

TUGAS AKHIR

**EVALUASI TINGKAT KERUSAKAN JALAN
SEBAGAI DASAR PENENTUAN PERBAIKAN JALAN
(*EVALUATION OF ROAD DAMAGE LEVEL AS A
BASIS FOR DETERMINING ROAD MAINTENANCE*)**

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



Disusun Oleh :
Fathahillah Sasmita Ashakandari
12. 511.023

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2016**

TUGAS AKHIR

EVALUASI TINGKAT KERUSAKAN JALAN SEBAGAI DASAR PENENTUAN PERBAIKAN JALAN (*EVALUATION OF ROAD DAMAGE LEVEL AS A BASIS FOR DETERMINING ROAD MAINTENANCE*)

disusun oleh

Fathahillah Sasmita Ashakandari
12. 511.023

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

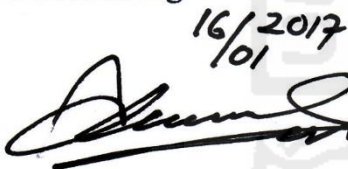
diuji pada tanggal 22 November 2016

oleh Dewan Penguji

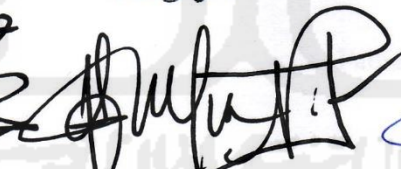
Pembimbing

Penguji I

Penguji II

16/2017
/01


Ir. Subarkah, M.T.



Berlian Kushari, S.T., Eng.



Ir. Bachnas, M.Sc.

Mengesahkan,



Ketua Program Studi Teknik Sipil


Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 2 Agustus 2016

Yang membuat pernyataan,



Fathahillah Sasmita Ashakandari

(12 511 023)



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir mengenai Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan Sebagai Dasar Penentuan Perbaikan Jalan di ruas Jalan Yogyakarta-Barongan (STA 10+800 – 12+800).

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan pengarahan Bapak/Ibu dosen serta pihak yang membantu dengan segala keikhlasan, untuk itu penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Subarkah, MT selaku dosen pembimbing.
2. Berlian Kushari, S.T., M.Eng. dan Ir. Bachnas, M.Sc. selaku dosen penguji.
3. Miftahul Fauziah. ST. MT. Ph.D selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
4. Semua pihak yang telah membantu terlaksananya Tugas Akhir ini.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun, agar dalam penyusunan karya ilmiah berikutnya akan lebih baik.

Harapan penulis Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia pada khususnya, serta pihak lain yang membaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh

Yogyakarta, 2 Agustus 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 BATASAN PENELITIAN	2
1.5 MANFAAT PENELITIAN	3
1.6 LOKASI PENELITIAN	3
BAB II STUDI PUSTAKA	6
2.1 TINJAUAN UMUM	6
2.2 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.3 PENELITIAN SEKARANG	7
BAB III LANDASAN TEORI	9
3.1 SISTEM PENILAIAN KONDISI PERKERASAN	9
3.2 <i>CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)</i>	20
3.3 UJI PENETROMETER KERUCUT DINAMIS (<i>DYNAMIC CONE PENETROMETER, DCP</i>)	21
3.4 VOLUME LALULINTAS	26
3.5 PERANCANGAN TEBAL PELAPISAN (<i>OVERLAY</i>)	

PERKERASAN LENTUR SESUAI AASHTO 1993	27
BAB IV METODE PENELITIAN	41
4.1 TINJAUAN UMUM	41
4.2 METODE PENELITIAN	41
4.2.1 Identifikasi Masalah	41
4.2.2 Pengumpulan Data	41
4.2.3 Metode Analisis	44
4.2.4 Metode Pembahasan	46
4.3 BAGAN ALIR PENELITIAN	47
BAB V PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	48
5.1 HASIL PENELITIAN	48
5.1.1 Data Ruas Jalan	48
5.1.2 Hasil <i>Survey Pavement Condition Index</i> (PCI)	49
5.1.3 Hasil Uji Penetrometer Kerucut Dinamis (<i>Dynamic Cone Penetrometer, DCP</i>)	54
5.1.4 Hasil Uji <i>California Bearing Ratio</i> (CBR)	56
5.1.5 Hasil <i>Survey</i> Lalulintas	58
5.1.6 Analisis Lapis Tambahan (<i>Overlay</i>)	60
5.2 PEMBAHASAN	65
5.2.1 Pembahasan <i>Pavemen Condition Index</i> (PCI)	65
5.2.2 Pembahasan Lapis Tambahan (<i>Overlay</i>)	76
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	79
6.1 KESIMPULAN	79
6.2 SARAN	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Nilai PCI dan Kondisi (FAA, 1982 : Shahin, 1994)	13
Tabel 3.2 Kedalaman Penetrasi dan Tekanan Standar (ASTM D-1883)	21
Tabel 3.3 Nilai <i>Reliability</i> (R) (AASHTO, 1993)	28
Tabel 3.4 Hubungan antara R dengan Z_R (AASHTO, 1993)	28
Tabel 3.5 Beban Gandar Mengakibatkan Kerusakan yang sama (Austroads, 1992)	30
Tabel 3.6 Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan (SNI 03-2416-1991)	30
Tabel 3.7 <i>Vehicle Damage Factor</i> (VDF) (Pedoman Teknis No. Pd. T-19-2004-B	31
Tabel 3.8 Faktor Distribusi Lajur (AASHTO, 1993)	32
Tabel 3.9 Tebal Minimum Lapisan (AASHTO, 1993)	35
Tabel 3.10 Koefisien Lapisan Material (a_i)(AASHTO dalam Lavin, 2003)	36
Tabel 3.11 Kuantitas Drainase (AASHTO, 1993)	37
Tabel 3.12 Koefisien Pengaliran (C)(Bina Marga, Dep. PU, 1990)	37
Tabel 3.13 Koefisien Drainase (m) yang Direkomendasikan (AASHTO, 1993)	37
Tabel 3.14 Koefisien Lapisan (a_i) untuk Perkerasan Lentur Eksisting setelah Dipengaruhi oleh Kerusakan (AASHTO, 1993)	39
Tabel 5.1 Rekapitulasi Hasil Analisis Metode PCI	51
Tabel 5.2 <i>Rating</i> , %Luas dan Nomor Unit Sampel Jalan Yogyakarta–Barongan	52
Tabel 5.3 Jenis dan Luas Kerusakan Ruas Jalan Yogyakarta – Barongan	52
Tabel 5.4 Rekapitulasi Nilai CBR Hasil Uji DCP Lapisan Tanah Dasar	55
Tabel 5.5 Hasil Uji CBR Lapangan Lapis Pondasi Atas	57
Tabel 5.6 Hasil <i>Survey</i> Lalulintas Ruas Jalan Yogyakarta– Barongan, DIY	59
Tabel 5.7 Analisis ESAL (<i>Equivalent Single Axle Load</i>)	60
Tabel 5.8 Rata-rata hujan harian menurut tahun 2006 – 2015	62
Tabel 5.9 Rekapitulasi parameter perancangan perkerasan lentur	63
Tabel 5.10 Jenis Kerusakan dan Lokasi Kerusakan	66
Tabel 5.11 Jenis Kerusakan dan Lokasi Kerusakan	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerusakan Jalan Kulit Buaya dan <i>Ravelling</i>	3
Gambar 1.2 Kerusakan Jalan Kulit Buaya, <i>Cracking</i> dan <i>Ravelling</i>	4
Gambar 1.3 Peta Jalan Yogyakarta-Barongan	4
Gambar 1.4 Peta Jalan Yogyakarta-Barongan	5
Gambar 3.1 Hubungan antara Kerapatan (<i>density</i>) dengan Nilai Pengurangan (<i>Deduct Value</i>) (Shahin, 1994)	11
Gambar 3.2 Hubungan antara Nilai Pengurangan Total (<i>Total Deduct Value</i> , TDV) dengan Nilai Pengurangan Terkoreksi (<i>Corected Deduct Value</i> , CDV) (Shahin, 1994)	12
Gambar 3.3 <i>Dynamic Cone Penetrometer</i> (DCP)	23
Gambar 3.4 Hubungan antara DCP dengan CBR	25
Gambar 3.5 Nomogram untuk menentukan SN Perkerasan Lentur (AASHTO, 1993)	38
Gambar 4.1 Pengujian DCP	43
Gambar 4.2 Pengujian CBR Lapangan	43
Gambar 4.3 Diagram Alir Penelitian	48
Gambar 5.1 Potonngan Melintang Jalan	48
Gambar 5.2 Struktur Perkerasan Lentur	49
Gambar 5.3 Pembagian Sampel Unit	49
Gambar 5.4 Nilai PCI Ruas Jalan Yogyakarta - Barongan	50
Gambar 5.5 Jenis dan Presentase Kerusakan	53
Gambar 5.6 Nilai CBR Tanah Dasar Ruas Jalan Yogyakarta – Barongan	54
Gambar 5.7 Menentukan CBR yang Mewakili	56
Gambar 5.8 Nilai CBR Lapis Pondasi Atas	58
Gambar 5.9 Segmen 1 (Sta. 10+800 – 10+900)	68
Gambar 5.10 Segmen 2 (Sta. 10+900 – 11+000)	68
Gambar 5.11 Segmen 3 (Sta. 11+000 – 11+100)	68
Gambar 5.12 Segmen 4 (Sta 11+100 – 11+200)	68
Gambar 5.13 Segmen 5 (Sta 11+200 – 11+300)	69

Gambar 5.14 Segmen 6 (Sta 11+300 – 11+400)	69
Gambar 5.15 Segmen 7 (Sta 11+400 – 11+500)	69
Gambar 5.16 Segmen 8 (Sta 11+500 – 11+600)	69
Gambar 5.17 Segmen 9 (Sta 11+600 – 11+700)	70
Gambar 5.18 Segmen 10 (Sta 11+700 – 11+800)	70
Gambar 5.19 Segmen 11 (Sta 11+800 – 11+900)	70
Gambar 5.20 Segmen 12 (Sta 11+900 – 12+000)	70
Gambar 5.21 Segmen 13 (Sta 12+000 – 12+100)	71
Gambar 5.22 Segmen 14 (Sta 12+100 – 12+200)	71
Gambar 5.23 Segmen 15 (Sta 12+200 – 12+300)	71
Gambar 5.24 Segmen 16 (Sta 12+300 – 12+400)	71
Gambar 5.25 Segmen 17 (Sta 12+400 – 12+500)	72
Gambar 5.26 Segmen 19 (Sta 12+500 – 12+600)	72
Gambar 5.27 Segmen 20 (Sta 12+600 – 12+700)	72
Gambar 5.28 Segmen 19 (Sta 12+700 – 12+800)	72
Gambar 5.29 Konsep Preservasi Perkerasan	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data dan Analisis PCI	83
Lampiran 2	Foto Kegiatan Penelitian	104
Lampiran 3	Data dan Analisis Uji DCP <i>Subgrade</i>	111
Lampiran 4	Data dan Analisis Uji CBR Lapangan LPA	134
Lampiran 5	Data Hasil <i>Survey</i> Lalulintas	138
Lampiran 6	Nomogram AASHTO	142
Lampiran 7	Grafik PCI	143



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PCI	: <i>Pavement Condition Index</i>
DCP	: <i>Dynamic Cone Penetrometer</i>
CBR	: California Bearing Ratio
DV	: <i>Deduct Value</i>
TDV	: <i>Total Deduct Value</i>
PCIS	: <i>Pavement Condition Index</i> setiap sampel
PT	: Beban percobaan (<i>test load</i>)
PS	: Beban standar (<i>standard load</i>)
TRRL	: <i>Transport and Road Research Laboratory</i>
LHR	: Lalulintas harian rata-rata
VDF	: <i>Vehicle Damage Factor</i>
D _D	: Faktor distribusi arah
D _L	: Faktor distribusi lajur
W ₁₈	: <i>Traffic design</i> pada lajur lalu lintas, <i>ESAL</i>
M _R	: Modulus <i>Resilient</i>
SN	: <i>Structural Number</i>
Z _R	: Standar deviasi normal
S ₀	: Standar deviasi menyeluruh
ΔPSI	: Perbedaan antara kemampuan layan awal (p ₀)
T _{jam}	: Rata-rata hujan per hari (jam)
T _{hari}	: Rata-rata hujan per tahun (hari).
W _L	: Faktor air hujan yang akan masuk ke pondasi jalan (%)
a ₀₁	: Koefisien lapisan untuk lapis tambahan.
D ₀₁	: Tebal lapis tambahan yang dibutuhkan, in

ABSTRAK

Ruas jalan Yogyakarta – Barongan merupakan jalan provinsi yang menghubungkan ke tempat-tempat pariwisata di Imogiri maupun Wonosari maka diperlukan perawatan dan perbaikan agar dapat melayani lalu lintas sesuai fungsinya. Evaluasi terhadap kondisi jalan diperlukan sebelum dilakukan perawatan dan perbaikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis kerusakan, tingkat kerusakan dan menentukan cara perbaikan kerusakan perkerasan ruas jalan Yogyakarta – Barongan.

Pelaksanaan penelitian ini meliputi menilai kondisi perkerasan secara visual dengan metode *Pavement Condition Index* (PCI) dengan membagi ruas jalan Yogyakarta – Barongan sepanjang 2000 meter menjadi segmen-segmen berukuran 5,5 x 100m, Uji Penetrometer Kerucut Dinamis (*Dynamic Cone Penetrometer*, DCP) tanah dasar, Uji *California Bearing Ratio* (CBR) lapangan pada lapis pondasi atas, survei lalu lintas yaitu dilakukan agar mengetahui rata-rata lalu lintas yang lewat setiap hari dan analisis tebal lapis tambahan menggunakan metode AASTHO 1993.

Hasil penelitian ini mengetahui jenis kerusakan yang terjadi pada jalan yaitu *alligator cracking*, *block cracking*, *depression*, retak memanjang dan melintang, *patching*, *sungkur*, pelapukan dan butiran halus. Kerusakan dominan yaitu *alligator cracking* dengan luas 1405,749m² atau 12,78% dari luas total ruas jalan Yogyakarta – Barongan dan diperoleh nilai PCI rata-rata sebesar 48,2 atau kondisi perkerasan sedang (*fair*), hasil uji DCP diperoleh nilai CBR tanah dasar rata-rata 15,10% dan nilai CBR yang mewakili tanah dasar sebesar 7,28%, hasil uji CBR lapangan lapis pondasi diperoleh CBR rata-rata sebesar 68,39%, hasil LHR sebanyak 5849 kendaraan/hari. Perbaikan kerusakan dilakukan dengan jenis, lokasi dan tingkat kerusakannya. Apabila dilakukan pelapisan tambahan dari analisis tebal lapis tambahan, dengan umur 10 tahun diperoleh tebal lapis tambahan 6,4 cm.

