	1.49	1.41	1.41	1.48	1.56	1.8	2.18	2.62	3.06
	D	260	16	F	1.44	2.78	1.07	3.11	2.17	1.51	1.51	1.6	1.67	1.89	2.17	2.51	2.81
	E	150	16	F	1.72	2.78	1.07	3.29	3.06	1.74	1.75	1.87	1.99	2.32	2.6	2.89	3.06
424	C	530	16	F	1.3	2.75	1.06	2.89	1.48	1.4	1.4	1.47	1.55	1.78	2.17	2.6	3.04
	D	260	16	F	1.43	2.75	1.06	3.09	2.15	1.5	1.5	1.59	1.66	1.88	2.15	2.49	2.8
	E	150	16	F	1.71	2.75	1.06	3.28	3.04	1.74	1.74	1.86	1.98	2.31	2.58	2.87	3.05

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
417	C	2.64	2.63	2.59	2.29	1.96	1.53	1.23	0.91	0.68	0.41	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.56	2.69	2.86	2.92	2.73	2.23	1.79	1.32	1	0.62	0.43	0.32	0.19	0.15
	E	2.76	2.93	3.13	3.21	3.14	2.75	2.28	1.78	1.4	0.89	0.64	0.5	0.29	0.23
418	C	2.64	2.64	2.6	2.29	1.96	1.53	1.23	0.91	0.68	0.41	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.56	2.7	2.87	2.92	2.73	2.23	1.79	1.32	1	0.62	0.43	0.32	0.19	0.15
	E	2.76	2.94	3.14	3.22	3.15	2.75	2.29	1.79	1.4	0.89	0.65	0.5	0.29	0.23
419	C	2.63	2.63	2.59	2.29	1.96	1.52	1.23	0.91	0.68	0.41	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.55	2.69	2.86	2.91	2.72	2.23	1.79	1.32	1	0.62	0.43	0.32	0.19	0.15
	E	2.76	2.93	3.13	3.21	3.14	2.75	2.28	1.78	1.4	0.89	0.64	0.5	0.29	0.23
420	C	2.63	2.63	2.59	2.29	1.96	1.53	1.23	0.91	0.68	0.41	0.28	0.2	0.12	0.099
	D	2.55	2.69	2.86	2.91	2.72	2.23	1.79	1.32	1	0.62	0.43	0.32	0.19	0.15
	E	2.76	2.93	3.13	3.21	3.14	2.75	2.28	1.78	1.4	0.89	0.64	0.5	0.29	0.23
421	C	3.35	3.38	3.33	2.98	2.52	1.94	1.54	1.12	0.84	0.5	0.32	0.23	0.14	0.11
	D	3.05	3.23	3.45	3.56	3.33	2.74	2.22	1.64	1.25	0.76	0.51	0.37	0.21	0.16
	E	3.21	3.41	3.64	3.74	3.66	3.19	2.7	2.18	1.77	1.12	0.78	0.58	0.33	0.24
422	C	3.31	3.33	3.28	2.94	2.49	1.91	1.53	1.1	0.83	0.49	0.32	0.22	0.14	0.11
	D	3.02	3.2	3.42	3.52	3.3	2.71	2.2	1.62	1.23	0.76	0.51	0.37	0.21	0.16
	E	3.19	3.39	3.61	3.71	3.64	3.17	2.68	2.16	1.74	1.11	0.77	0.57	0.32	0.24
423	C	3.23	3.24	3.19	2.86	2.42	1.86	1.49	1.08	0.81	0.48	0.32	0.22	0.13	0.11
	D	2.98	3.15	3.36	3.45	3.23	2.66	2.15	1.59	1.2	0.74	0.5	0.36	0.21	0.16
	E	3.14	3.34	3.57	3.66	3.59	3.12	2.63	2.11	1.7	1.08	0.76	0.57	0.32	0.24
424	C	3.2	3.22	3.17	2.83	2.4	1.85	1.48	1.07	0.8	0.48	0.32	0.22	0.13	0.11
	D	2.97	3.13	3.34	3.43	3.21	2.64	2.13	1.58	1.19	0.73	0.49	0.36	0.21	0.16
	E	3.13	3.33	3.55	3.64	3.57	3.11	2.62	2.1	1.69	1.07	0.75	0.56	0.32	0.24

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
425	C	530	16	F	1.28	2.7	1.05	2.85	1.45	1.38	1.38	1.45	1.53	1.75	2.13	2.56	2.99
	D	260	16	F	1.42	2.7	1.05	3.05	2.12	1.48	1.48	1.57	1.64	1.86	2.13	2.47	2.77
	E	150	16	F	1.7	2.7	1.05	3.25	2.99	1.72	1.72	1.84	1.95	2.28	2.55	2.84	3.02
426	C	530	16	F	1.28	2.68	1.04	2.82	1.44	1.37	1.37	1.44	1.52	1.74	2.11	2.54	2.97
	D	260	16	F	1.41	2.68	1.04	3.03	2.1	1.47	1.47	1.56	1.63	1.84	2.11	2.45	2.75
	E	150	16	F	1.69	2.68	1.04	3.23	2.97	1.71	1.71	1.82	1.94	2.26	2.53	2.82	3
427	C	530	16	F	1.27	2.65	1.03	2.79	1.42	1.36	1.36	1.42	1.5	1.72	2.09	2.51	2.95
	D	260	16	F	1.41	2.65	1.03	3	2.08	1.46	1.46	1.55	1.61	1.83	2.09	2.43	2.73
	E	150	16	F	1.68	2.65	1.03	3.21	2.94	1.69	1.69	1.81	1.93	2.24	2.51	2.8	2.98
428	C	530	16	F	1.33	2.91	1.11	3.04	1.54	1.46	1.46	1.53	1.62	1.86	2.26	2.71	3.17
	D	260	16	F	1.46	2.91	1.11	3.2	2.24	1.54	1.54	1.64	1.71	1.93	2.22	2.56	2.87
	E	150	16	F	1.75	2.91	1.11	3.34	3.17	1.77	1.77	1.9	2.02	2.37	2.65	2.93	3.11
429	C	530	16	F	1.34	2.95	1.12	3.08	1.55	1.48	1.48	1.55	1.64	1.89	2.29	2.74	3.21
	D	260	16	F	1.47	2.95	1.12	3.22	2.25	1.56	1.56	1.65	1.72	1.95	2.24	2.58	2.89
	E	150	16	F	1.76	2.95	1.12	3.36	3.19	1.79	1.79	1.91	2.04	2.39	2.66	2.95	3.13
430	C	530	16	F	1.36	3	1.13	3.12	1.57	1.5	1.5	1.57	1.66	1.92	2.33	2.78	3.25
	D	260	16	F	1.48	3	1.13	3.26	2.27	1.57	1.57	1.67	1.74	1.97	2.26	2.6	2.92
	E	150	16	F	1.77	3	1.13	3.39	3.22	1.8	1.8	1.93	2.06	2.42	2.68	2.98	3.16
431	C	530	16	F	1.35	2.95	1.12	3.08	1.55	1.48	1.48	1.55	1.64	1.89	2.29	2.74	3.21
	D	260	16	F	1.47	2.95	1.12	3.23	2.25	1.56	1.56	1.65	1.73	1.95	2.24	2.58	2.9
	E	150	16	F	1.76	2.95	1.12	3.37	3.18	1.79	1.79	1.92	2.04	2.4	2.67	2.96	3.14
432	C	530	16	F	1.34	2.93	1.11	3.05	1.54	1.47	1.47	1.54	1.63	1.87	2.27	2.72	3.19
	D	260	16	F	1.47	2.93	1.11	3.21	2.23	1.55	1.55	1.64	1.72	1.94	2.23	2.57	2.88
	E	150	16	F	1.75	2.93	1.11	3.36	3.16	1.78	1.78	1.91	2.03	2.38	2.65	2.95	3.12