Kata kunci: evaluasi, kerusakan, DCP, CBR Lapangan

ABSTRACT

The Yogyakarta – Barongan road section is a provincial road which connects the tourism places between Imogiri and Wonosari so it needs maintenance and repair in order to use for traffic importance according to its function. Road's condition evaluations is needed before the maintenance and repair process. The goal of this research is to determine the type of damage, the level of damage, and determine how to repair Yogyakarta – Barongan road pavement damage.

Implementation of this research includes assessing pavement conditions visually by the methods of Pavement Condition Index (PCI), by dividing the road of Yogyakarta - Barongan over 2000 meters into the segments of 5,5 x 100 m. Subgrade Dynamic Cone Penetrometer test, (DCP), California Bearing Ratio (CBR) test of field on the surface level, and traffic surfey is needed to do to know the traffic intensity and the additional thickness by AASTHO 1993 method.

The results of this research is to know the type of damage that occurred on the road such as alligator cracking, block cracking, depression, longitudinal and transverse cracking, patching, spade, weathering, and fine grains. Dominant damages of alligator cracking is 1405,749m² or 12.78% of Yogyakarta - Barongan total road section and PCI values obtained by an average of 48.2 or it means that the pavement conditions is intermediate (fair), DCP test results obtained by the value of subgrade CBR average of 15.10% and the value of representing the subgrade is 7.7%, CBR test results obtained by CBR of the field base test is 68.39%. The LHR results as much as 5849 vehicles per day. Damage repairs was done to the type, the location, and the level of the damage. If the additional coating from the analysis of additional layers thickness is done, by the age of 10 years it acquires an additional 6,4 cm thick layer.

Key words: *evaluation, damage, DCP, field CBR*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Jalan adalah salah satu prasarana transportasi darat yang digunakan untuk mendukung lalu lintas kendaraan, termasuk bangunan pelengkap yang digunakan oleh lalu lintas untuk mendukung pembangunan. Perencanaan suatu jalan merupakan hal penting yang diperlukan untuk mewujudkan konstruksi jalan yang dapat mendukung kelancaran dan kenyamanan bagi pengguna jalan.

Imogiri merupakan salah satu kecamatan yang berada di wilayah tenggara wilayah Kabupaten Bantul. Banyak tempat wisata yang berada di Kecamatan Imogiri yaitu; makam kerajaan Yogyakarta, Kebun buah Mangunan, hutan cemara dan Goa cermai. Keuntungan dari adanya tempat wisata adalah bahwa Kecamatan Imogiri merupakan daya tarik tersendiri di wilayah Jogja dan merupakan tempat jalan wilayah penghubung kota Jogja dengan pantai – pantai di wilayah GunungKidul.

Pembangunan di sektor pariwisata yang terus berkembang akan meningkatkan kebutuhan masyarakat akan pentingnya jalan yang baik sehingga mengakibatkan arus lalu lintas yang mengangkut wisatawan, kebutuhan hidup, dan barang-barang material untuk membangun wilayah selatan Bantul tersebut juga semakin padat. Salah satu contoh ruas jalan Imogiri Timur (Yogyakarta-Barongan). Menurut statusnya, ruas jalan Yogyakarta-Barongan termasuk jalan provinsi. Permasalahan yang terjadi di ruas jalan Yogyakarta-Barongan berdampak pada kondisi jalan, terutama dari segi keselamatan dan kenyamanan. Akibatnya jalan menjadi rusak karena meningkatnya beban lalu lintas pada ruas jalan tersebut yang dilewati kendaraan seperti bus pariwisata, truk pengangkut barang-barang material, truk pengangkut kebutuhan sembako, mobil pribadi dan sepeda motor yang terlalu banyak jumlahnya tersebut. Maka, perlu dilakukan evaluasi atau analisis kerusakan jalan dan untuk mencari solusi perbaikan jalan pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah.

1. Apa sajakah jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan?
2. Bagaimana kondisi perkerasan berdasarkan nilai PCI yang terjadi saat ini pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan?
3. Berapa tebal lapis tambah (*overlay*) yang diperlukan pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah.

1. Untuk mengetahui jenis dan tingkat kerusakan dengan menggunakan metode PCI pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan.
2. Untuk mengetahui kondisi perkerasan berdasarkan nilai PCI yang terjadi saat ini pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan.
3. Untuk menentukan tebal lapis tambah (*overlay*) dengan metode AASHTO (1993) pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Penelitian ini dibatasi agar dapat fokus dan tepat sasaran, batasan penelitian tersebut meliputi:

1. lokasi penelitian dilaksanakan pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan, Kabupaten Bantul, Provinsi Yogyakarta,
2. penelitian dilaksanakan dengan pengamatan, pengukuran perkerasan dan tanah dasar, dan
3. penilaian kondisi kerusakan jalan secara visual dengan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*), pengukuran kekuatan tanah dasar menggunakan metode DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dan pengukuran kekuatan lapis pondasi menggunakan CBR (*California Bearing Ratio*), Analisa perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai masukan untuk pertimbangan kepada Departemen Pekerjaan Umum Propinsi Yogyakarta dalam menentukan cara perbaikan kerusakan jalan yang terjadi.
2. Mengantisipasi kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan.
3. Menambah pengetahuan cara penanganan kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan.

1.6 LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan yang terletak pada kabupaten Bantul, Yogyakarta. Panjang ruas jalan Yogyakarta-Barongan adalah 9.800 m. Ruas jalan Yogyakarta-Barongan berfungsi sebagai jalan Kolektor 3 (K3).

Kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan sebagian besar berupa retak kulit buaya, cracking dan *ravelling*. Kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan disebabkan karena beban lalu lintas yang bertambah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan 1.2 berikut ini.



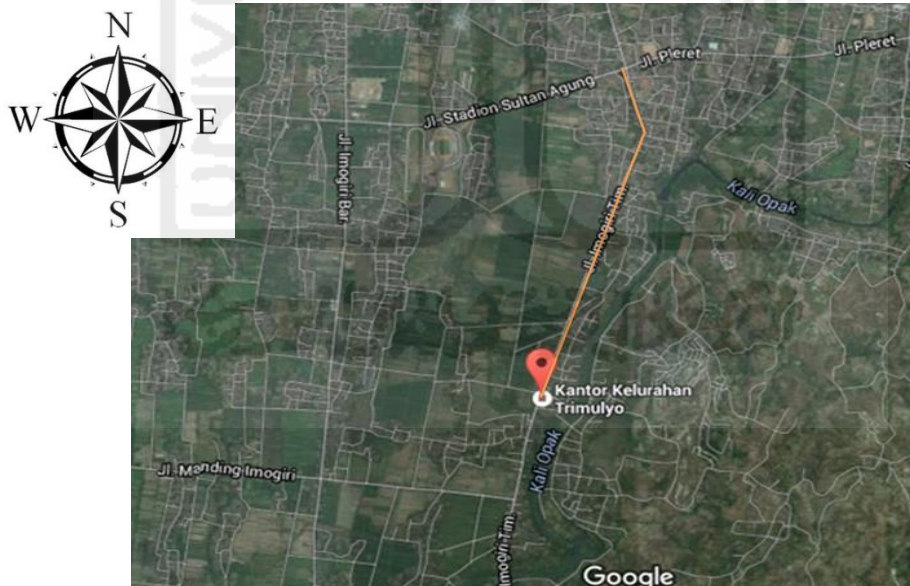
Gambar 1.1 Kerusakan Jalan Kulit Buaya dan *Ravelling*

(3/12/2016)



Gambar 1.2 Kerusakan Jalan Kulit Buaya, *Cracking* dan *Ravelling*
(3/12/2016)

Jalur yang dilewati Bus Pariwisata, truk pengangkut barang-barang material, truk pengangkut kebutuhan sembako, mobil pribadi yang terlalu banyak dan sepeda motor yang terlalu banyak seperti yang terlihat pada Gambar 1.3 dan 1.4 di bawah ini. Ruas jalan yang dijadikan lokasi penelitian adalah garis yang berwarna *orange* dan dicetak tebal.



— Lokasi Penelitian Ruas Jalan Yogyakarta-Barongan Sta. 10+800 sampai 12+800

Gambar 1.3 Peta Jalan Yogyakarta-Barongan
(Sumber : Google, 2015)



— Lokasi Penelitian Ruas Jalan Yogyakarta-Barongan

Gambar 1.4 Peta Jalan Yogyakarta-Barongan

(Sumber : Bina Marga Yogyakarta, 2015)

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 TINJAUAN UMUM

Dalam usaha membuat penelitian ilmiah diperlukan studi pustaka dalam rangkaian proses penelitian, baik sebelum, ketika atau setelah melakukan penelitian. Pembuatan studi pustaka dimaksudkan agar peneliti dapat memperoleh informasi yang relevan dengan masalah yang dibahas.

Menyusun sebuah studi pustaka sama halnya dengan menyarikan berbagai hasil penelitian terdahulu untuk mendapat gambaran tentang topik atau permasalahan yang akan diteliti sekaligus untuk menjawab berbagai tantangan yang muncul ketika memulai sebuah penelitian (Shavelson & Towne, 2002). Untuk memberikan gambaran dan memperdalam pengetahuan tentang topik dari penelitian ini maka Studi pustaka sangat penting agar penelitian menjadi seilmiah mungkin.

Berdasarkan dari bab sebelumnya telah dibahas mengenai informasi umum tentang evaluasi atau analisis kerusakan jalan provinsi yang terjadi di ruas jalan Yogyakarta-Barongan, maka pada bab studi pustaka ini akan berisi uraian secara global mengenai penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dan juga memberikan perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang.

2.2 PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian ini menggunakan tinjauan pustaka dari penelitian tentang analisis, evaluasi, dan perencanaan sebelumnya seperti karya ilmiah yang dipublikasikan melalui jurnal, skripsi, maupun disertasi terkait dengan kerusakan struktur jalan dan *kerusakan flexibel pavement*. Penelitian tersebut akan dibahas pada sub-bab berikut.

1. Evaluasi Kerusakan Struktur Perkerasan pada Ruas Jalan Semen – Ngluwar Kabupaten Magelang. Menurut hasil penelitian Eko Wiyono (2012) di lapangan, dari 52 unit segmen secara visual jenis kerusakan yang terjadi yaitu *alligator cracking, block cracking, depression, long and transversal cracking, patching, raveling & weatering, rutting*. kerusakan dominan jenis *alligator cracking* dengan luas 4068,61 m² atau 14,23% luas total ruas jalan Semen-

Ngluwar dan diperoleh nilai PCI rata-rata sebesar 50,06 atau kondisi perkerasan sedang (*fair*), nilai CBR tanah dasar rata-rata-10,33%, dan CBR yang mewakili sebesar 6%, hasil uji CBR lapangan lapis pondasi jalan tersebut didapat nilai CBR lapis pondasi 65,7%, hasil survey lalulintas di peroleh LHR sebanyak 2397 kendaraan/hari. Perbaikan kerusakan dilakukan sesuai dengan lokasi, jenis dan tingkat kerusakan. Apabila dilakukan pelapisan tambahan, dari analisis tebal lapis tambahan, dengan umur rencana 10 tahun diperoleh tebal lapis tambahan 6,4 cm.

2. Evaluasi Kerusakan Ruas Jalan Lingkar Selatan Purworejo. Menurut hasil penelitian Kurniawan D.A. (2012) di lapangan, jenis kerusakan sebagian besar pada ruas Jalan Lingkar Selatan Purworejo adalah *rutting*, *alligator crack* dan *patching*. Penyebab kerusakan jalan tersebut diantaranya adalah beban lalulintas yang berat serta yang melintasi berulang-ulang dan kurang stabilnya struktur tanah dasar (*subgrade*) yang menyebabkan terjadinya deformasi pada struktur perkerasan jalan. Peningkatan umur rencana yaitu 10 tahun menggunakan metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Metode Shell 1963 menunjukkan bahwa perkerasan dengan Metode Shell membutuhkan tebal lapis permukaan yang relatif sama dibandingkan dengan Analisa Bina Marga.

2.3 PENELITIAN SEKARANG

Berdasarkan *study literature* dari penelitian-penelitian terdahulu belum ada penelitian lebih jauh mengenai struktur jalan Yogyakarta-Barongan sehingga akan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai evaluasi kerusakan struktur serta lapis permukaan dan perbaikannya jalan, pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan. Adanya penelitian ini dilatar belakangi oleh tingginya volume lalu lintas pada jalan pada tahun 2016 dan kerusakannya sudah parah pada ruas jalan Provinsi, Yogyakarta-Barongan. Hal tersebut menyebabkan ketidaknyamanan pada saat melintasi jalan ruas jalan Yogyakarta-Barongan khususnya pada sta. 10+800 sampai sta. 12+800 dan biasanya diikuti meningkatnya angka kecelakaan pada jalan tersebut.

Data yang diperlukan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan yaitu data PCI, data CBR, data Lalulintas dan DCP. Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan data peta jalan Yogyakarta-Barongan, data jenis dan beban kendaraan dan data jalan *existing*.

Dalam penelitian ini pengujian yang akan dilakukan pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan Kabupaten Bantul, dengan panjang 2 km yang meliputi:

1. *Survey Pavement Condition Index (PCI)* yaitu survey untuk mencari kondisi perkerasan pada saat *survey* dilakukan. Metode ini dipilih sebab data yang dihasilkan dapat menentukan jenis kerusakan jalan, tingkat kerusakan jalan dan luas kerusakan. Ruas jalan sepanjang 9.800 meter yang diteliti hanya 2 km saja yaitu pada sta. 10+800 sampai sta. 12+800 dan dibagi menjadi segmen-segmen. Setiap segmen panjangnya 100 meter, lebar 5,5 meter (luas 550 m²) sesuai luasan yang disarankan sekitar 2500±100 sq.ft atau 762±305 m² (Shahin. 1994), sehingga berjumlah 20 segmen.
2. Uji *California Bearing Ratio (CBR)* lapangan pada lapis pondasi jalan, pengujian CBR bertujuan untuk mengetahui daya dukung lapis pondasi jalan. Pengujian CBR dilakukan setiap jarak ± 1000 m, sehingga untuk jarak 2 km diperlukan 3 titik pengujian.
3. Uji *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* bertujuan untuk mengetahui daya dukung tanah dasar jalan. Setiap jarak 100 meter diwakili 1 titik uji DCP, sehingga untuk jarak 2 km diperlukan 21 titik pengujian.

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis lalu lintas pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan untuk menentukan LHR jalan, analisis metode PCI yang digunakan untuk mengetahui kondisi lapis perkerasan di waktu sekarang dan analisis menghitung tebal lapis tambahan (*overlay*) dengan menggunakan AASHTO 1993 untuk memperbaiki kerusakan jalan yang timbul pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan.

Kesimpulan dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada Pemerintah Provinsi Yogyakarta khususnya Dinas Pekerjaan Umum dan Energi Sumber Daya Mineral dalam menentukan perbaikan kerusakan perkerasan jalan pada ruas jalan Yogyakarta-Barongan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 SISTEM PENILAIAN KONDISI PERKERASAN

Sistem penilaian kondisi perkerasan adalah untuk memprediksi kondisi perkerasan saat sekarang dari suatu jaringan jalan. Untuk memprediksi kondisi perkerasan dengan baik, maka suatu sistem penilaian untuk identifikasi harus digunakan. Sistem ini merupakan alat bagi personil penilai dalam melakukan penilaian kerusakan perkerasan. Terdapat beberapa sistem penilaian kondisi perkerasan, 3 (tiga) diantaranya:

1. Sistem penilaian menurut Bina Marga

Bina Marga memberikan petunjuk teknis tentang perencanaan dan penyusunan program jalan propinsi Yogyakarta-Barongan yang mencakup prosedur perencanaan umum dan penyusunan program untuk pekerjaan ringan (pemeliharaan) dan pekerjaan berat (rehabilitasi, peningkatan) pada jalan propinsi. Dalam buku petunjuk prosedur perencanaan ini, dibagi dalam 2 bagian :

Bagian A, berisi garis besar dan tujuan dari prosedur disertai dengan informasi mengenai pembagian waktu dan sumber daya yang diperlukan dalam pelaksanaannya.

Bagian B, berisi prosedur *survey* yang dibagi dalam 5 kelompok tugas antara lain: kajian ulang dan pemutahiran data base, *survey*, analisis biaya, penaksiran biaya dan persiapan program tahunan.

Berkaitan dengan *survey*, Bina Marga (1990) membagi *survey* jalan menjadi beberapa macam antara lain: *survey* penjajagan kondisi jalan, *survey* penyaringan ruas jalan, *survey* kecepatan, *survey* lalulintas, *survey* kependudukan dan *survey* hambatan lalulintas.

2. Sistem penilaian menurut *Asphalt Institute*

Dalam sistem penilaian menurut *Asphalt Institute*, sistem penilaiannya disebut *Pavement Condition Rating* (PCR) yang diperoleh dengan mengurangi nilai 100 dengan jumlah nilai kerusakan, nilai PCR berkisar antara 0-100, nilai PCR yang lebih tinggi menunjukkan kondisi perkerasan semakin bagus. Nilai pengurangan kerusakan ditentukan dari tingkat parahnya kerusakan dan kemungkinan luasnya dari setiap tipe kerusakan yang diamati setiap bagian.

3. Metode *Pavement Condition Index* (PCI)

Salah satu sistem penilaian kondisi perkerasan dinyatakan dalam Indeks Kondisi Perkerasan (*Pavement Condition Index, PCI*) yang dikembangkan oleh *U.S Army Corp of Engineer* (Shahin, 1994). *Pavement Condition Index* (PCI) adalah kualitas dari suatu lapisan permukaan perkerasan yang mengacu pada tingkat kerusakan, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan lapis perkerasan. Terdapat 3 (tiga) tingkat kerusakan (*severity level*) dalam menilai kondisi perkerasan yang digunakan dalam melakukan perhitungan PCI, yaitu *low severity level, medium severity and high severity level*.

Jenis-jenis kerusakan berdasarkan tingkat kerusakan menurut PCI khususnya pada perkerasan lentur jalan, antara lain : *Alligator cracking, bleeding, block cracking, corrugation, depression, joint reflection cracking, oil spillage, patching, polished agregat, raveling and weathering, rutting, shoving, slippage cracking, swell*.

Rentang penilaian menurut PCI antara 0 (perkerasan sangat rusak) sampai 100 (perkerasan sempurna), dengan kriteria gagal (*failed*), sangat jelek (*very poor*), buruk (*poor*) sedang (*fair*), baik (*good*), sangat baik (*very good*), dan sempurna (*excellent*).

Untuk menganalisis PCI menurut Shahin (1994), ada beberapa istilah sebagai berikut:

a. Kerapatan kerusakan (*density*)

Adalah persentase luas atau panjang total dari suatu jenis kerusakan terhadap luas atau panjang total bagian jalan yang diukur untuk dijadikan sampel, yang dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{Kerapatan (\%)} = A_d / A_s \times 100\% \quad (3.1)$$

atau

$$\text{Kerapatan (\%)} = L_d / A_s \times 100\% \quad (3.2)$$

dengan:

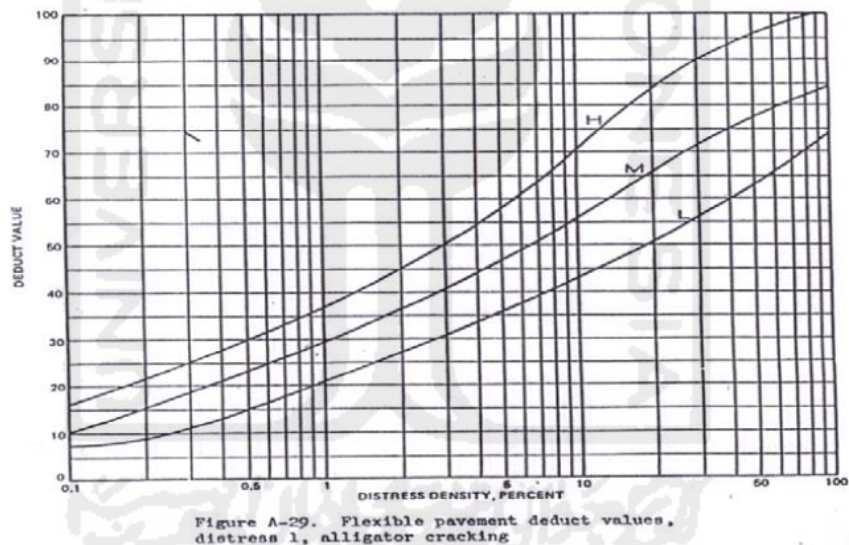
A_d = luas total satu jenis kerusakan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan (m^2 atau sq ft).

A_s = luas total unit sampel (m^2 atau sq ft).

L_d = panjang total satu jenis kerusakan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan (m atau ft).

b. Nilai pengurangan (*Deduct Value, DV*)

Adalah suatu nilai pengurangan untuk setiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan kerapatan (*density*) dan tingkat kerusakan (*severity level*) dan dibedakan atas tingkat kerusakan untuk setiap jenis kerusakan.



Gambar 3.1 Hubungan antara Kerapatan (*density*) dengan Nilai Pengurangan (*Deduct Value*)
(Sumber: Shahin, 1994)

c. Nilai Pengurangan total (*Total Deduct Value, TDV*)

Adalah nilai total dari *individual deduct value* untuk setiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang ada pada suatu unit sampel. TDV dengan menyusun nilai DV dalam nilai menurun.

Untuk menentukan jumlah pengurangan izin (*allowable number of deduct, m*) menggunakan persamaan :

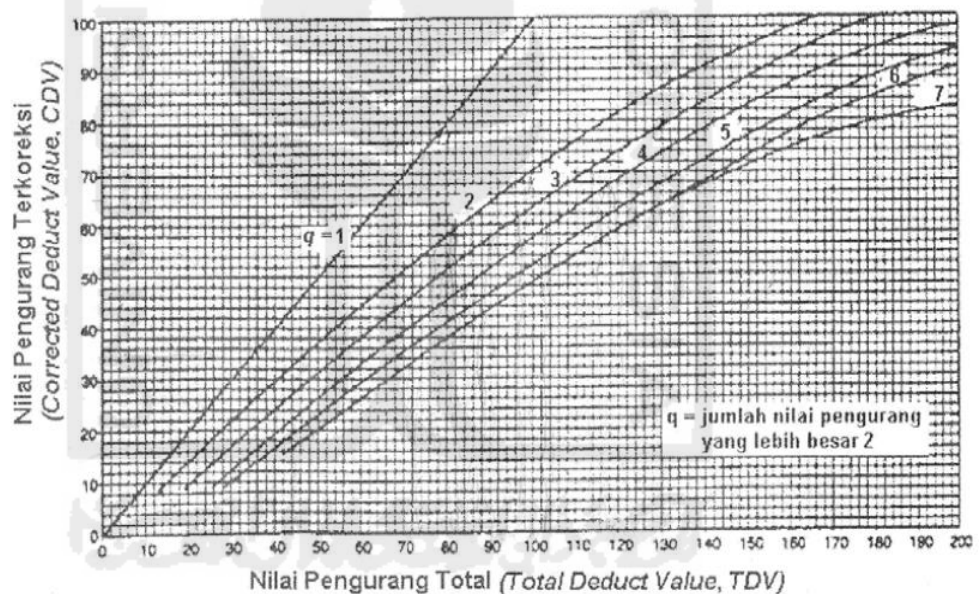
$$M = 1 + (9/98) (100 - HDVi) \quad (3.3)$$

m = jumlah pengurangan izin, termasuk pecahan, untuk unit sampel yang ditinjau.

$HDVi$ = nilai pengurangan individual tertinggi (*highest individual deduct value*) untuk sampel i .

d. Nilai pengurangan terkoreksi (*Corected Deduct Value, CDV*)

Nilai pengurangan terkoreksi atau CDV diperoleh dari kurva hubungan antara nilai pengurangan total (TDV) dan nilai pengurangan (DV) dengan memilih kurva yang sesuai. Jika nilai CDV yang diperoleh lebih kecil dari nilai pengurangan tertinggi (*highest individual deduct value, HDV*) maka CDV yang digunakan adalah nilai pengurangan individual tertinggi.



Gambar 3.2 Hubungan antara Nilai Pengurangan Total (*Total Deduct Value, TDV*) dengan Nilai Pengurangan Terkoreksi (*Corected Deduct Value, CDV*)

(Sumber: Shahin, 1994)

Setelah CDV diperoleh, PCI setiap unit sampel dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$PCIs = 100 - CDV \quad (3.4)$$

$PCIs$ = *Pavement Condition Index* setiap sampel.

CDV = *Corected Deduct Value* untuk setiap sampel.

Nilai PCI perkerasan secara keseluruhan pada ruas jalan tertentu adalah:

$$PCI_f = \frac{\sum PCI_s}{N} \quad (3.5)$$

PCI_f = nilai PCI rata-rata dari seluruh area penelitian.

PCI_s = nilai PCI untuk setiap unit sampel.

N = jumlah sampel.

e. *Rating* (PCI dan nilai kondisi, FAA, 1982; Shahin, 1994)

Adalah indeks kondisi tingkat keparahan dari perkerasan yang diperoleh setelah nilai *Pavement Condition Index* (PCI) diketahui.

Tabel 3.1 Nilai PCI dan Kondisi

Nilai PCI	Kondisi
0 – 10	Gagal (<i>failed</i>)
11 – 25	Sangat Buruk (<i>very poor</i>)
26 – 40	Buruk (<i>poor</i>)
41 – 55	Sedang (<i>fair</i>)
56 – 70	Baik (<i>good</i>)
71 – 85	Sangat baik (<i>very good</i>)
86 – 100	Sempurna (<i>excellent</i>)

Sumber: FAA (1982) dan Shahin (1994)

Jenis-jenis kerusakan berdasarkan tingkat kerusakan menurut metode PCI yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini, yang sering terjadi pada perkerasan lentur jalan, antara lain :

1) Retak kulit buaya (*Alligator cracking*)

Retak kulit buaya (*Alligator cracking*) adalah retak yang saling berhubungan dan berbentuk kulit buaya dengan kotak-kotak kecil yang teratur. Hal ini disebabkan penurunan yang berlebihan akibat tanah dasar atau lapisan di bawahnya yang tidak stabil akibat jenuh air dan akibat pembebanan yang melebihi kapasitas perkerasan.

Retak kulit buaya (*Alligator cracking*) dibedakan menjadi 3 (tiga) tingkat kerusakan (*severity level*), sebagai berikut:

a) *Low severity level* (L)

Kondisi perkerasan tergolong baik, retak rambut parallel satu sama lain.

b) *Medium severity level* (M)

Kondisi retak membentuk suatu jaringan retak dan berpola, bagian retak sedikit terbuka dan kemungkinan ada partikel yang terlepas.

c) *High severity level* (H)

Jaringan retak terbuka dan dalam, sebagian partikel pada bagian yang retak sudah terlepas.

2) Kegemukan (*bleeding*)

Kegemukan (*bleeding*) merupakan bentuk lapisan tipis pada permukaan jalan yang menimbulkan kilauan seperti kaca. Kegemukan (*bleeding*) disebabkan oleh terlalu banyaknya kadar aspal dalam campuran atau rendahnya kandungan rongga udara. Kegemukan (*bleeding*) terjadi pada waktu cuaca panas, aspal pengisi rongga dari campuran memuai naik keluar perkerasan jalan dan tidak dapat kembali lagi setelah cuaca dingin dan aspal akan tertumpuk diatas permukaan.

Kegemukan (*bleeding*) dibedakan atas tingkat kerusakan.

3) Retak blok (*blok cracking*)

Retak blok adalah retak yang disebabkan faktor muai susut aspal beton dan siklus perubahan temperatur. Retak ini saling berhubungan dan membagi permukaan perkerasan menjadi sejumlah bagian yang berbentuk empat persegi panjang.

Retak blok (*block cracking*) dibedakan atas tingkat kerusakan (*severity level*) sebagai berikut:

a) *Low severity level* (L)

Kondisi retak tertutup tanpa adanya partikel yang terlepas dengan lebar retak $< \frac{1}{4}$ inchi.

b) *Medium severity level (M)*

Kondisi retak sedikit terbuka dengan sedikit hilangnya partikel pada daerah retak dengan lebar retak $> 1/4$ inchi.

c) *High severity level (H)*

Bagian permukaan perkerasan hampir terpisah membentuk kotak-kotak dan pada jalur retak kehilangan partikel-partikel.