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
425	C	3.15	3.16	3.11	2.78	2.36	1.82	1.45	1.05	0.79	0.47	0.31	0.22	0.13	0.11
	D	2.95	3.09	3.3	3.39	3.17	2.6	2.1	1.56	1.18	0.72	0.49	0.35	0.21	0.16
	E	3.1	3.3	3.53	3.61	3.54	3.08	2.59	2.07	1.66	1.05	0.74	0.56	0.32	0.24
426	C	3.13	3.14	3.09	2.75	2.34	1.81	1.44	1.04	0.79	0.47	0.31	0.22	0.13	0.11
	D	2.93	3.08	3.28	3.37	3.14	2.58	2.08	1.54	1.17	0.71	0.48	0.35	0.2	0.16
	E	3.08	3.28	3.51	3.59	3.52	3.07	2.58	2.06	1.65	1.04	0.73	0.56	0.31	0.24
427	C	3.1	3.1	3.05	2.72	2.32	1.79	1.42	1.04	0.78	0.47	0.31	0.22	0.13	0.1
	D	2.91	3.06	3.25	3.34	3.12	2.56	2.07	1.53	1.16	0.71	0.48	0.35	0.2	0.16
	E	3.06	3.26	3.48	3.57	3.5	3.05	2.56	2.04	1.63	1.04	0.73	0.55	0.31	0.24
428	C	3.35	3.38	3.32	2.97	2.52	1.93	1.54	1.11	0.83	0.5	0.32	0.22	0.14	0.11
	D	3.04	3.22	3.44	3.55	3.32	2.74	2.22	1.64	1.24	0.76	0.51	0.37	0.21	0.16
	E	3.19	3.39	3.61	3.71	3.64	3.18	2.69	2.18	1.76	1.12	0.77	0.57	0.32	0.24
429	C	3.39	3.42	3.36	3.01	2.55	1.95	1.55	1.12	0.84	0.5	0.32	0.22	0.14	0.11
	D	3.06	3.24	3.46	3.58	3.36	2.76	2.24	1.65	1.25	0.76	0.51	0.37	0.21	0.16
	E	3.21	3.41	3.63	3.74	3.66	3.2	2.71	2.19	1.77	1.12	0.78	0.58	0.32	0.24
430	C	3.44	3.47	3.42	3.05	2.59	1.98	1.57	1.13	0.85	0.5	0.33	0.23	0.14	0.11
	D	3.08	3.27	3.5	3.62	3.4	2.79	2.26	1.67	1.26	0.77	0.51	0.37	0.21	0.16
	E	3.23	3.44	3.66	3.77	3.68	3.22	2.73	2.21	1.79	1.13	0.78	0.58	0.33	0.24
431	C	3.4	3.42	3.37	3.01	2.55	1.95	1.55	1.12	0.84	0.5	0.32	0.22	0.14	0.11
	D	3.06	3.25	3.47	3.59	3.36	2.76	2.24	1.65	1.25	0.76	0.51	0.37	0.21	0.16
	E	3.21	3.42	3.64	3.74	3.66	3.2	2.71	2.19	1.77	1.12	0.77	0.57	0.32	0.24
432	C	3.37	3.39	3.34	2.98	2.53	1.94	1.54	1.11	0.83	0.5	0.32	0.22	0.14	0.11
	D	3.05	3.23	3.45	3.56	3.34	2.75	2.22	1.64	1.24	0.76	0.51	0.37	0.21	0.16
	E	3.2	3.41	3.63	3.73	3.65	3.19	2.69	2.17	1.76	1.11	0.77	0.57	0.32	0.24

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
433	C	530	16	F	1.31	2.83	1.08	2.97	1.5	1.43	1.43	1.5	1.58	1.82	2.21	2.65	3.1
	D	260	16	F	1.45	2.83	1.08	3.14	2.18	1.52	1.52	1.61	1.68	1.91	2.18	2.52	2.83
	E	150	16	F	1.73	2.83	1.08	3.31	3.08	1.75	1.75	1.87	2	2.33	2.61	2.9	3.07
434	C	530	16	F	1.31	2.81	1.07	2.94	1.49	1.42	1.42	1.49	1.57	1.81	2.2	2.63	3.08
	D	260	16	F	1.44	2.81	1.07	3.12	2.16	1.51	1.51	1.6	1.67	1.9	2.17	2.51	2.82
	E	150	16	F	1.72	2.81	1.07	3.29	3.05	1.74	1.74	1.87	1.99	2.32	2.59	2.88	3.06
435	C	530	16	F	1.31	2.81	1.07	2.94	1.49	1.42	1.42	1.49	1.57	1.81	2.2	2.63	3.08
	D	260	16	F	1.44	2.81	1.07	3.12	2.16	1.51	1.51	1.6	1.68	1.9	2.17	2.51	2.82
	E	150	16	F	1.72	2.81	1.07	3.3	3.05	1.75	1.75	1.87	1.99	2.33	2.6	2.89	3.06
436	C	530	16	F	1.3	2.79	1.06	2.92	1.48	1.41	1.41	1.48	1.56	1.8	2.18	2.62	3.06
	D	260	16	F	1.44	2.79	1.06	3.11	2.15	1.51	1.51	1.6	1.67	1.89	2.16	2.5	2.81
	E	150	16	F	1.72	2.79	1.06	3.28	3.03	1.74	1.74	1.86	1.98	2.31	2.59	2.88	3.05
437	C	530	16	F	1.14	2.4	0.93	2.58	1.28	1.23	1.23	1.28	1.35	1.55	1.93	2.32	2.73
	D	260	16	F	1.25	2.4	0.93	2.77	1.91	1.32	1.32	1.38	1.43	1.58	1.87	2.19	2.51
	E	150	16	F	1.46	2.4	0.93	2.93	2.81	1.48	1.48	1.57	1.65	1.86	2.11	2.41	2.64
438	C	530	16	F	1.21	2.51	0.97	2.68	1.34	1.27	1.28	1.33	1.41	1.62	2.01	2.41	2.84
	D	260	16	F	1.29	2.51	0.97	2.85	1.98	1.36	1.36	1.42	1.47	1.63	1.93	2.25	2.58
	E	150	16	F	1.5	2.51	0.97	2.99	2.9	1.52	1.52	1.61	1.7	1.92	2.18	2.48	2.71
439	C	530	16	F	1.26	2.65	1.01	2.8	1.4	1.33	1.33	1.38	1.47	1.69	2.1	2.51	2.96
	D	260	16	F	1.33	2.65	1.01	2.95	2.06	1.4	1.41	1.47	1.52	1.69	2	2.32	2.65
	E	150	16	F	1.54	2.65	1.01	3.06	3.02	1.56	1.56	1.66	1.75	1.99	2.25	2.56	2.78
440	C	530	16	F	1.28	2.72	1.03	2.86	1.43	1.36	1.36	1.41	1.5	1.73	2.15	2.57	3.02
	D	260	16	F	1.34	2.72	1.03	3	2.11	1.43	1.43	1.49	1.55	1.73	2.03	2.36	2.69
	E	150	16	F	1.56	2.72	1.03	3.09	3.08	1.58	1.58	1.69	1.78	2.02	2.29	2.6	2.82