4) Keriting (*Corrugation*)

Keriting (*Corrugation*) merupakan tipe pergeseran plastis yang berupa gelombang melintang pada permukaan aspal. Keriting (*Corrugation*) disebabkan oleh terlalu banyaknya butiran halus pada perkerasan, kadar aspal yang berlebihan dan lapisan aspal yang kurang stabil.

Keriting (*Corrugation*) dibedakan atas tingkat kerusakan (*severity level*) sebagai berikut:

a) *Low severity level (L)*

Kondisi keriting sedikit dan tidak begitu mempengaruhi kualitas perkerasan.

b) *Medium severity level (M)*

Kondisi keriting sangat nyata dan sedikit mempengaruhi kualitas perkerasan.

c) *High severity level (H)*

Kondisi keriting sangat mencolok dan sangat mempengaruhi kualitas perkerasan terutama kurang nyaman dalam berlalulintas.

5) Ambles (*depression*)

Ambles (*depression*) adalah jenis kerusakan perkerasan dimana terjadi penurunan di daerah setempat dengan retak-retak ataupun tidak. Ambles ditandai dengan adanya genangan air pada perkerasan dan berbahaya bagi mobilitas lalulintas yang melewatinya. Hal ini disebabkan oleh beban berat pada perkerasan yang melebihi kapasitas rencana, penurunan lapisan perkerasan terbawah dan metode perencanaan yang kurang baik. Ambles (*depression*) dibedakan atas tingkat kerusakan (*severity level*) sebagai berikut:

a) *Low severity level (L)*

Kondisi penurunan hampir tidak kelihatan, kedalaman ambles $\frac{1}{2}$ – 1 inchi.

b) *Medium severity level (M)*

Kondisi penurunan kelihatan dan dapat diobservasi tetapi tidak begitu berarti, kedalaman ambles 1 – 2 inchi.

c) *High severity level (H)*

Kondisi penurunan sangat mencolok dan jelas kelihatan perbedaan elevasi pada permukaan perkerasan dan dapat diukur, kedalaman > 2 inchi.

6) Retak refleksi sambungan (*joint reflection cracking*)

Retak refleksi sambungan (*joint reflection cracking*) adalah retak yang disebabkan oleh pergerakan vertikal dan horisontal pada bagian *overlay*, kontraksi lapis perkerasan akibat perubahan temperatur dan kadar air, pergerakan tanah dasar dan kehilangan air pada *subgrade*.

Retak refleksi sambungan (*joint reflection cracking*) dibedakan atas tingkat kerusakan (*severity level*) sebagai berikut:

a) *Low severity level (L)*

Kondisi retak sedikit mengalami kerontokan partikel arau tidak sama sekali dengan lebar < $\frac{1}{4}$ inchi.

b) *Medium severity level (M)*

Kondisi retak sedikit mengalami kehilangan material (rontok) dengan lebar > $\frac{1}{4}$ inchi.

c) *High severity level (H)*

Terjadi kerontokan dan kehilangan partikel agregat pada jalur retak.

7) Retak memanjang dan melintang (*longitudinal and transverse cracking*)

Retak memanjang dan melintang adalah kerusakan yang disebabkan oleh faktor muai susut aspal pada permukaan perkerasan atau sambungan yang kurang baik. Retak ini juga disebabkan oleh konstruksi sambungan yang kurang baik.

Retak memanjang dan melintang (*longitudinal and transverse cracking*) dibedakan atas tingkat kerusakan (*severity level*) yaitu *Low serverity level (L)*, *Medium serverity level (M)* dan *High severity level (H)*.

8) *Oil spillage*

Oli spillage merupakan tumpahan minyak atau aspal pada tempat tertentu pada saat pengerjaan dan biasanya sangat kecil. *Oil spillage* tidak dibedakan atas *severity level*.

9) Tambalan (*Patching*)

Tambalan (*Patching*) adalah perbaikan pada bagian permukaan perkerasan yang bergelombang dengan cara menambal. Bahan yang dipakai untuk tambalan tersebut adalah bahan yang sama dengan bahan pembentuk perkerasan yang lama. Karena penambalan tersebut bersifat tidak monolit maka suatu saat tambalan tersebut akan lepas.

Patching dibedakan atas tingkat kerusakan (*severity level*) sebagai berikut:

a) *Low serverity level (L)*

Kondisi tambalan baik dengan elevasi yang hampir sama dengan lapis perkerasan yang sudah ada (rata).

b) *Medium serverity level (M)*

Kondisi agak buruk dan mempengaruhi kualitas perkerasan.

c) *High severity level (H)*

Kondisi tambalan sangat buruk dan perlu perbaikan kembali.

10) Agregat licin (*polished aggregate*)

Agregat licin (*polished aggregate*) adalah pengausan yang disebabkan oleh partikel agregat yang kehilangan kadar aspal dan terkikis oleh roda kendaraan secara terus menerus atau disebabkan oleh air. Agregat licin (*polished aggregate*) tidak dibedakan berdasarkan *severity level*.

11) Pelapukan dan butiran lepas (*weathering and raveling*)

Pelepasan butiran disebabkan oleh terlepasnya partikel batuan dan hilangnya bahan pengikat aspal. Bila pelepasan butiran berlanjut maka kehilangan agregat yang lebih besar akan terjadi dan akan kelihatan seperti bergigi.

Pelapukan dan butiran lepas (*weathering and raveling*) dibedakan atas tingkat kerusakan (*severity level*) sebagai berikut:

a) *Low serverity level* (L)

Bahan pengikat (aspal) pada agregat mulai habis sebagian kecil dan disertai dengan kehilangan partikel.

b) *Medium serverity level* (M)

Bahan pengikat (aspal) pada agregat sudah habis dan tekstur permukaan telah menjadi kasar disertai dengan terlepasnya partikel agregat.

c) *High serverity level* (H)

Bahan pengikat (aspal) pada agregat telah habis dan pada luasan yang cukup besar partikel agregat terlepas dan hilang, sehingga permukaan perkerasan menjadi sangat kasar dan berlubang.

12) Alur (*rutting*)

Alur (*rutting*) merupakan karakteristik yang berbentuk akibat tekanan roda kendaraan permukaan perkerasan. Pada beberapa bagian alur ini hanya kelihatan setelah turun hujan dimana air menggenangi alur tersebut. Kerusakan ini disebabkan oleh deformasi permanen dari beberapa lapisan permukaan.

Alur (*rutting*) dibedakan atas (*severity level*), sebagai berikut:

a) *Low serverity level* (L)

Dengan kedalaman alur antara $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ inchi.

b) *Medium serverity level* (M)

Dengan kedalaman alur antara $\frac{1}{2} - 1$ inchi.

c) *High serverity level* (H)

Dengan kedalaman alur antara >1 inchi.

13) Sungkur (*shoving*)

Sungkur (*shoving*) adalah suatu pergeseran plastis yang menghasilkan tonjolan setempat dari perkerasan. Hal ini disebabkan oleh lapisan aspal yang kurang stabil, kadar air yang berlebihan dan butiran halus yang terlalu banyak campuran perkerasan. Biasanya

terjadi pada daerah dimana lalu lintas mulai bergerak dan berhenti serta pada daerah sering terjadi pengereman dan tikungan tajam.

Sungkur (*shoving*) dibedakan atas tingkat kerusakan (*severity level*) sebagai berikut:

a) *Low severity level* (L)

Dalam jumlah kecil sungkur terjadi dengan sedikit berpengaruh terhadap kualitas perkerasan tanpa ada aspal perkerasan yang pecah.

b) *Medium severity level* (M)

Dalam jumlah sedang sungkur yang terjadi menyebabkan permukaan perkerasan yang cukup besar dan sedikit patah pada aspal perkerasan.

c) *High severity level* (H)

Dalam jumlah besar sungkur yang terjadi menyebabkan permukaan perkerasan menjadi sangat kasar dan terjadi patah pada aspal permukaan.

14) Retak slip/bentuk bulan sabit (*slippage cracking*)

Retak slip/bentuk bulan sabit (*slippage cracking*) adalah retak yang disebabkan oleh pengereman dan putaran roda yang mengakibatkan permukaan perkerasan meluncur dan berubah bentuk. Hal ini terjadi jika desain campuran perkerasan memiliki kekuatan yang kecil atau tekanan yang lemah antara lapis permukaan dengan lapisan dibawahnya dari struktur perkerasan. Retak slip tidak dibedakan atas *severity level*.

15) Pengembangan (*swell*)

Pengembangan (*swell*) adalah kerusakan setempat akibat perpindahan perkerasan sehubungan dengan pengembangan subgrade atau bagian struktur perkerasan. Penyebabnya adalah lapisan bawah perkerasan atau tanah dasar yang mengembang.

Pengembangan (*swell*) dibedakan atas tingkat kerusakan (*severity level*) sebagai berikut:

a) *Low severity level* (L)

Pengembangan kecil dan tidak begitu mempengaruhi kualitas perkerasan.

b) *Meidium severity level (M)*

Pengembangan kelihatan nyata dan sedikit mempengaruhi kualitas perkerasan.

c) *High severity level (H)*

Pengembangan kelihatan sangat mencolok dan sangat mempengaruhi kualitas perkerasan sehingga sangat mengganggu kenyamanan lalu lintas.

3.2 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Uji CBR dilakukan untuk mengukur ketahanan penetrasi tanah dan membandingkannya dengan nilai standar yang diperoleh dari pengujian CBR pada batu pecah. Bergantung dengan keperluannya, uji CBR dapat dilakukan baik di laboratorium maupun di lapangan. Pengujian CBR di laboratorium dilakukan pada benda uji tanah yang akan digunakan di lapangan. Benda uji material tertentu yang dipadatkan diuji dalam mould CBR untuk menentukan nilai CBR-nya. Uji CBR lapangan dilakukan untuk menentukan nilai CBR di area proyek pada tanah asli atau pada tanah yang telah dipadatkan. Pengujian CBR lapangan dimaksudkan untuk mendapatkan nilai CBR langsung di tempat (*in place*) yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan maupun lapis tambah perkerasan (*over lay*).

Untuk memperoleh nilai CBR, dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{CBR} = \frac{\text{PT}}{\text{PS}} \times 100\% \quad (3.6)$$

PT = beban percobaan (*test load*)

PS = beban standar (*standard load*)

Metode ini awalnya diciptakan oleh O.J. Poter kemudian dikembangkan oleh *California State Highway Departement*, kemudian dikembangkan dan dimodifikasi oleh Corps insinyur-insinyur tentara Amerika Serikat (*U.S Army Corps of Engineers*, 2001). Metode ini mengkombinasikan percobaan pembebanan penetrasi di laboratorium atau di lapangan dengan rencana empiris untuk menentukan tebal lapis perkerasan. Hal ini digunakan sebagai metode perencanaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) suatu jalan. Tebal suatu bagian perkerasan ditentukan oleh nilai CBR.

Adapun besarnya beban standar untuk berbagai kedalaman penetrasi adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Kedalaman Penetrasi dan Tekanan Standar

Penetrasi		Beban Standar (P)	
in	mm	(lb)	(kN)
0,1	2,5	3000	13,345
0,2	5,0	4500	20,017
0,3	7,5	5700	25,355
0,4	10,0	6900	30,693
0,5	12,5	7800	34,696

Sumber: ASTM D- (1883)

Untuk memperoleh nilai CBR pada penetrasi piston tertentu sebagai berikut:

1. Untuk penetrasi 0,1” :

$$CBR_{0,1''} (\%) = (P/3000) * 100 \quad (3.6.a)$$

2. Untuk penetrasi 0,2” :

$$CBR_{0,2''} (\%) = (P/4500) * 100 \quad (3.6.b)$$

CBR yang digunakan adalah CBR dengan penetrasi 0,1 in, karena nilai CBR pada penetrasi tersebut umumnya lebih besar dari pada penetrasi 0,2 in, sehingga CBR umumnya berkurang bila penetrasi bertambah. Jika nilai CBR pada penetrasi 0,2 in lebih besar, maka pengujian diulang. Namun, bila pada penetrasi 0,2 in tersebut tetap diperoleh nilai CBR lebih besar, maka nilai CBR inilah yang digunakan.

3.3 UJI PENETROMETER KERUCUT DINAMIS (*DYNAMIC CONE PENETROMETER, DCP*)

Pendugaan dinamis atau dikenal dengan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dikembangkan oleh TRRL (*Transport and Road Research Laboratory*), Crowthome Berkshire, Inggris. Pada awalnya untuk menentukan profil kekuatan perkerasan fleksibel namun kemudian digunakan juga untuk menentukan kekuatan tanah. Uji DCP telah digunakan untuk mengukur nilai CBR dimana material yang diuji tidak bisa digali untuk lubang uji (*test pit*). Alat ini digunakan untuk

menentukan kekuatan material di bawah permukaan dan dapat mengukur kekuatan tanah dengan nilai CBR secara pendekatan kasar.

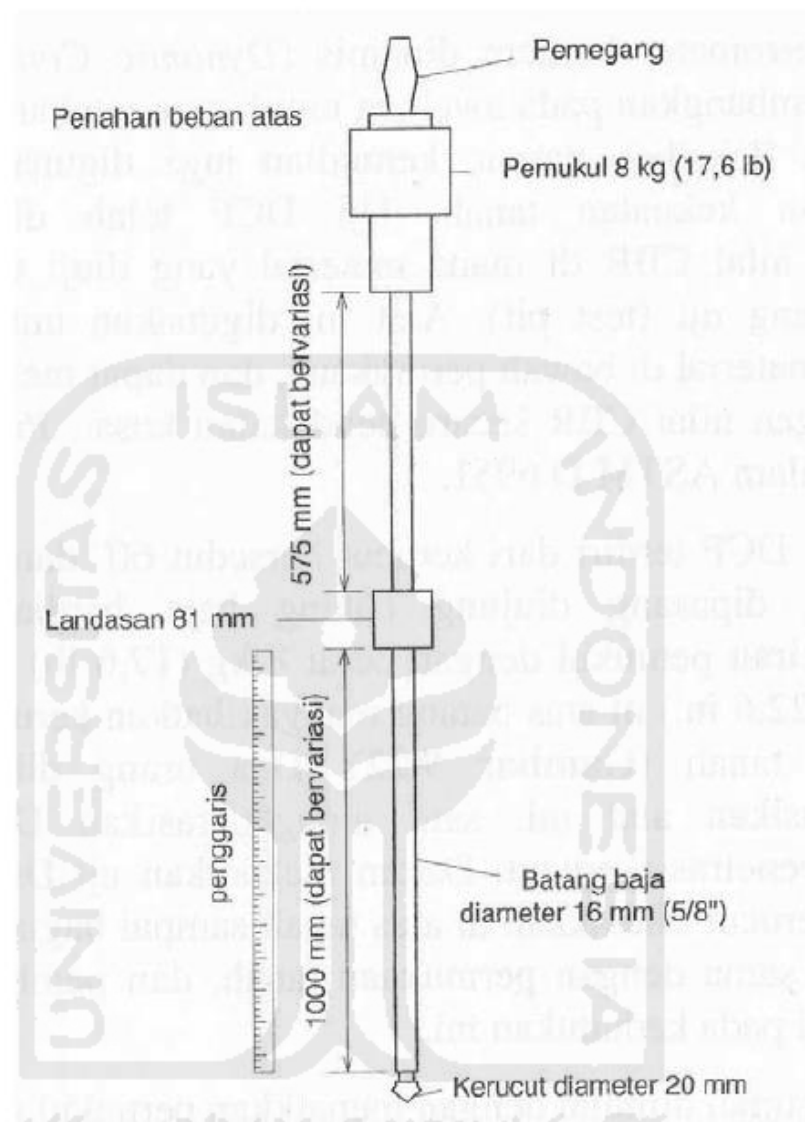
Umumnya alat ini digunakan untuk sebagai berikut ini (Hendarsin, 2003):

1. Mengetahui ketebalan lapisan dangkal tanah lunak atau kedalaman sampai batuan.
2. Mengukur (dengan cepat) sifat-sifat struktur jalan yang sudah ada (*existing*) dengan konstruksi lapisan perkerasan jalan raya yang materialnya lepas (tak terikat).
3. Menentukan daya dukung tanah dangkal secara cepat pada perencanaan perkerasan jalan.

Alat DCP ini dapat mengukur sedalam 80 cm secara menerus, bila perlu dapat diperdalam dengan menyambung tangkai sampai kedalaman maksimum 120 cm. Peralatan DCP dari TRRL yaitu memakai palu (*weight dropping*) seberat 8 kg yang dijatuhkan setinggi 57,5 cm dan konus kerucut berdiameter 20 mm bersudut 60° yang dipasang pada ujung batang baja berdiameter 16 mm sehingga panjang total 1935 mm.

Menurut Hardiyanto (2011), uji DCP sangat mudah dilakukan dan cocok digunakan pada material dengan nilai CBR sampai 80%. Alat ini memiliki kelebihan, antara lain mudah dioperasikan, praktis, cepat dan mudah dibawa-bawa.

Berikut alat DCP yang ditunjukkan pada gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3 *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)

(Sumber: Hardiyanto, 2011)

Adapun kelemahan alat ini adalah yang didapat relatif kasar jika dibandingkan dengan alat lain. Potensi kesalahan dalam melakukan uji DCP adalah.

1. Ujung kerucut telah tumpul atau berubah bentuk.
2. Alat tidak ditahan vertikal saat digunakan.
3. Ketinggian jatuhnya pemberat tidak dijaga.
4. Salah dalam menghitung jumlah pukulan.
5. Kedalaman penetrasi tidak diukur secara tepat.

Keuntungan penggunaan DCP, antara lain.

1. Mudah cara pengoperasiannya.
2. Operasi alat hanya membutuhkan 1 – 2 orang saja.
3. Alat yang sederhana, murah dan ringan bebannya.
4. Dapat diperoleh data tanah di sembarang kedalaman.
5. Dapat digunakan dalam lubang bor inti (*core hole*) yang dibuat pada perkerasan ekisting.

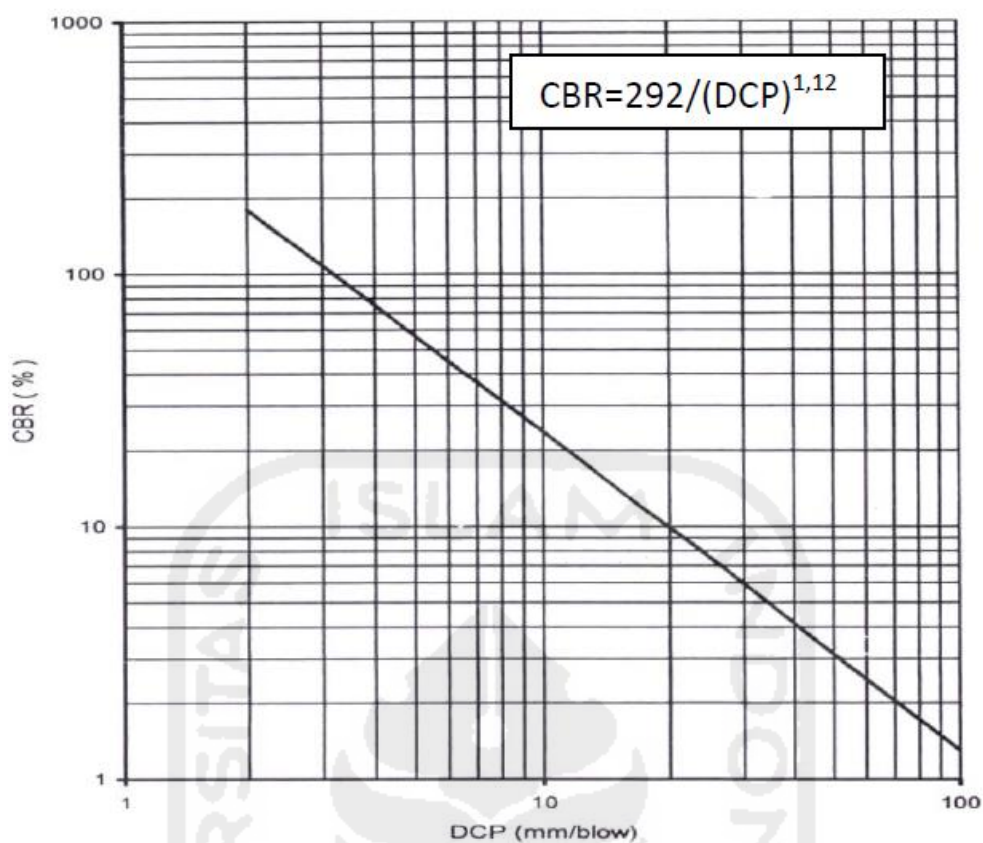
Kerugian alat DCP, antara lain.

1. Tidak diperoleh contoh tanah.
2. Hasil yang diperoleh mempunyai variasi ketidaktentuan tinggi di dalam tanah berkerikil.
3. Pengukuran hanya sebatas kedalaman 1 meter saja.
4. Alat DCP yang disambung-sambung mudah mengalami kerusakan akibat benturan pemukul, sehingga harus sering membutuhkan perbaikan.

Variabel hasil pengujian yang diperoleh dapat dikorelasikan dengan nilai CBR sehingga hasil akhir dari uji DCP ditampilkan sebagai nilai CBR, yang dapat digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan jalan.

Hubungan CBR dan DCP yang disarankan oleh Webster (1994), dalam Hardiyatmo (2011) seperti persamaan 3.7(pada tanah lempung plastisitas tinggi) dan gambar 3.4(untuk kerikil, pasir dan lanau) sebagai berikut:

$$CBR = \frac{1}{(0,002871DCP)} \quad (3.7)$$



Gambar 3.4 Hubungan antara DCP dengan CBR

(Sumber: Hardiyanto, 2011)

Untuk menentukan nilai CBR yang mewakili, prosedurnya sebagai berikut.

1. Menentukan CBR yang paling rendah,
2. Menentukan banyaknya nilai CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR, kemudian disusun secara tabularis mulai dari nilai CBR terkecil sampai yang paling besar,
3. Angka terbanyak dinyatakan 100%, angka lainnya merupakan persentasenya,
4. Dibuat grafik hubungan antara nilai CBR dengan persentase jumlah tersebut, dan
5. Nilai CBR yang mewakili di peroleh dari grafik dengan persentase 100% untuk jalan yang sudah ada dan 90% pada jalan baru.

3.4 VOLUME LALULINTAS

Volume lalulintas adalah jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam atau menit). Lalulintas harian rata-rata (LHR) adalah volume lalulintas rata-rata dalam satu hari.

Dalam memperoleh data volume lalulintas tersebut digunakan rumusan Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) yaitu jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dibagi dengan lama pengamatan (Departemen Pekerjaan Umum, 2009).

Jenis kendaraan yang diamati yaitu:

1. Sepeda motor,
2. Sedan, jeep dan station wagon.
3. Opelet, suburban, combi,
4. Pick-up, mobil hantaran, box
5. Bus kecil
6. Bus besar
7. Truk 2 sumbu
8. Truk 3 sumbu
9. Truk gandengan
10. Truk semi trailer

Survey lalulintas dilakukan pada lokasi pos sebagai berikut:

1. Lokasi pos harus mempunyai jarak pandang yang cukup untuk kedua arah, sehingga memungkinkan pencatatan kendaraan dengan mudah dan jelas.
2. Lokasi pos tidak boleh ditempatkan pada persilangan jalan.

Untuk memperoleh data volume Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) yaitu jumlah lalulintas yang diperoleh selama pengamatan dibandingkan dengan lamanya pengamatan.

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah lalulintas selama pengamatan}}{\text{Lama pengamatan}} \quad (3.8)$$

LHR = Lalulintas harian rata-rata

3.5 PERANCANGAN TEBAL PELAPISAN (*OVERLAY*) PERKERASAN LENTUR SESUAI AASHTO 1993

Pada perancangan pelapisan (*overlay*), harus dilakukan evaluasi terhadap perancangan struktur perkerasan awal dan tebal perancangan pelapisan ulang (*overlay*), yang akan dilaksanakan selama periode analisis pelayanan perkerasan secara total. Evaluasi perkerasan lentur dengan metode AASHTO (1993) (*American Assosiation of State Highway and Transpotation Official*) harus memperhatikan parameter – parameter sebagai berikut:

1. *Reliability* (R)

Reliability (R) menyatakan kemungkinan kondisi perkerasan yang dirancang masih tetap memuaskan selama masa layan. Nilai *reliability* (R) berkisar antara 50% sampai 99,9% menurut AASTHO merupakan tingkat keandalan desain intuk mengatasi dan mengakomodasi kemungkinan melesetnya besaran-besaran desain yang dipakai. Semakin tinggi nilai *reliability* (R), maka semakin tinggi kemungkinan terjadinya selisih antara hasil rancangan dan kenyataan. Kisaran nilai standar deviasi menyeluruh (*overall standard deviation, S₀*).

Untuk perkerasan lentur (aspal) $S_0 = 0,4 - 0,5$ (disarankan $S_0 = 0,45$). Besarnya nilai *reliability* (R) dan *standard normal deviation* (Z_R) ditunjukkan dalam tabel 3.3 dan 3.4 (AASHTO, 1993).

2. *Serviceability*

Serviceability merupakan tingkat pelayanan yang diberikan oleh sistem perkerasan yang kemudian dirasakan oleh pengguna jalan selama masa layan rencana. Untuk *serviceability* ini parameter utama yang dipertimbangkan adalah nilai *Present Serviceability Index* (PSI). Kinerja perkerasan diprediksi pada indeks rancangan kemampuan layan akhir (*terminal serviceability*) $P_t = 2,5$ (untuk jalan raya utama), $P_t = 2,0$ (untuk lalu lintas rendah) dan indeks rancangan kemampuan layan awal (*initialserviceability*) $P_0 = 4,2$ (bekisar 0 – 5). *Failure serviceability* $P_t = 1,5$ (perkerasan rusak dan tidak dapat dilewati), kehilangan kemampuan layan (*Serviceability loss, ΔPSI*) dan roughness rancangan dipakai nilai terendah dari jenis lapis perkerasan rancangan.

$$\Delta PSI = P_0 - P_t \quad (3.9)$$

Tabel 3.3 Nilai *Reliability* (R)

Tipe Jalan	Perkotaan (<i>urban</i>)	Pedesaan (<i>rural</i>)
Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>)	90 – 99,9	85 – 99,9
Utama	85 – 99	80 – 95
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber: AASHTO (1993)

Tabel 3.4 Hubungan antara R dengan Z_R (AASHTO, 1993)

R (%)	Z	R (%)	Z_R
50	0,000	93	-1,476
60	-0,253	94	-,1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327
91	-1,340	99,9	-3,090
92	-1,405	99,99	-3,750

Sumber: AASHTO (1993)

3. Lalulintas

Prosedur perencanaan untuk parameter lalulintas didasarkan pada beban gandar ekivalen (*equivalent standard axle load*). Perhitungan untuk ESAL ini didasarkan pada konversi lalulintas yang lewat terhadap beban gandar standar 8,16 ton (18.000 lbs) dan memperhitungkan umur rencana, lalulintas harian rata-rata, *vehicle damage factor* (VDF), faktor distribusi arah, faktor distribusi lajur, serta faktor pertumbuhan lalulintas (*growth factor*).

a. Umur rencana

Umur rencana merupakan waktu dalam tahun dihitung sejak perkerasan (jalan) dibuka untuk lalulintas sampai saat diperlukan perbaikan berat.

Penetapan umur rencana pada perkerasan lentur umumnya berkisar antara 5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun.

b. Lalulintas harian rata-rata

Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) merupakan jumlah rata-rata lalulintas kendaraan bermotor beroda empat atau lebih yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan. LHR setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median. LHR ditentukan dengan persamaan:

$$\text{LHR} = \text{LHR}_j \cdot (1 + i)^n \quad (3.10)$$

dengan : LHR_j = LHR untuk masing-masing jenis kendaraan
 i = faktor pertumbuhan lalu lintas rata-rata
 n = umur rencana

c. *Vehicle Damage Factor* (VDF)

Vehicle Damage Factor (VDF) dapat dihitung dan dapat dinyatakan sebagai faktor ekuivalen relatif terhadap beban gandar tunggal standar 18 kip (80 kN; 8,16 ton), jika beban gandar tidak 18 kip atau terdiri dari gambar tandem atau tridem, maka bebannya harus dikonversikan kedalam 18 kip (8,16 ton), yaitu dengan menggunakan faktor beban gandar ekuivalen (*equivalent axle load factor*, E). Faktor ekuivalen beban gandar (E) dari suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban kendaraan sumbu tunggal terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar kendaraan sumbu tunggal sebesar 18 kip atau 8,16 ton. Untuk menghitung *Vehicle damage factor* (VDF), maka faktor ekuivalen beban gandar (E) dihitung dengan persamaan (AASHTO, 1993):

$$E = \left[\frac{\text{Beban pada grup gandar}}{\text{Beban yang sesuai dengan tabel 3.5}} \right]^n \quad (3.11)$$

Umumnya, bila jumlah beban gandar yang menyebabkan kerusakan yang sama, dinyatakan dalam beban gandar standar ekuivalen (ESAL), maka *n* diambil sama dengan 4. Persamaan tersebut, nilainya akan bervariasi yang

tergantung pada SN dan Pt (untuk perkerasan lentur), serta tebal pelat beton (D) dan Pt (untuk perkerasan kaku).