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
433	C	3.28	3.3	3.24	2.9	2.45	1.89	1.5	1.08	0.81	0.48	0.32	0.22	0.13	0.11
	D	3	3.17	3.38	3.49	3.26	2.68	2.16	1.6	1.21	0.74	0.5	0.36	0.21	0.16
	E	3.16	3.36	3.57	3.67	3.6	3.14	2.65	2.13	1.71	1.08	0.75	0.56	0.32	0.24
434	C	3.25	3.27	3.22	2.87	2.43	1.87	1.49	1.08	0.81	0.48	0.32	0.22	0.13	0.11
	D	2.99	3.15	3.37	3.47	3.24	2.66	2.15	1.59	1.2	0.73	0.49	0.36	0.21	0.16
	E	3.14	3.34	3.56	3.66	3.59	3.13	2.63	2.11	1.7	1.07	0.75	0.56	0.32	0.24
435	C	3.25	3.27	3.22	2.87	2.43	1.87	1.49	1.08	0.81	0.48	0.32	0.22	0.13	0.11
	D	3	3.16	3.37	3.47	3.24	2.67	2.15	1.59	1.2	0.73	0.49	0.36	0.21	0.16
	E	3.15	3.35	3.56	3.66	3.59	3.13	2.64	2.11	1.7	1.07	0.75	0.56	0.32	0.24
436	C	3.23	3.25	3.2	2.85	2.42	1.86	1.48	1.07	0.8	0.48	0.31	0.22	0.13	0.11
	D	2.99	3.14	3.35	3.45	3.23	2.65	2.13	1.58	1.19	0.73	0.49	0.36	0.21	0.16
	E	3.14	3.34	3.55	3.65	3.58	3.12	2.62	2.1	1.68	1.06	0.74	0.56	0.32	0.24
437	C	2.87	2.85	2.77	2.44	2.09	1.61	1.28	0.93	0.69	0.42	0.28	0.2	0.13	0.099
	D	2.7	2.85	3.03	3.07	2.89	2.35	1.91	1.41	1.06	0.66	0.45	0.34	0.2	0.15
	E	2.77	2.94	3.15	3.25	3.2	2.82	2.4	1.92	1.56	0.99	0.7	0.54	0.31	0.23
438	C	2.98	2.97	2.89	2.55	2.18	1.68	1.34	0.97	0.72	0.43	0.29	0.21	0.13	0.1
	D	2.77	2.93	3.11	3.16	2.99	2.43	1.98	1.46	1.1	0.68	0.47	0.35	0.2	0.16
	E	2.83	3	3.22	3.32	3.27	2.88	2.46	1.98	1.61	1.02	0.72	0.55	0.32	0.23
439	C	3.11	3.1	3.02	2.68	2.29	1.76	1.4	1	0.74	0.44	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.85	3.02	3.2	3.28	3.1	2.53	2.06	1.52	1.15	0.7	0.48	0.35	0.21	0.16
	E	2.9	3.07	3.29	3.4	3.35	2.96	2.53	2.05	1.68	1.06	0.75	0.57	0.32	0.24
440	C	3.17	3.17	3.09	2.74	2.34	1.8	1.43	1.02	0.76	0.45	0.3	0.21	0.13	0.1
	D	2.9	3.07	3.24	3.33	3.15	2.59	2.11	1.55	1.17	0.71	0.49	0.36	0.21	0.16
	E	2.93	3.11	3.33	3.44	3.38	3	2.56	2.09	1.71	1.09	0.76	0.57	0.33	0.24

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
441	C	530	16	F	1.29	2.74	1.03	2.88	1.44	1.37	1.37	1.42	1.51	1.74	2.16	2.58	3.04
	D	260	16	F	1.35	2.74	1.03	3.01	2.12	1.43	1.44	1.5	1.55	1.73	2.04	2.37	2.7
	E	150	16	F	1.57	2.74	1.03	3.1	3.1	1.59	1.59	1.69	1.78	2.03	2.3	2.61	2.82
442	C	530	16	F	1.3	2.76	1.04	2.89	1.45	1.38	1.38	1.43	1.51	1.75	2.17	2.6	3.06
	D	260	16	F	1.35	2.76	1.04	3.03	2.13	1.44	1.44	1.51	1.56	1.74	2.04	2.38	2.72
	E	150	16	F	1.57	2.76	1.04	3.11	3.12	1.59	1.59	1.7	1.79	2.04	2.3	2.62	2.83
443	C	530	16	F	1.3	2.78	1.05	2.91	1.46	1.38	1.39	1.43	1.52	1.76	2.18	2.62	3.07
	D	260	16	F	1.35	2.78	1.05	3.04	2.14	1.45	1.45	1.51	1.57	1.75	2.05	2.39	2.73
	E	150	16	F	1.57	2.78	1.05	3.12	3.13	1.6	1.6	1.7	1.8	2.04	2.31	2.63	2.84
444	C	530	8	F	1.32	3.28	1.17	3.38	1.65	1.57	1.57	1.61	1.72	2.04	2.53	3.01	3.5
	D	260	8	F	1.38	3.28	1.17	3.36	2.45	1.56	1.57	1.62	1.67	1.88	2.2	2.58	2.95
	E	150	8	F	1.59	3.28	1.17	3.27	3.65	1.65	1.65	1.74	1.84	2.09	2.38	2.71	2.93
445	C	530	8	F	1.32	3.27	1.17	3.37	1.65	1.56	1.57	1.62	1.72	2.04	2.53	3	3.5
	D	260	8	F	1.37	3.27	1.17	3.35	2.44	1.56	1.56	1.62	1.67	1.87	2.2	2.57	2.94
	E	150	8	F	1.59	3.27	1.17	3.25	3.64	1.64	1.64	1.73	1.83	2.08	2.36	2.7	2.92
446	C	530	8	F	1.31	3.31	1.17	3.41	1.66	1.57	1.58	1.61	1.73	2.06	2.55	3.03	3.49
	D	260	8	F	1.36	3.31	1.17	3.37	2.47	1.56	1.57	1.62	1.67	1.87	2.2	2.57	2.95
	E	150	8	F	1.57	3.31	1.17	3.25	3.69	1.63	1.63	1.72	1.81	2.05	2.34	2.68	2.91
447	C	530	8	F	1.3	3.34	1.17	3.46	1.66	1.53	1.53	1.58	1.67	2.06	2.54	2.86	3.37
	D	260	8	F	1.4	3.34	1.17	3.46	2.48	1.6	1.61	1.66	1.72	1.93	2.26	2.64	3.03
	E	150	8	F	1.62	3.34	1.17	3.35	3.81	1.69	1.68	1.78	1.88	2.15	2.44	2.79	2.99
448	C	530	8	F	1.3	3.33	1.17	3.46	1.66	1.53	1.53	1.58	1.66	2	2.45	2.81	3.35
	D	260	8	F	1.4	3.33	1.17	3.47	2.49	1.61	1.61	1.67	1.72	1.94	2.27	2.66	3.04
	E	150	8	F	1.63	3.33	1.17	3.37	3.82	1.7	1.69	1.8	1.9	2.17	2.46	2.81	3.01