Tabel 3.5 Beban Gandar Mengakibatkan Kerusakan yang sama
(Austroads, 1992)

Konfigurasi Gandar	Beban (kN)
Gandar tunggal roda tunggal	53
Gandar tunggal roda dobel	80
Gandar dobel roda dobel	135
Gandar tridem roda dobel	181

Sumber: AASHTO (1993)

Kendaraan dengan beberapa konfigurasi bebam sumbu, nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) yang dicontohkan oleh Suryawan (2009) dapat dilihat pada tabel 3.6 atau 3.7

Tabel 3.6 Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

Beban sumbu (ton)	Ekuivalen beban sumbu kendaraan (E)			
	STRT	STRG	SDRG	STrRG
1	0,00118	0,00023	0,00003	0,00001
2	0,01882	0,00361	0,00045	0,00014
3	0,09526	0,01827	0,00226	0,00070
4	0,30107	0,05774	0,00714	0,00221
5	0,73503	0,14097	0,01743	0,00539
6	1,52416	0,29231	0,03615	0,01118
7	2,82369	0,54154	0,06698	0,02072
8	4,81709	0,92385	0,11426	0,03535
9	7,71605	1,47982	0,18302	0,05662
10	11,76048	2,25548	0,27895	0,08630
11	17,21852	3,30225	0,40841	0,12635
12	24,38653	4,67697	0,57843	0,17895
13	33,58910	6,44188	0,79671	0,24648
14	45,17905	8,66466	1,07161	0,33153
15	59,53742	11,41838	1,41218	0,43690
16	77,07347	14,78153	1,82813	0,56558
17	98,22469	18,83801	2,32982	0,72079
18	123,45679	23,67715	2,92830	0,90595
19	153,26372	29,39367	3,63530	1,12468
20	188,16764	36,08771	4,46320	1,38081

STRT : Sumbu Tunggal Roda Tunggal

STRG : Sumbu Tunggal Roda Ganda

SDRG : Sumbu Dual Roda Ganda

STrRG : Sumbu Triple Roda Ganda

(Sumber: Pd T-05-2005-B)

Tabel 3.7 *Vehicle Damage Factor (VDF)* (Pedoman Teknis No. Pd. T-19-2004-B)

No	Tipe kendaraan dan golongan			Nilai VDF
1	Sedan, jeep, st. Wagon	2	1,1	0,0005
2	Pelet, pick-up opelet, sub-urban, combi, minibus	3	1,2	0,2174
3	Pick-up, micro truk, dan mobil hantaran	4	1,2	0,2174
4	Bus kecil	5a	1,2	0,2174
5	Bus besar	5b	1,2	0,3006
6	Truk ringan 2 as (4 roda)	6a	1,1	0,1850
7	Truk sedang 2 as (6 roda)	6b	1,2H	2,4159
8	Truk 3 as	7a	1,2.2	2,7416
9	Truk 4 as, truk gandengan	7b	1,2+2,2	3,9083
10	Truk 5 as semitrailer	7c	1,2.2+2,2	4,1718

d. Faktor distribusi arah (D_D) dan faktor distribusi lajur (D_L)

Faktor distribusi arah (D_D) mempunyai nilai bekisar antara 0,3-0,7 dan umumnya diambil 0,5 menurut AASHTO, sedangkan nilai faktor distribusi lajur (D_L) mengacu pada tabel 3.8.

Persamaan umum *design traffic* ($ESAL = Equivalent Single Axle Load$) seperti pada persamaan:

$$W_{18} = \sum_{j=1}^n LHR_j \times VDF_j \times D_D \times D_L \times 365 \quad (3.12)$$

Dengan :

W_{18} = *traffic design* pada lajur lalu lintas, *ESAL*.

LHR_j = jumlah lalu lintas harian rata-rata 2 arah untuk jenis kendaraan j .

D_D = faktor distribusi arah.

D_L = faktor distribusi lajur.

n = umur rencana

i = perkembangan lalu lintas i (%)

Tabel 3.8 Faktor Distribusi Lajur (AASHTO, 1993)

Jumlah lajur setiap arah	D _L (%)
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Sumber: AASHTO (1993)

Faktor pertumbuhan lalulintas (R), dinyatakan dengan persamaan:

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (3.13)$$

dengan:

i = persen pertumbuhan lalulintas per tahun

n = umur rencana atau periode analisis

4. Modulus *Resilient* (M_R)

- a. Nilai Modulus *Resilient* (M_R) dapat diperoleh dari hasil uji laboratorium, atau estimasi dapat diperoleh dari Persamaan:

$$M_R = 1500 \times \text{CBR (psi)} \quad (3.14)$$

- b. Cara lain dapat dilakukan dengan estimasi dari nilai-R (R-value) menggunakan hubungan pada Persamaan 3.15a, 3.15b.

$$M_R = 8 + 3,8 (\text{R-value}) \quad (\text{MPa}) \quad (3.15a)$$

$$M_R = 1155 + 555 (\text{R-value}) \quad (\text{psi}) \quad (3.15b)$$

Dimana nilai R (*soil resistance value*) didapat dari uji laboratorium.

5. *Structural Number* (SN)

Penentuan tebal lapis perkerasan lentur dilakukan dengan terlebih dulu menentukan nilai *Structural Number* (SN), dinyatakan dalam persamaan :

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 9,36b \log_{10}(\text{SN}+1) - 0,2 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4,2-1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(\text{SN}+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10} M_R - 8,07 \quad (3.16)$$

dengan :	W_{18}	= jumlah beban ekivalen (ESAL)
	Z_R	= standar deviasi normal
	S_0	= standar deviasi menyeluruh
	ΔPSI	= perbedaan antara kemampuan layan awal (p_0) dan indeks kemampuan layan akhrit (p_i)
	M_r	= modulus <i>resilient</i> tanah-dasar (psi)
	SN	= angka struktural

Dalam menentukan tebal lapisan perkerasan lentur dapat menggunakan nomogram untuk menentukan *Structural Number* (SN) ditunjukan dalam Gambar 3.5.

Structural Number (SN) merupakan fungsi dari ketebalan lapisan (*layer thicknesses*), koefisien relatif lapisan (*layer coefficient*), dan koefisien drainase (*darainage coefficients*). Kondisi drainase yang mempengaruhi kekuatan lapis pondasi atas dan pondasi bawah diperhitungkan. Nilai-nilai tebal lapisan minimum campuran aspal dan lapis pondasi menurut AASHTO (1993) ditunjukan dalam tabel 3.9, klasifikasi kualitas drainase dalam tabel 3.10, koefisien lapisan ditunjukkan dalam tabel 3.11, serta dan nilai koefisien drainase ditunjukkan dalam tabel 3.13 (AASHTO, 1993). Persamaan untuk *Structural Number* adalah sebagai berikut:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_1 D_1 m_3 \quad (3.17)$$

dengan : a_1, a_2, a_3 = koefisien masing-masing lapisan.

D_1, D_2, D_3 = ketebalan masing-masing lapisan.

m_2, m_3 = koefisien drainase masing-masing lapisan.

Tebal masing-masing lapisan dapat dihitung dengan syarat sebagai berikut:

$$SN_1^* \leq a_1 D_1^*$$

$$D_1^* \geq \frac{SN_1^*}{a_1}$$

$$SN_2^* \leq SN_1^* + a_1 D_2^* m_2$$

$$D_2^* \geq \frac{SN_2^* - SN_1^*}{a_2 m_2}$$

$$D_3^* \geq \frac{SN_3^* (SN_2^* + SN_1^*)}{a_3 m_3}$$

Keterangan : tanda * menunjukkan bahwa nilai – nilai yang dipilih harus sama atau lebih besar dari nilai yang disyaratkan (*structural number* atau tebal minimum).

6. Koefisien lapisan (a_1) dan koefisien drainase (m)

Koefisien lapisan material (a) menyatakan hubungan empiris antara *structural number* (SN) untuk suatu struktur perkerasan dengan tebal lapisan, yang menyatakan kemampuan relatif dari suatu material agar berfungsi sebagai komponen struktural dari perkerasan (Yoder dan Witczack, 1975). Koefisien lapisan material yang direkomendasikan oleh AASHTO, ditunjukkan Tabel 3.10.

Koefisien drainase (m), menurut AASHTO ada dua variabel untuk menentukan nilai koefisien drainase.

- a. Variabel pertama : mutu drainase, dengan variasi *excellent, good, fair, poor, very poor*. Mutu ini ditentukan oleh berapa lama air dapat dibebaskan dari pondasi perkerasan.
- b. Variabel kedua : persentasi struktur perkerasan dalam satu tahun terkena air sampai tingkat mendekati jenuh air (*saturated*), dengan variasi $<1\%$, $1-5\%$, $5-25\%$ $> 25\%$.

Penetapan variabel pertama mengacu pada Tabel 3.11 dan dengan pendekatan sebagai berikut:

- a. Air hujan atau air dari atas permukaan jalan yang akan masuk kedalam pondasi jalan.
- b. Air dari samping jalan yang kemungkinan akan masuk ke pondasi jalan, inipun relatif kecil terjadi, juga muka air yang tinggi di bawah tanah dasar.
- c. Pendekatan dengan lama dan frekuensi hujan, yang rata-rata terjadi hujan selama 3 jam per hari (atau kurang) dan jarang sekali terjadi hujan terus menerus selama 1 minggu.

Berdasarkan penetapan di atas, maka penentuan waktu 3 jam (bahkan kurang bila memperhatikan butir b) dapat diambil sebagai pendekatan dalam penentuan kualitas drainase, sehingga pemilihan mutu drainase adalah bekisar “baik” dengan pertimbangan air yang mungkin masih akan masuk, kualitas drainase diambil katego “sedang”.

Penetapan variabel persen perkerasan terkena air, penetapan variabel kedua yaitu persen struktur perkerasan dalam 1 tahun terkena air sampai tingkat jenuh. Persen struktur perkerasan dalam 1 tahun terkena air dapat dilakukan pendekatan dengan asumsi sebagai berikut:

$$P_{\text{heff}} = \frac{T_{\text{jam}}}{24} \times \frac{T_{\text{hari}}}{365} \times W_L \times 100 \quad (3.19)$$

dengan : P_{heff} = persen harian efektif hujan dalam setahun yang akan berpengaruh terkenanya perkerasan (%).

T_{jam} = rata-rata hujan per hari (jam)

T_{hari} = rata-rata hujan per tahun (hari).

W_L = faktor air hujan yang akan masuk ke pondasi jalan (%)
= 100 - C

C = koefisien pengaliran (Tabel 3.12)

Selanjutnya nilai-nilai koefisien drainase (m) yang direkomendasikan AASHTO mengacu pada Tabel 3.13.

Tabel 3.9 Tebal Minimum Lapisan (AASHTO, 1993)

ESAL	Campuran Aspal (in)	Agregat Pondasi (in)
<50.000	1,0 (atau perawatan permukaan)	4,0
50.001 – 150.000	2,0	4,0
150.-001 – 500.000	2,5	4,0
500.001 – 2.000.000	3,0	6,0
2.000.001 – 7.000.000	3,5	6,0
> 7.000.000	4,0	6,0

Tabel 3.10 Koefisien Lapisan Material (a_i)(AASHTO dalam Lavin, 2003)

Tipe Material	a_1 (1/inchi)
Lapis permukaan (surface course), koefisien a_1 :	
Campuran aspal panas gradasi padat	0,44
Aspal pasir	0,40
Campuran dipakai ulang (<i>recycled</i>) ditempat	0,20
Campuran dipakai ulang olah pabrik	0,40(0,40-0,44)
Lapis pondasi (<i>base course</i>), koefisien a_2 :	
Batu pecah	0,14 (0,08-0,14)
Kerikil berpasir	0,07
Pondasi pozolanik	0,28 (0,25-0,30)
Pondasi dirawat kapur (lime treated base)	0,22 (0,15-0,30)
Pondasi dirawat semen (cement treated base)	0,27
Tanah – semen (soil-cement)	0,20
Pondasi dirawat aspal, gradasi kasar	0,34
Pondasi dirawat aspal, gradasi pasir	0,30
Campuran dipakai ulang (<i>recycled</i>) diolah di tempat	0,20
Campuran dipakai ulang (<i>recycled</i>) diolah di pabrik	0,40 (0,40-0,44)
Campuran aspal panas gradasi padat	0,44
Lapis pondasi bawah (<i>subbase</i>) , koefisien a_3:	
Kerikil berpasir	0,11
Lempung berpasir	0,08 (0,05-0,10)
Tanah dirawat kapur	0,11
Lempung dirawat kapur	0,16 (0,14-0,18)
Batu pecah	0,14 (0,08-0,14)

Sumber: AASHTO (1993)

Tabel 3.11 Kuantitas Drainase

Kualitas Drainase	Air tersingkir dalam waktu
Sempurna/ <i>excellent</i>	2 jam
Baik/ <i>good</i>	1 hari
Sedang/ <i>fair</i>	1 minggu
Buruk/ <i>poor</i>	1 bulan
Sangat buruk/ <i>very poor</i>	Air tidak mengalir

Sumber: AASHTO (1993)