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
441	C	3.19	3.19	3.11	2.76	2.36	1.81	1.44	1.02	0.76	0.45	0.3	0.22	0.13	0.1
	D	2.91	3.08	3.26	3.35	3.17	2.6	2.12	1.56	1.18	0.72	0.49	0.36	0.21	0.16
	E	2.94	3.11	3.34	3.45	3.39	3	2.57	2.1	1.72	1.09	0.76	0.58	0.33	0.24
442	C	3.22	3.21	3.13	2.78	2.38	1.82	1.45	1.03	0.76	0.46	0.3	0.22	0.13	0.1
	D	2.92	3.09	3.27	3.36	3.18	2.61	2.13	1.57	1.18	0.72	0.49	0.36	0.21	0.16
	E	2.95	3.12	3.35	3.46	3.4	3.01	2.58	2.11	1.73	1.1	0.77	0.58	0.33	0.24
443	C	3.24	3.23	3.15	2.8	2.39	1.83	1.46	1.03	0.77	0.46	0.31	0.22	0.13	0.1
	D	2.93	3.11	3.29	3.38	3.2	2.63	2.14	1.57	1.19	0.73	0.49	0.36	0.21	0.16
	E	2.96	3.13	3.36	3.47	3.41	3.02	2.59	2.12	1.74	1.1	0.77	0.58	0.33	0.24
444	C	3.75	3.76	3.64	3.23	2.78	2.12	1.65	1.14	0.84	0.5	0.33	0.24	0.14	0.11
	D	3.18	3.38	3.61	3.74	3.55	2.95	2.45	1.78	1.35	0.82	0.55	0.41	0.23	0.17
	E	3.05	3.25	3.5	3.63	3.6	3.23	2.84	2.4	2.03	1.3	0.88	0.65	0.36	0.26
445	C	3.73	3.74	3.63	3.22	2.77	2.11	1.65	1.14	0.84	0.5	0.33	0.24	0.14	0.11
	D	3.17	3.37	3.59	3.72	3.54	2.94	2.44	1.78	1.34	0.82	0.55	0.4	0.23	0.17
	E	3.04	3.24	3.48	3.62	3.58	3.22	2.84	2.4	2.02	1.3	0.88	0.65	0.36	0.26
446	C	3.78	3.79	3.66	3.24	2.81	2.13	1.66	1.14	0.84	0.5	0.33	0.24	0.14	0.11
	D	3.19	3.4	3.61	3.75	3.53	2.91	2.47	1.78	1.35	0.83	0.56	0.41	0.23	0.17
	E	3.02	3.23	3.47	3.61	3.58	3.23	2.86	2.41	2.05	1.32	0.89	0.66	0.36	0.26
447	C	3.83	3.85	3.73	3.28	2.85	2.17	1.66	1.18	0.87	0.52	0.34	0.24	0.15	0.11
	D	3.27	3.47	3.71	3.85	3.64	2.88	2.48	1.81	1.38	0.86	0.58	0.42	0.24	0.17
	E	3.12	3.33	3.58	3.72	3.69	3.32	2.94	2.46	2.12	1.37	0.93	0.68	0.37	0.26
448	C	3.79	3.84	3.71	3.26	2.83	2.14	1.66	1.18	0.87	0.52	0.34	0.25	0.15	0.11
	D	3.28	3.49	3.72	3.86	3.66	2.89	2.46	1.81	1.39	0.86	0.58	0.42	0.24	0.17
	E	3.14	3.35	3.6	3.74	3.71	3.33	2.95	2.47	2.12	1.37	0.93	0.69	0.37	0.26

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
449	C	530	8	F	1.29	3.36	1.17	3.48	1.66	1.53	1.53	1.58	1.67	2.05	2.52	2.86	3.37
	D	260	8	F	1.4	3.36	1.17	3.47	2.47	1.61	1.61	1.66	1.72	1.93	2.27	2.65	3.03
	E	150	8	F	1.62	3.36	1.17	3.35	3.83	1.68	1.68	1.78	1.88	2.15	2.44	2.78	2.99
450	C	530	8	F	1.29	3.38	1.16	3.5	1.65	1.53	1.53	1.57	1.66	2.04	2.5	2.86	3.37
	D	260	8	F	1.39	3.38	1.16	3.49	2.47	1.61	1.61	1.67	1.72	1.94	2.27	2.65	3.04
	E	150	8	F	1.62	3.38	1.16	3.35	3.85	1.68	1.68	1.78	1.87	2.14	2.43	2.78	2.98
451	C	530	8	F	1.28	3.13	1.16	3.38	1.63	1.51	1.51	1.56	1.64	1.91	2.31	2.76	3.34
	D	260	8	F	1.38	3.13	1.16	3.53	2.4	1.63	1.63	1.69	1.74	1.96	2.32	2.72	3.12
	E	150	8	F	1.6	3.13	1.16	3.41	3.74	1.68	1.69	1.77	1.87	2.12	2.44	2.8	3.04
452	C	530	8	F	1.27	3.04	1.16	3.31	1.62	1.5	1.51	1.56	1.63	1.87	2.26	2.73	3.32
	D	260	8	F	1.39	3.04	1.16	3.48	2.39	1.61	1.62	1.67	1.73	1.95	2.31	2.71	3.12
	E	150	8	F	1.61	3.04	1.16	3.41	3.68	1.68	1.69	1.77	1.87	2.13	2.45	2.81	3.04
453	C	530	8	F	1.27	3.06	1.15	3.32	1.62	1.5	1.5	1.55	1.63	1.88	2.27	2.73	3.32
	D	260	8	F	1.38	3.06	1.15	3.49	2.39	1.62	1.62	1.67	1.73	1.95	2.31	2.71	3.11
	E	150	8	F	1.6	3.06	1.15	3.41	3.7	1.68	1.68	1.77	1.87	2.12	2.44	2.8	3.04
454	C	530	8	F	1.27	3.07	1.15	3.33	1.62	1.5	1.5	1.55	1.63	1.88	2.28	2.73	3.32
	D	260	8	F	1.38	3.07	1.15	3.51	2.39	1.62	1.62	1.68	1.73	1.95	2.31	2.71	3.11
	E	150	8	F	1.6	3.07	1.15	3.4	3.72	1.68	1.68	1.76	1.86	2.11	2.43	2.79	3.03
455	C	530	8	F	1.26	3	1.14	3.27	1.6	1.49	1.49	1.54	1.61	1.85	2.24	2.7	3.29
	D	260	8	F	1.37	3	1.14	3.46	2.37	1.6	1.61	1.66	1.71	1.93	2.29	2.69	3.09
	E	150	8	F	1.59	3	1.14	3.39	3.66	1.67	1.67	1.75	1.85	2.1	2.42	2.78	3.03
456	C	530	12	F	1.27	3.03	1.13	3.28	1.6	1.5	1.5	1.55	1.63	1.87	2.26	2.72	3.3
	D	260	12	F	1.39	3.03	1.13	3.41	2.37	1.6	1.6	1.65	1.71	1.94	2.3	2.71	3.11
	E	150	12	F	1.6	3.03	1.13	3.43	3.6	1.68	1.69	1.77	1.87	2.13	2.46	2.82	3.06

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
449	C	3.84	3.87	3.73	3.28	2.86	2.16	1.66	1.18	0.87	0.52	0.34	0.24	0.15	0.11
	D	3.28	3.48	3.72	3.86	3.64	2.88	2.46	1.8	1.37	0.86	0.58	0.42	0.24	0.17
	E	3.12	3.33	3.58	3.72	3.69	3.33	2.95	2.46	2.13	1.37	0.93	0.69	0.37	0.26
450	C	3.83	3.89	3.73	3.28	2.86	2.15	1.65	1.18	0.87	0.52	0.34	0.25	0.15	0.11
	D	3.28	3.49	3.73	3.87	3.64	2.88	2.45	1.79	1.37	0.86	0.58	0.42	0.24	0.17
	E	3.11	3.33	3.58	3.72	3.69	3.33	2.96	2.46	2.14	1.38	0.93	0.69	0.37	0.26
451	C	3.65	3.75	3.68	3.22	2.73	2.08	1.63	1.19	0.87	0.52	0.35	0.25	0.15	0.11
	D	3.29	3.52	3.81	3.92	3.63	2.87	2.32	1.74	1.34	0.85	0.6	0.43	0.24	0.17
	E	3.17	3.39	3.64	3.78	3.76	3.39	3.03	2.47	2.07	1.38	0.97	0.71	0.38	0.26
452	C	3.58	3.67	3.65	3.2	2.68	2.05	1.62	1.16	0.86	0.52	0.34	0.25	0.15	0.11
	D	3.29	3.53	3.78	3.87	3.63	2.86	2.29	1.73	1.33	0.85	0.59	0.43	0.24	0.17
	E	3.18	3.4	3.65	3.79	3.76	3.37	3	2.46	2	1.36	0.95	0.7	0.38	0.26
453	C	3.6	3.69	3.65	3.2	2.69	2.05	1.62	1.17	0.86	0.52	0.34	0.25	0.15	0.11
	D	3.29	3.52	3.78	3.88	3.62	2.86	2.3	1.73	1.33	0.85	0.59	0.43	0.24	0.17
	E	3.17	3.39	3.65	3.79	3.76	3.38	3.01	2.46	2.02	1.37	0.96	0.7	0.38	0.26
454	C	3.61	3.7	3.65	3.2	2.7	2.06	1.62	1.18	0.87	0.52	0.35	0.25	0.15	0.11
	D	3.28	3.51	3.79	3.9	3.62	2.85	2.3	1.73	1.33	0.85	0.6	0.43	0.24	0.17
	E	3.16	3.38	3.64	3.78	3.75	3.38	3.02	2.46	2.05	1.38	0.97	0.71	0.38	0.26
455	C	3.55	3.63	3.61	3.16	2.65	2.03	1.6	1.15	0.85	0.51	0.34	0.24	0.14	0.11
	D	3.26	3.49	3.76	3.84	3.59	2.83	2.27	1.71	1.32	0.84	0.58	0.42	0.24	0.17
	E	3.15	3.38	3.63	3.77	3.74	3.36	2.98	2.45	1.99	1.36	0.94	0.69	0.38	0.26
456	C	3.55	3.64	3.53	3.12	2.66	2.02	1.6	1.11	0.82	0.49	0.33	0.24	0.14	0.11
	D	3.3	3.53	3.73	3.79	3.57	2.84	2.28	1.72	1.32	0.82	0.55	0.41	0.23	0.17
	E	3.2	3.42	3.68	3.81	3.76	3.34	2.92	2.41	2	1.3	0.89	0.66	0.37	0.26

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
457	C	530	12	F	1.28	3.04	1.13	3.29	1.6	1.51	1.51	1.56	1.64	1.88	2.27	2.74	3.32
	D	260	12	F	1.4	3.04	1.13	3.42	2.37	1.6	1.61	1.66	1.72	1.95	2.32	2.72	3.13
	E	150	12	F	1.61	3.04	1.13	3.44	3.59	1.69	1.7	1.78	1.89	2.15	2.48	2.84	3.07
458	C	530	12	F	1.26	3.06	1.13	3.26	1.59	1.49	1.49	1.54	1.61	1.85	2.27	2.7	3.28
	D	260	12	F	1.38	3.06	1.13	3.41	2.36	1.59	1.59	1.65	1.7	1.92	2.29	2.69	3.1
	E	150	12	F	1.59	3.06	1.13	3.41	3.62	1.67	1.67	1.76	1.85	2.11	2.43	2.8	3.05
459	C	530	12	F	1.24	3.03	1.12	3.22	1.58	1.47	1.47	1.52	1.6	1.83	2.25	2.67	3.25
	D	260	12	F	1.36	3.03	1.12	3.38	2.33	1.57	1.58	1.63	1.68	1.9	2.27	2.66	3.07
	E	150	12	F	1.58	3.03	1.12	3.38	3.59	1.65	1.66	1.74	1.83	2.08	2.41	2.77	3.03
460	C	530	12	F	1.27	3.16	1.12	3.31	1.58	1.5	1.5	1.55	1.63	1.87	2.29	2.71	3.29
	D	260	12	F	1.39	3.16	1.12	3.4	2.35	1.59	1.6	1.65	1.71	1.94	2.31	2.71	3.12
	E	150	12	F	1.6	3.16	1.12	3.44	3.56	1.68	1.69	1.77	1.87	2.13	2.46	2.83	3.07
461	C	530	12	F	1.3	3.25	1.13	3.42	1.59	1.45	1.45	1.5	1.57	1.8	2.18	2.62	3.19
	D	260	12	F	1.41	3.25	1.13	3.49	2.37	1.54	1.55	1.6	1.65	1.86	2.23	2.62	3.02
	E	150	12	F	1.62	3.25	1.13	3.48	3.59	1.63	1.63	1.72	1.8	2.04	2.36	2.72	2.98
462	C	530	12	F	1.3	3.25	1.13	3.42	1.59	1.44	1.44	1.49	1.57	1.79	2.17	2.62	3.18
	D	260	12	F	1.41	3.25	1.13	3.5	2.37	1.54	1.54	1.59	1.65	1.86	2.23	2.61	3.01
	E	150	12	F	1.62	3.25	1.13	3.48	3.59	1.62	1.63	1.72	1.8	2.03	2.35	2.71	2.97
463	C	530	12	F	1.3	3.26	1.14	3.43	1.6	1.42	1.42	1.47	1.54	1.76	2.13	2.57	3.12
	D	260	12	F	1.41	3.26	1.14	3.5	2.39	1.5	1.51	1.55	1.61	1.81	2.18	2.54	2.94
	E	150	12	F	1.63	3.26	1.14	3.5	3.63	1.59	1.6	1.69	1.76	1.99	2.3	2.65	2.92
464	C	530	12	F	1.3	3.26	1.14	3.44	1.6	1.41	1.41	1.46	1.53	1.75	2.12	2.56	3.11
	D	260	12	F	1.41	3.26	1.14	3.51	2.39	1.49	1.5	1.55	1.6	1.8	2.16	2.53	2.92
	E	150	12	F	1.63	3.26	1.14	3.5	3.63	1.59	1.59	1.69	1.75	1.98	2.29	2.64	2.91