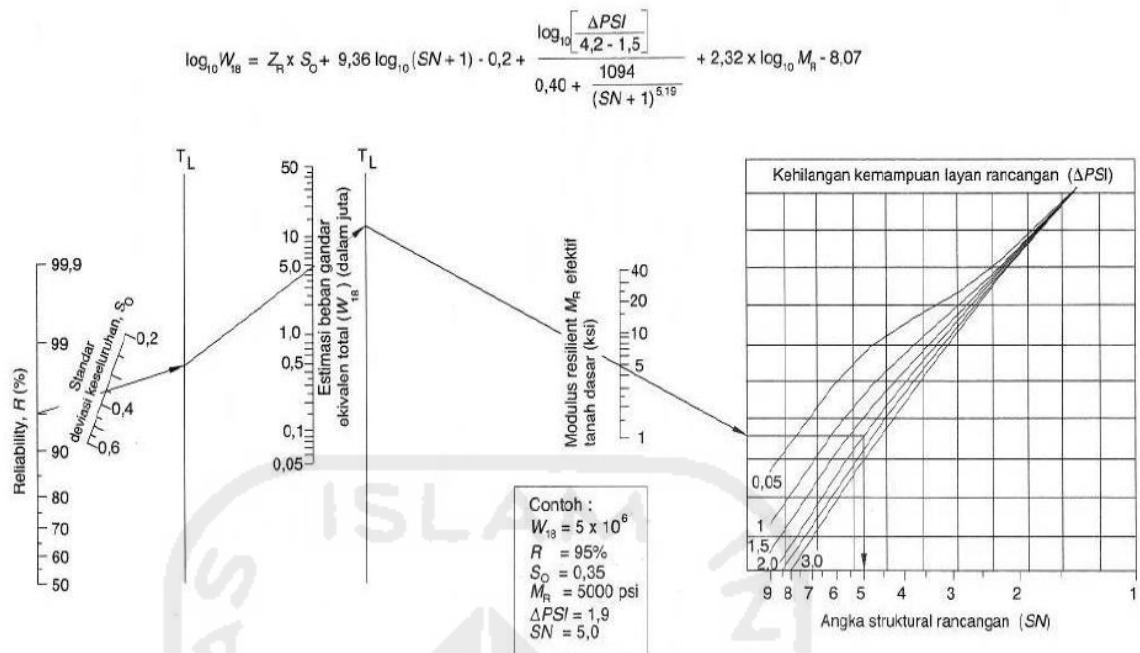
Tabel 3.12 Koefisien Pengaliran (C)(Bina Marga, Dep. PU, 1990)

No.	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95
2	Bahu jalan:	
	❖ Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65
	❖ Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20
	❖ Batuan masif keras	0,70 – 0,85
	❖ Batuan masif lunak	0,60 – 0,75

Tabel 3.13 Koefisien Drainase (m) yang Direkomendasikan (AASHTO,1993)

Kualitas drainase	Waktu air hilang	Persen waktu struktur perkerasan terbuka terhadap kelembaban yang menuju ke kondisi jenuh			
		< 1%	1 - 5%	5 – 25%	> 25%
Baik sekali (<i>excellent</i>)	2 jam	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,20
Baik (<i>good</i>)	24 jam	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,00
Sedang (<i>fair</i>)	1 minggu	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,80
Buruk (<i>poor</i>)	4 minggu	1,15-1,05	1,05-0,8	0,80-0,60	0,60
Sangat buruk (<i>very poor</i>)	Air tidak mengalir	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,40

Sumber: AASHTO (1993)



Gambar 3.5 Nomogram untuk menentukan SN Perkerasan Lentur

(Sumber: AASHTO,1993)

7. Menentukan Tebal Lapis Perkerasan Tambahan (*Overlay*)

Tebal perkerasan tambahan (*overlay*) yang disyaratkan oleh AASHTO dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$SN_{01} = a_{01} \times D_{01} = SN - SN_{\text{eff}} \quad (3.20)$$

dengan:

SN_{01} = angka struktural lapis tambahanyang dibutuhkan.

a_{01} = koefisien lapisan untuk lapis tambahan.

D_{01} = tebal lapis tambahan yang dibutuhkan, in

SN = angka struktural lapis tambahan yang dibutuhkan agar memenuhi syarat lalu lintas di masa datang.

SN_{aff} = angka struktural efektif perkerasan eksisting.

Cara penentuan SN_{eff} dengan analisis komponen didasarkan pada data *survey* kondisi, kemudian diestimasi nilai koefisien lapisan dan koefisien drainase ke masing-masing lapisan pembentuk eksisting. Nilai SN_{eff} ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$SN_{\text{eff}} = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (3.21)$$

dengan:

a_1, a_2, a_3 = koefisien lapisan permukaan, pondasi dan pondasi bawah eksisting.

D_1, D_2, D_3 = berturut-turut tebal lapis permukaan, pondasi dan pondasi bawah eksisting.

m_2, m_3 = koefisien drainase untuk pondasi dan pondasi bawah.

Nilai koefisien lapisan perkerasan yang telah lama melayani beban lalu lintas, biasanya lebih kecil dari nilai saat perkerasan masih baru. Tabel 3.14 menyajikan nilai koefisien lapisan yang telah dipengaruhi oleh penurunan mutu bahan akibat kerusakan dan lain-lain yang disarankan oleh AASHTO (1993).

Tabel 3.14 Koefisien Lapisan (a_i) untuk Perkerasan Lentur Eksisting setelah Dipengaruhi oleh Kerusakan (AASHTO, 1993)

Bahan	Kondisi Permukaan	Koefisien Lapisan (a_i)
Permukaan semen aspal (AC)	Sedikit atau tidak ada kerusakan retak kulit buaya dan atau retak melintang tingkat rendah.	0,35 – 0,40
	<10% retak buaya tingkat rendah dan/atau <5% retak melintang tingkat sedang & tinggi	0,25 – 0,35
	>10% retak buaya tingkat rendah dan/atau <10% retak buaya tingkat sedang dan/atau >5-10% retak melintang tingkat sedang & tinggi	0,20 – 0,30
Permukaan semen aspal (AC)	>10% retak buaya tingkat sedang dan/atau <10% retak buaya tingkat tinggi dan/atau >10% retak melintang tingkat sedang & tinggi	0,14 – 0,20
	>10% retak buaya tingkat tinggi dan/atau >10% retak melintang tingkat tinggi	0,08 – 0,15
Lapis pondasi Distabilisasi (<i>stabilized base</i>)	Sedikit atau tidak ada retak kulit buaya dan/atau hanya retak melintang tingkat rendah	0,20 – 0,35
	<10% retak buaya tingkat rendah dan/atau <5% retak melintang tingkat sedang dan tinggi	0,15 – 0,25

Sumber: AASHTO (1993)

Tabel 3.14 Koefisien Lapisan (a_i)

Bahan	Kondisi Permukaan	Koefisien Lapisan (a_i)
Lapis pondasi Distabilisasi (<i>stabilized base</i>)	>10% retak buaya tingkat rendah dan/atau <10% retak buaya tingkat sedang dan/atau >5-10% retak melintang tingkat sedang & tinggi	0,15 – 0,20
	>10% retak buaya tingkat sedang dan/atau <10% retak buaya tingkat tinggi dan/atau >10% retak melintang tingkat sedang & tinggi	0,10 – 0,20
	>10% retak buaya tingkat tinggi dan/atau >10% retak melintang tingkat tinggi	0,08 – 0,15
Lapis pondasi granuler atau lapis pondasi bawah	Tidak ada penampakan pemompaan (<i>pumping</i>), atau terkontaminasi butiran halus	0,10 – 0,14
	Ada kenampakan pemompaan (<i>pumping</i>), degradasi, atau terkontaminasi butiran halus.	0,00 – 0,10

Sumber: AASHTO (1993)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 TINJAUAN UMUM

Dalam penelitian ini diperlukan metode atau langkah-langkah yang perlu dilakukan agar dapat membuat hasil penelitian menjadi seilmiah mungkin.

4.2 METODE PENELITIAN

Metode yang baik dan benar merupakan acuan untuk menentukan langkah-langkah kegiatan yang perlu diambil dalam perencanaan. Penelitian ini menggunakan beberapa tahap metode penelitian. Adapun tahapan yang digunakan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut ini.

1. Identifikasi Masalah.
2. Pengumpulan Data.
3. Metode Analisis.
4. Metode Pembahasan.

4.2.1 Identifikasi Masalah

Untuk dapat mengatasi permasalahan secara tepat maka pokok permasalahan harus diketahui terlebih dahulu agar dapat memperoleh solusi yang dapat mengatasi permasalahan. Seperti yang telah dipaparkan di BAB 1 bahwa permasalahan yang dapat disimpulkan pada latar belakang masalah ialah, jenis kerusakan apa yang terjadi, kerusakan apa yang dominan yang terjadi dan bagaimana tingkat kerusakannya di ruas jalan Yogyakarta-Barongan.

Adapun usaha untuk mencari solusi dari permasalahan diatas, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah di ruas jalan Yogyakarta-Barongan perlu dilakukan pelapisan tambahan.

4.2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Pengambilan data sekunder yaitu pengambilan gambar peta lokasi, data jalan *existing* beberapa, data jenis dan beban kendaraan. Pengambilan data primer diambil dengan cara *survey* sebagai berikut ini.

1. *Survey Pavement Condition Index (PCI)*

Pengambilan data PCI berupa data yang diambil dari lapangan didapat dari pengukuran panjang dan lebar total suatu jenis kerusakan pada Sta. 10+800 sampai 12+800 pada di ruas jalan Yogyakarta-Barongan. Pengukuran ini dilakukan pada jalan yang panjangnya 2 km maka dibagi atas segmen-segmen. Panjang satu segmennya yaitu 100 m, maka akan dilakukan pada 20 segmen pengukuran untuk pengambilan data PCI dari di ruas jalan Yogyakarta-Barongan. Data ini diperlukan agar dapat mengetahui tingkat kerusakan jalan. Yang diamati pada pengukuran yaitu (*Alligator cracking, bleeding, block cracking, corrugation, depression, joint reflection cracking, longitudinal and tranverse cracking, oil spillage, patching, polihed agregat, raveling and weathering, rutting, shoving, slippage cracking, swell*). Alat yang digunakan yaitu meteran 50 meter, mistar panjang 100cm, papan jalan dan formulir.

2. *Survey Dynamic Cone Penetrometer, DCP (Penetrometer Kerucut Kerucut)* pada tanah dasar.

Pengujian dilakukan pada jarak setiap 100 meter, selanjutnya digali sampai permukaan tanah dasar (± 20 cm), alat DCP dipasang dan diukur dengan mistar sebagai tinggi bacaan awal, kemudian palu diangkat dan dijatuhkan (pukulan 1) mistar dibaca (menggambarkan kedalaman penetrasi batang DCP), selanjutnya palu diangkat dan dijatuhkan (pada pukulan ke 2) dibaca mistar dan lakukan seterusnya sampai kedalaman penetrasi batang DCP masuk ke dalam tanah hingga mencapai kedalaman 90 cm atau pukulan mencapai jumlah 40 kali baru dihentikan. Alat yang digunakan yaitu alat DCP, meteran 5m, papan jalan dan formulir isian.



Gambar 4.1 Pengujian DCP
(Sumber: Wiyono, 18/1/2012)

3. *Survey California Bearing Ratio (CBR)* lapangan pada lapis pondasi jalan. Pengujian CBR pada yang akan dilakukan pada setiap jarak 1000 meter, pengujian dilakukan pada tepi jalan, piston dengan luas permukaan 3 inci dan ditekan kedalam permukaan lapisan dengan kecepatan 1 mm/menit, pada setiap kedalaman tertentu (2,5mm; 5,0mm; 7,5mm; 10mm; 12,5mm). Beban ditunjukkan oleh bacaan arloji pada *proving ring*. Alat yang dipakai yaitu meteran, alat CBR, *stopwatch*, beban penahan (truk berat minimum 5 ton), papan jalan dan formulir isian.



Gambar 4.2 Pengujian CBR Lapangan
(Sumber: SNI -1738-2011)

4. *Survey* lalulintas

Survey lalulintas dilakukan pada lokasi satu titik di ruas jalan Yogyakarta-Barongan. Perhitungan dilakukan dengan periode 18 jam mulai 04.00 pagi dan berakhir pukul 22.00 pada hari berikutnya yang ditetapkan untuk pelaksanaan perhitungan selama 3 hari. Perhitungan dikelompokkan setiap jam, setiap jenis kendaraan yang lewat dihitung.

4.2.3 Metode Analisis

Metode analisis data yang dilakukan dari data hasil pengujian atau *survey* yang dilakukan sebagai berikut ini.

1. Analisis *Pavement Condition Index* (PCI)

Metode analisis *Pavement Condition Index* (PCI) yang akan dilakukan sebagai berikut ini.

- a. Mengelompokkan jenis kerusakan yang sama dan tingkat kerusakannya pada setiap segmen.
- b. Menghitung luas setiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan.
- c. Menghitung kerapatan kerusakan (*density*) yaitu luas setiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan dibagi luas segmen.
- d. Menentukan nilai pengurangan terkoreksi (*Deduct Value*, DV), nilai pengurangan untuk setiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan kerapatan (*density*) dan tingkat kerusakan (*severity level*) dan dibedakan atas tingkat kerusakan untuk setiap jenis kerusakan.
- e. Menentukan nilai pengurangan terkoreksi (*Corrected Deduct Value*, CDV) diperoleh dari kurva hubungan antara nilai pengurangan total (TDV) dan nilai pengurangan (DV) dengan memilih kurva yang sesuai.
- f. Menghitung nilai PCI setiap segmen jalan, yang diperoleh dari 100 dikurangi *Corrected Deduct Value* (CDV), sedangkan nilai PCI perkerasan secara keseluruhan pada ruas jalan merupakan rata-rata dari nilai PCI keseluruhan area penelitian.
- g. Berdasarkan nilai PCI yang diperoleh maka akan didapat kondisi perkerasan jalan tersebut gagal (*failed*), sangat jelek (*very poor*), jelek (*poor*), sedang (*fair*), baik (*good*), sangat baik (*very good*) dan sempurna (*excellent*).