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
457	C	3.57	3.66	3.54	3.12	2.68	2.03	1.6	1.11	0.82	0.5	0.33	0.24	0.14	0.11
	D	3.32	3.55	3.75	3.8	3.58	2.86	2.28	1.72	1.32	0.82	0.55	0.41	0.23	0.17
	E	3.21	3.44	3.69	3.82	3.78	3.35	2.93	2.41	1.99	1.3	0.89	0.66	0.37	0.26
458	C	3.53	3.62	3.53	3.12	2.64	2.01	1.59	1.11	0.82	0.49	0.33	0.24	0.14	0.11
	D	3.27	3.5	3.73	3.79	3.57	2.82	2.33	1.71	1.31	0.82	0.56	0.41	0.23	0.17
	E	3.17	3.4	3.65	3.78	3.74	3.33	2.93	2.42	2.01	1.32	0.9	0.67	0.37	0.26
459	C	3.5	3.58	3.5	3.08	2.61	1.99	1.58	1.1	0.81	0.49	0.33	0.24	0.14	0.11
	D	3.25	3.47	3.7	3.75	3.54	2.8	2.29	1.7	1.3	0.81	0.55	0.41	0.23	0.17
	E	3.15	3.37	3.62	3.76	3.72	3.31	2.91	2.4	1.99	1.3	0.89	0.66	0.37	0.26
460	C	3.67	3.65	3.51	3.08	2.64	2	1.58	1.1	0.81	0.49	0.33	0.24	0.14	0.11
	D	3.3	3.53	3.74	3.78	3.56	2.84	2.35	1.73	1.3	0.81	0.55	0.41	0.24	0.17
	E	3.21	3.44	3.69	3.82	3.77	3.34	2.92	2.39	1.98	1.29	0.89	0.66	0.37	0.26
461	C	3.44	3.51	3.4	2.99	2.55	1.94	1.54	1.07	0.79	0.48	0.32	0.23	0.14	0.11
	D	3.2	3.42	3.63	3.68	3.48	2.76	2.23	1.67	1.27	0.79	0.54	0.4	0.23	0.17
	E	3.13	3.33	3.58	3.71	3.67	3.26	2.86	2.35	1.94	1.27	0.87	0.65	0.36	0.25
462	C	3.43	3.5	3.39	2.98	2.55	1.94	1.53	1.07	0.79	0.48	0.32	0.23	0.14	0.11
	D	3.19	3.41	3.62	3.67	3.47	2.75	2.23	1.66	1.27	0.79	0.54	0.4	0.23	0.17
	E	3.12	3.32	3.57	3.7	3.66	3.26	2.85	2.34	1.94	1.26	0.87	0.65	0.36	0.25
463	C	3.36	3.4	3.29	2.87	2.46	1.86	1.47	1.04	0.76	0.46	0.31	0.23	0.14	0.11
	D	3.14	3.36	3.54	3.58	3.38	2.71	2.17	1.63	1.22	0.76	0.52	0.39	0.23	0.17
	E	3.07	3.27	3.51	3.64	3.6	3.2	2.79	2.27	1.85	1.21	0.84	0.63	0.36	0.25
464	C	3.34	3.38	3.26	2.85	2.44	1.85	1.46	1.03	0.76	0.46	0.31	0.22	0.14	0.11
	D	3.13	3.34	3.52	3.56	3.36	2.7	2.16	1.62	1.22	0.76	0.52	0.39	0.23	0.17
	E	3.06	3.25	3.5	3.63	3.59	3.18	2.78	2.26	1.85	1.21	0.84	0.63	0.35	0.25

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
465	C	530	12	F	1.3	3.24	1.14	3.42	1.6	1.47	1.48	1.53	1.6	1.84	2.23	2.67	3.25
	D	260	12	F	1.41	3.24	1.14	3.48	2.38	1.57	1.58	1.63	1.69	1.91	2.28	2.68	3.09
	E	150	12	F	1.62	3.24	1.14	3.49	3.62	1.66	1.67	1.75	1.84	2.09	2.42	2.79	3.06
466	C	530	12	F	1.31	3.24	1.14	3.41	1.6	1.47	1.47	1.52	1.6	1.84	2.23	2.67	3.25
	D	260	12	F	1.42	3.24	1.14	3.47	2.38	1.57	1.58	1.63	1.68	1.91	2.28	2.68	3.08
	E	150	12	F	1.64	3.24	1.14	3.49	3.61	1.66	1.66	1.74	1.84	2.09	2.42	2.78	3.05
467	C	530	12	F	1.31	3.24	1.14	3.42	1.6	1.42	1.43	1.48	1.55	1.77	2.14	2.58	3.14
	D	260	12	F	1.42	3.24	1.14	3.48	2.38	1.51	1.52	1.57	1.62	1.83	2.19	2.56	2.96
	E	150	12	F	1.64	3.24	1.14	3.49	3.61	1.6	1.61	1.7	1.77	2	2.32	2.67	2.94
468	C	530	12	F	1.31	3.24	1.14	3.42	1.6	1.42	1.42	1.47	1.54	1.75	2.12	2.56	3.12
	D	260	12	F	1.42	3.24	1.14	3.48	2.38	1.5	1.5	1.55	1.6	1.81	2.17	2.54	2.94
	E	150	12	F	1.64	3.24	1.14	3.49	3.61	1.59	1.6	1.69	1.76	1.99	2.3	2.65	2.92
469	C	530	12	F	1.3	3.27	1.15	3.45	1.61	1.41	1.41	1.46	1.53	1.75	2.11	2.55	3.1
	D	260	12	F	1.41	3.27	1.15	3.52	2.4	1.49	1.49	1.54	1.6	1.8	2.16	2.53	2.92
	E	150	12	F	1.63	3.27	1.15	3.52	3.64	1.59	1.59	1.68	1.75	1.98	2.29	2.64	2.91
470	C	530	12	F	1.3	3.25	1.15	3.44	1.61	1.41	1.41	1.46	1.53	1.74	2.11	2.54	3.09
	D	260	12	F	1.41	3.25	1.15	3.51	2.4	1.48	1.49	1.54	1.59	1.79	2.15	2.51	2.91
	E	150	12	F	1.62	3.25	1.15	3.51	3.65	1.58	1.58	1.68	1.75	1.97	2.28	2.63	2.9
471	C	530	12	F	1.3	3.26	1.16	3.45	1.62	1.4	1.4	1.45	1.52	1.73	2.1	2.53	3.08
	D	260	12	F	1.41	3.26	1.16	3.52	2.41	1.48	1.48	1.53	1.58	1.78	2.14	2.5	2.89
	E	150	12	F	1.63	3.26	1.16	3.52	3.67	1.57	1.58	1.67	1.74	1.96	2.27	2.62	2.88
472	C	530	12	F	1.3	3.28	1.16	3.46	1.63	1.39	1.4	1.44	1.52	1.73	2.09	2.53	3.07
	D	260	12	F	1.41	3.28	1.16	3.53	2.41	1.47	1.47	1.52	1.57	1.77	2.13	2.49	2.88
	E	150	12	F	1.63	3.28	1.16	3.52	3.69	1.57	1.57	1.67	1.73	1.96	2.26	2.61	2.87

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
465	C	3.54	3.58	3.43	3.01	2.58	1.95	1.54	1.08	0.8	0.48	0.33	0.24	0.14	0.11
	D	3.26	3.49	3.7	3.73	3.51	2.8	2.28	1.7	1.28	0.8	0.55	0.41	0.24	0.17
	E	3.18	3.4	3.66	3.79	3.74	3.31	2.89	2.36	1.95	1.28	0.89	0.67	0.37	0.26
466	C	3.55	3.59	3.44	3.02	2.58	1.96	1.55	1.08	0.8	0.48	0.33	0.24	0.14	0.11
	D	3.25	3.48	3.69	3.73	3.51	2.79	2.29	1.69	1.28	0.8	0.55	0.41	0.24	0.17
	E	3.17	3.4	3.65	3.78	3.73	3.31	2.89	2.36	1.95	1.28	0.89	0.67	0.37	0.26
467	C	3.38	3.43	3.32	2.89	2.48	1.88	1.48	1.04	0.77	0.46	0.31	0.23	0.14	0.11
	D	3.16	3.38	3.56	3.6	3.4	2.72	2.18	1.64	1.23	0.77	0.53	0.39	0.23	0.17
	E	3.09	3.29	3.53	3.66	3.62	3.21	2.8	2.29	1.86	1.22	0.85	0.64	0.36	0.25
468	C	3.35	3.39	3.28	2.86	2.45	1.86	1.47	1.03	0.76	0.46	0.31	0.23	0.14	0.11
	D	3.14	3.36	3.53	3.57	3.37	2.7	2.16	1.63	1.22	0.76	0.52	0.39	0.23	0.17
	E	3.07	3.26	3.51	3.64	3.6	3.19	2.78	2.27	1.85	1.21	0.84	0.63	0.35	0.25
469	C	3.34	3.37	3.25	2.84	2.43	1.84	1.46	1.03	0.76	0.46	0.31	0.22	0.14	0.11
	D	3.13	3.34	3.52	3.55	3.35	2.69	2.16	1.62	1.21	0.76	0.52	0.39	0.23	0.17
	E	3.06	3.25	3.5	3.62	3.59	3.18	2.77	2.25	1.84	1.2	0.83	0.63	0.35	0.25
470	C	3.32	3.35	3.23	2.82	2.42	1.83	1.45	1.02	0.75	0.46	0.31	0.22	0.14	0.11
	D	3.12	3.33	3.5	3.54	3.34	2.69	2.15	1.61	1.21	0.75	0.52	0.38	0.22	0.17
	E	3.05	3.24	3.49	3.61	3.58	3.17	2.76	2.24	1.83	1.19	0.83	0.63	0.35	0.25
471	C	3.31	3.33	3.21	2.8	2.4	1.82	1.44	1.02	0.75	0.46	0.31	0.22	0.14	0.11
	D	3.11	3.31	3.49	3.52	3.32	2.68	2.15	1.6	1.2	0.75	0.51	0.38	0.22	0.17
	E	3.03	3.23	3.47	3.6	3.56	3.16	2.75	2.23	1.82	1.19	0.83	0.62	0.35	0.25
472	C	3.3	3.31	3.19	2.79	2.39	1.81	1.44	1.01	0.75	0.45	0.31	0.22	0.14	0.11
	D	3.1	3.29	3.47	3.5	3.3	2.67	2.14	1.59	1.19	0.75	0.51	0.38	0.22	0.16
	E	3.02	3.22	3.46	3.59	3.55	3.15	2.74	2.22	1.81	1.18	0.82	0.62	0.35	0.25

Titik	Site Class	Vs30	TL	SDC	PGAM	SS	S1	SMS	SM1	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.075	0.1	0.15
473	C	530	12	F	1.3	3.28	1.16	3.46	1.63	1.4	1.4	1.45	1.52	1.74	2.1	2.54	3.09
	D	260	12	F	1.41	3.28	1.16	3.53	2.41	1.48	1.48	1.53	1.58	1.78	2.14	2.51	2.9
	E	150	12	F	1.63	3.28	1.16	3.52	3.69	1.58	1.58	1.68	1.74	1.97	2.28	2.62	2.89
474	C	530	12	F	1.3	3.32	1.18	3.51	1.65	1.41	1.41	1.46	1.53	1.75	2.12	2.55	3.1
	D	260	12	F	1.41	3.32	1.18	3.58	2.44	1.49	1.49	1.54	1.59	1.8	2.16	2.53	2.92
	E	150	12	F	1.64	3.32	1.18	3.55	3.73	1.59	1.59	1.69	1.75	1.98	2.29	2.64	2.91
475	C	530	12	F	1.3	3.36	1.19	3.55	1.66	1.42	1.42	1.47	1.54	1.76	2.13	2.57	3.12
	D	260	12	F	1.41	3.36	1.19	3.62	2.47	1.5	1.51	1.55	1.61	1.81	2.18	2.55	2.94
	E	150	12	F	1.64	3.36	1.19	3.6	3.78	1.59	1.6	1.69	1.76	1.99	2.31	2.66	2.92
476	C	530	12	F	1.3	3.32	1.18	3.51	1.65	1.41	1.41	1.46	1.53	1.75	2.12	2.56	3.13
	D	260	12	F	1.41	3.32	1.18	3.58	2.44	1.52	1.52	1.57	1.62	1.83	2.2	2.58	2.96
	E	150	12	F	1.64	3.32	1.18	3.55	3.73	1.59	1.6	1.69	1.75	1.98	2.3	2.66	2.93
477	C	530	12	F	1.3	3.37	1.2	3.56	1.68	1.36	1.36	1.4	1.46	1.66	2.04	2.49	3.07
	D	260	12	F	1.41	3.37	1.2	3.63	2.49	1.47	1.47	1.56	1.65	1.86	2.25	2.56	2.82
	E	150	12	F	1.64	3.37	1.2	3.61	3.81	1.56	1.56	1.63	1.67	1.89	2.21	2.56	2.85
478	C	530	12	F	1.3	3.42	1.21	3.61	1.69	1.35	1.35	1.39	1.46	1.65	2.02	2.44	2.99
	D	260	12	F	1.41	3.42	1.21	3.68	2.51	1.46	1.47	1.51	1.56	1.75	2.11	2.48	2.83
	E	150	12	F	1.64	3.42	1.21	3.65	3.86	1.53	1.54	1.61	1.66	1.88	2.19	2.53	2.81
479	C	530	12	F	1.3	3.42	1.22	3.61	1.7	1.34	1.34	1.39	1.45	1.64	2.01	2.44	2.98
	D	260	12	F	1.41	3.42	1.22	3.68	2.53	1.46	1.46	1.5	1.55	1.74	2.11	2.47	2.81
	E	150	12	F	1.64	3.42	1.22	3.66	3.87	1.53	1.53	1.6	1.66	1.87	2.17	2.52	2.8
480	C	530	12	F	1.3	3.42	1.22	3.61	1.7	1.36	1.37	1.4	1.5	1.87	2.31	2.61	3.05
	D	260	12	F	1.41	3.42	1.22	3.68	2.53	1.34	1.34	1.41	1.48	1.7	1.98	2.29	2.57
	E	150	12	F	1.64	3.42	1.22	3.66	3.87	1.44	1.44	1.48	1.51	1.68	1.99	2.3	2.6

Titik	Site Class	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	5	7.5	10
473	C	3.31	3.33	3.21	2.8	2.4	1.82	1.44	1.01	0.75	0.45	0.31	0.22	0.14	0.11
	D	3.12	3.31	3.49	3.52	3.32	2.68	2.15	1.59	1.19	0.75	0.51	0.38	0.22	0.17
	E	3.04	3.24	3.48	3.61	3.57	3.16	2.75	2.23	1.82	1.18	0.82	0.62	0.35	0.25
474	C	3.34	3.37	3.24	2.83	2.42	1.83	1.45	1.02	0.75	0.46	0.31	0.22	0.14	0.11
	D	3.13	3.34	3.52	3.55	3.35	2.69	2.16	1.61	1.21	0.75	0.52	0.39	0.23	0.17
	E	3.06	3.26	3.5	3.63	3.59	3.18	2.77	2.25	1.83	1.19	0.83	0.63	0.35	0.25
475	C	3.36	3.41	3.29	2.86	2.45	1.86	1.47	1.03	0.76	0.46	0.31	0.23	0.14	0.11
	D	3.15	3.36	3.54	3.58	3.38	2.7	2.17	1.62	1.22	0.76	0.52	0.39	0.23	0.17
	E	3.07	3.27	3.51	3.64	3.61	3.19	2.78	2.27	1.85	1.21	0.84	0.63	0.36	0.25
476	C	3.37	3.43	3.34	2.91	2.48	1.89	1.49	1.05	0.77	0.47	0.32	0.23	0.14	0.11
	D	3.14	3.35	3.58	3.62	3.41	2.7	2.16	1.63	1.24	0.78	0.54	0.41	0.24	0.17
	E	3.08	3.28	3.52	3.65	3.62	3.21	2.82	2.31	1.86	1.26	0.88	0.66	0.37	0.26
477	C	3.31	3.36	3.3	2.86	2.42	1.86	1.48	1.13	0.87	0.53	0.36	0.29	0.18	0.13
	D	3.01	3.24	3.52	3.61	3.32	2.63	2.13	1.62	1.26	0.84	0.63	0.54	0.3	0.2
	E	3.02	3.25	3.48	3.65	3.67	3.36	2.95	2.37	1.95	1.44	1.13	0.9	0.47	0.31
478	C	3.22	3.27	3.21	2.79	2.36	1.81	1.44	1.01	0.75	0.46	0.32	0.24	0.15	0.11
	D	3.01	3.22	3.48	3.53	3.28	2.59	2.08	1.57	1.2	0.79	0.56	0.42	0.25	0.18
	E	2.97	3.2	3.42	3.55	3.54	3.15	2.78	2.29	1.82	1.28	0.91	0.69	0.39	0.27
479	C	3.21	3.26	3.2	2.79	2.35	1.8	1.44	1.01	0.75	0.46	0.32	0.24	0.15	0.11
	D	3	3.2	3.46	3.52	3.26	2.58	2.08	1.56	1.2	0.78	0.55	0.42	0.24	0.17
	E	2.96	3.18	3.4	3.54	3.53	3.14	2.78	2.29	1.81	1.28	0.91	0.68	0.38	0.26
480	C	3.36	3.42	3.31	2.91	2.5	1.91	1.47	1.05	0.81	0.5	0.35	0.28	0.17	0.12
	D	2.78	2.99	3.24	3.34	3.08	2.6	2.07	1.59	1.25	0.82	0.62	0.53	0.29	0.2
	E	2.78	3	3.25	3.42	3.46	3.18	2.78	2.27	1.93	1.43	1.11	0.89	0.47	0.3

Lampiran 2 Hasil Pengujian Hyperparameter

No	N_Estimator	Learning Rate	Max_Depth	Subsample	Colsample	Training			Testing		
						RMSE	R2	MAPE	RMSE	R2	MAPE
1.	100	0.1	6	0.8	0.8	1.21%	99.95%	2.04%	2.92%	99.76%	3.62%
2.	200	0.1	6	0.8	0.8	1.06%	99.96%	1.51%	2.98%	99.75%	3.58%
3.	300	0.1	6	0.8	0.8	1.01%	99.96%	1.29%	3.02%	99.74%	3.58%
4.	400	0.1	6	0.8	0.8	1.00%	99.96%	1.15%	3.04%	99.74%	3.57%
5.	500	0.1	6	0.8	0.8	0.97%	99.97%	1.10%	3.05%	99.74%	3.58%
6.	600	0.1	6	0.8	0.8	0.97%	99.97%	1.04%	3.04%	99.74%	3.58%
7.	700	0.1	6	0.8	0.8	0.96%	99.97%	0.99%	3.03%	99.74%	3.56%
8.	800	0.1	6	0.8	0.8	0.96%	99.97%	0.95%	3.04%	99.74%	3.57%
9.	900	0.1	6	0.8	0.8	0.96%	99.97%	0.92%	3.02%	99.74%	3.58%
10.	1000	0.1	6	0.8	0.8	0.96%	99.97%	0.91%	3.03%	99.74%	3.59%
11.	100	0.05	6	0.8	0.8	1.67%	99.92%	5.69%	3.02%	99.76%	6.28%
12.	200	0.05	6	0.8	0.8	1.19%	99.96%	1.96%	2.88%	99.76%	3.53%
13.	300	0.05	6	0.8	0.8	1.10%	99.96%	1.66%	2.92%	99.75%	3.49%
14.	400	0.05	6	0.8	0.8	1.05%	99.96%	1.46%	2.95%	99.74%	3.50%
15.	500	0.05	6	0.8	0.8	1.01%	99.96%	1.34%	2.97%	99.74%	3.51%
16.	600	0.05	6	0.8	0.8	1.00%	99.97%	1.26%	2.97%	99.74%	3.51%

No	N_Estimator	Learning Rate	Max_Depth	Subsample	Colsample	Training			Testing		
						RMSE	R2	MAPE	RMSE	R2	MAPE
17.	700	0.05	6	0.8	0.8	0.99%	99.97%	1.19%	2.97%	99.74%	3.51%
18.	800	0.05	6	0.8	0.8	0.98%	99.97%	1.13%	2.98%	99.74%	3.52%
19.	900	0.05	6	0.8	0.8	0.97%	99.97%	1.09%	2.98%	99.74%	3.52%
20.	1000	0.05	6	0.8	0.8	0.97%	99.97%	1.06%	2.99%	99.74%	3.52%
21.	100	0.01	6	0.8	0.8	27.85%	85.73%	227.59%	28.04%	85.52%	194.49%
22.	600	0.01	6	0.8	0.8	1.42%	99.94%	3.45%	2.90%	99.77%	4.52%
23.	800	0.01	6	0.8	0.8	1.25%	99.95%	2.21%	2.88%	99.77%	3.64%
24.	900	0.01	6	0.8	0.8	1.20%	99.95%	2.03%	2.88%	99.76%	3.53%
25.	1000	0.01	6	0.8	0.8	1.17%	99.96%	1.93%	2.89%	99.76%	3.47%
26.	500	0.005	6	0.8	0.8	7.01%	99.05%	53.33%	7.58%	98.92%	46.07%
27.	900	0.005	6	0.8	0.8	1.95%	99.90%	8.81%	3.17%	99.75%	8.74%
28.	2000	0.005	6	0.8	0.8	1.17%	99.96%	1.91%	2.88%	99.76%	3.46%
29.	100	0.001	6	0.8	0.8	67.09%	17.77%	548.60%	66.78%	17.71%	471.17%
30.	1000	0.001	6	0.8	0.8	27.97%	85.62%	228.58%	28.15%	85.42%	195.34%
31.	15000	0.001	6	0.8	0.8	1.08%	99.96%	1.57%	2.92%	99.75%	3.43%

No	N_Estimator	Learning Rate	Max_Depth	Subsample	Colsample	Training			Testing		
						RMSE	R2	MAPE	RMSE	R2	MAPE
32.	100	0.1	9	0.8	0.8	0.98%	99.97%	1.09%	2.96%	99.76%	3.34%
33.	500	0.1	9	0.8	0.8	0.94%	99.97%	0.72%	3.01%	99.75%	3.33%
34.	1000	0.1	9	0.8	0.8	0.95%	99.97%	0.69%	2.98%	99.76%	3.31%
35.	100	0.05	9	0.8	0.8	1.40%	99.94%	4.94%	3.13%	99.75%	6.03%
36.	400	0.05	9	0.8	0.8	0.95%	99.97%	0.80%	3.04%	99.74%	3.35%
37.	500	0.05	9	0.8	0.8	0.94%	99.97%	0.78%	3.04%	99.74%	3.36%
38.	700	0.05	9	0.8	0.8	0.94%	99.97%	0.74%	3.03%	99.74%	3.35%
39.	1000	0.05	9	0.8	0.8	0.94%	99.97%	0.72%	3.03%	99.74%	3.36%
40.	100	0.01	9	0.8	0.8	27.84%	85.75%	227.51%	28.04%	85.53%	194.46%
41.	700	0.01	9	0.8	0.8	1.04%	99.96%	1.62%	2.99%	99.76%	3.58%
42.	1500	0.01	9	0.8	0.8	0.95%	99.97%	0.87%	3.02%	99.74%	3.27%
43.	800	0.005	9	0.8	0.8	2.25%	99.88%	12.92%	3.56%	99.71%	12.36%
44.	3000	0.005	9	0.8	0.8	0.95%	99.97%	0.86%	3.00%	99.74%	3.27%
45.	100	0.001	9	0.8	0.8	67.09%	17.77%	548.59%	66.77%	17.71%	471.17%
46.	5000	0.001	9	0.8	0.8	1.43%	99.94%	5.42%	3.11%	99.75%	6.36%