2. Analisis uji petrometer kerucut dinamis (*Dynamic Cone Penetrometer, DCP*) pada tanah dasar. Metode analisis uji petrometer kerucut dinamis (*Dynamic Cone Penetrometer, DCP*) yang akan dilakukan sebagai berikut ini.
 - a. Dari data hasil DCP yang berupa jumlah pukulan dan dalamnya penetrasi dapat dihitung dalamnya penetrasi setiap pukulan (nilai DCP) yaitu selisih antar pukulan yang berurutan.
 - b. Menentukan nilai CBR setiap kedalaman/penetrasi dengan persamaan 3.7.
 - c. Menghitung nilai CBR pada satu titik pengujian adalah rata-rata CBR dari satu titik pengujian.
3. Analisis *California Bearing Ratio (CBR)* lapangan pada lapis pondasi jalan. Metode analisis *California Bearing Ratio (CBR)* lapangan yang akan dilakukan sebagai berikut ini.
 - a. Dari data bacaan arloji pada *proving ring*, dihitung beban percobaan yang diperlukan untuk menekan piston penetrasi yaitu bacaan arloji dikalikan dengan kalibrasi *proving ring*.
 - b. Nilai CBR diperoleh dari persentase beban percobaan (*test load*) terhadap beban standar (*standar load*) sesuai persamaan 3.6.
4. Analisis data hasil *survey* laulintas. Metode analisis data hasil *survey* laulintas yang akan dilakukan sebagai berikut ini.
 - a. Data hasil *survey* setiap hari dan setiap jenis kendaraan di jumlah.
 - b. Untuk memperoleh lalulintas harian rata-rata (LHR) maka jumlah lalulintas setiap jenis kendaraan selama hari *survey* dibagi jumlah hasil *survey*.
5. Analisis tebal pelapisan (*overlay*) perkerasan lentur sesuai cara AASHTO, 1993. Berdasarkan data hasil pengujian dan *survey* yang telah didapat dilapangan seperti: CBR tanah dasar, CBR lapis pondasi jalan, tebal lapisan eksisting, laulintas dan datalainya, maka analisis tebal *overlay* sebagai berikut ini.
 - a. Menentukan *Reliability*
 - b. Menentukan *serviceability*
 - c. Menghitung total *equivalent single axle load*
 - d. Menghitung *modulus resilient*
 - e. Menentukan *layer coefficient*

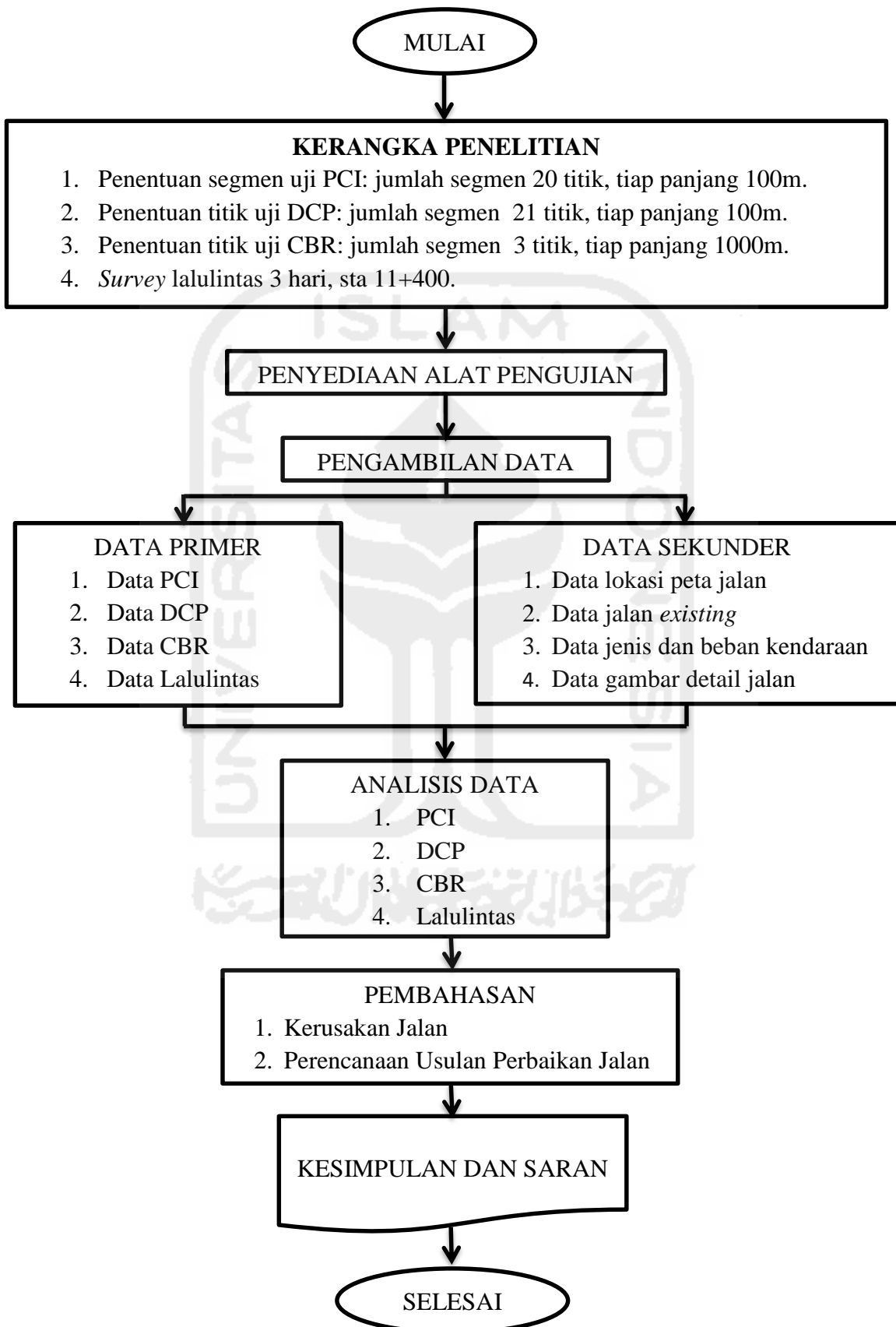
- f. Menentukan *structural number*
- g. Menentukan tebal lapis tambahan (*overlay*)

4.2.4 Metode Pembahasan

Metode pembahasan data yang dilakukan dari data hasil pengujian atau *survey* yang dilakukan sebagai berikut ini.

1. Pembahasan hasil pengujian dan *survey* lapangan antara lain:
 - a. Pembahasan hasil *survey Pavement Condition Index (PCI)*.
 - b. Pembahasan hasil uji CBR (*California Bearing Ratio*) lapis pondasi atas.
 - c. Pembahasan hasil uji Penetrometer Kerucut Dinamis (*Dynamic cone Penetrometer, DCP*).
 - d. Pembahasan hasil *survey* lalu lintas.
2. Berdasarkan analisis hasil kondisi perkerasan jalan (nilai PCI) yang diperoleh, nilai CBR tanah dasar, CBR lapis pondasi, dan LHR yang ada maka dapat ditentukan langkah-langkah perbaikan, apakah cukup dengan perawatan saja, penambalan bagian bagian yang rusak atau pelapisan ulang dengan metode AASHTO 1993.

4.3 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 4.3 Diagram Alir Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

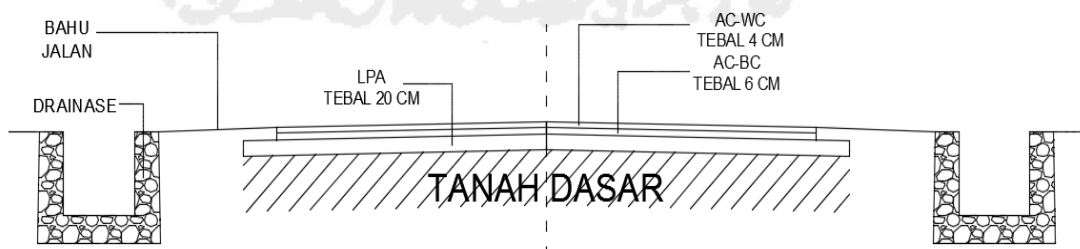
5.1 HASIL PENELITIAN

Hail penelitian yang dijalankan dalam bab ini merupakan hasil analisis data, pengujian dan *survey* dilapangan, sebagai berikut ini.

5.1.1 Data Ruas Jalan

Status ruas jalan Yogyakarta – Barongan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 sebagai berikut (sumber: Bina Marga Provinsi Yogyakarta).

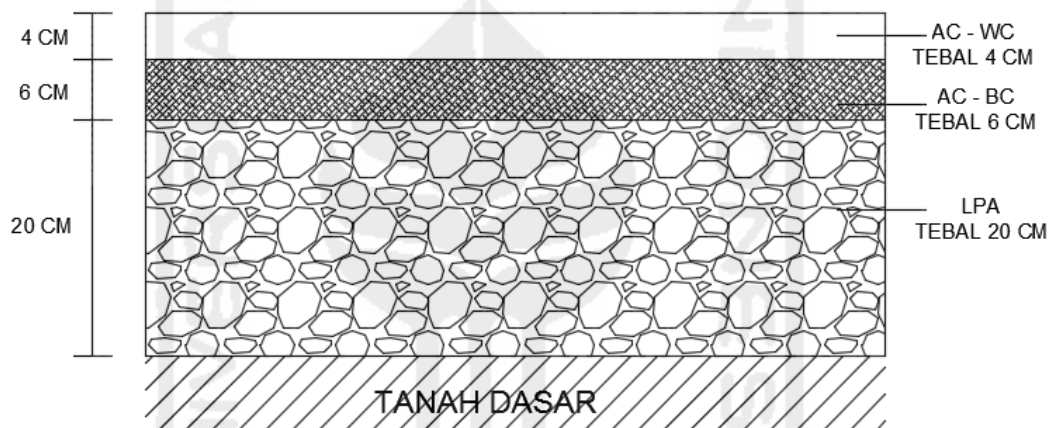
Status jalan	: Jalan Provinsi
Fungsi jalan	: Kolektor 3 (K3)
Tipe perkerasan	: Perkerasan lentur (aspal)
Panjang jalan	: 9.800 meter
Panjang yang diteliti	: 2.000 Meter
Lebar perkerasan	: 5,5 meter
Lebar bahu jalan	: 0,5 – 1,5 meter
Kelandaian jalan	: 2%



Gambar 5.1 Potongan Melintang Jalan

Struktur perkerasan terdiri dari:

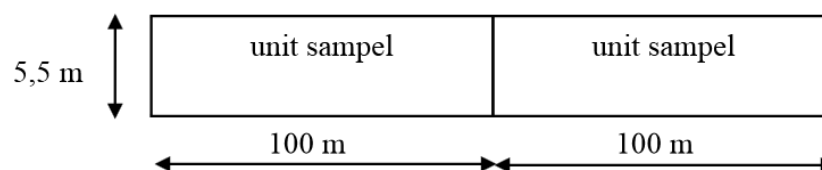
1. Lapis permukaan (surface), terdiri dari 2 (dua) lapisan.
 - a. Bahan Laston (AC-WC = *Asphalt Concrete Wearing Course*), dengan tebal = 4 cm
 - b. Bahan Laston (AC-BC = *Asphalt Concrete Base Course*), dengan tebal = 6 cm
2. Lapis pondasi atas (LPA) (base)
Tebal rata-rata = 20 cm, bahan batu pecah CBR = 68,39% (hasil pengujian di lapangan).
3. Tanah dasar (*subgrade*) CBR rata-rata = 15,1% (hasil pengujian di lapangan)



Gambar 5.2 Struktur Perkerasan Lentur

5.1.2 Hasil Survey *Pavement Condition Index* (PCI)

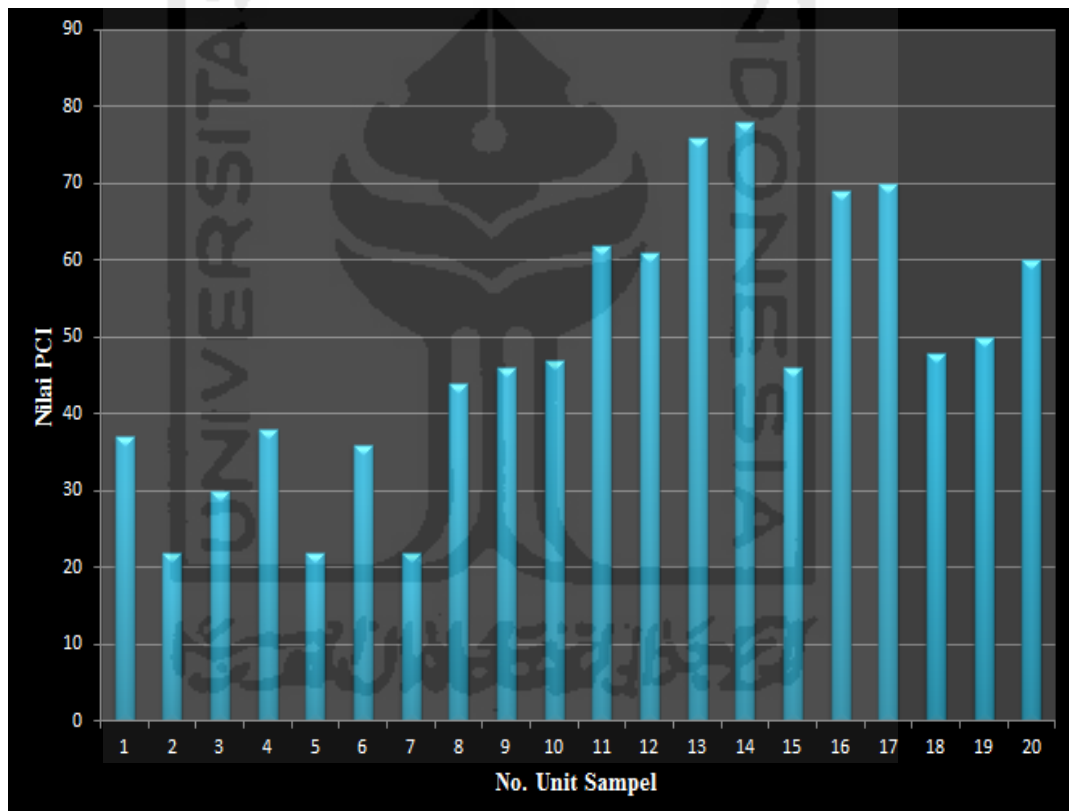
Dari data pengamatan yang dilakukan pada perkerasan lentur ruas jalan Yogyakarta – Barongan secara visual dilakukan dengan pembagian jumlah sampel. Cara pembagian sampel terdapat dalam Gambar 5.3, dengan sampel yang berjumlah 20 unit dan setiap unit sampel mempunyai luas tinjauan $550\text{m}^2/\text{sampel}$.



Gambar 5.3 Pembagian Sampel Unit

Dari hasil pengamatan didapat data jenis kerusakan. Ukuran kerusakan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dalam satuan m^2 dan m^1 untuk masing-masing tingkat kerusakannya (*severity level*) yang dikelompokkan dalam setiap unit sampel. Dari data yang diperoleh dilakukan analisis unit sampel (lampiran 1) sehingga di peroleh nilai *Rating* dan *PCI*, yang terdapat dalam Tabel 5.1 dan Gambar 5.4.

Nilai *PCI* dari jalan Yogyakarta – Barongan (PCI_F) adalah nilai rata-rata dari seluruh nilai *PCI* dari setiap unit sampel (PCI_S), dari hasil analisis yang sesuai persamaan 3.5 diperoleh $PCI = 48,2$ dan dari tabel 3.1 diperoleh *rating* perkerasan = Sedang (*fair*).



Gambar 5.4 Nilai *PCI* Ruas Jalan Yogyakarta- Barongan

Tabel 5.1 Rekapitulasi Hasil Analisis Metode PCI

Sampel Unit	STA.	Nilai PCI	Rating
1	10+800-10+900	37	Buruk (<i>poor</i>)
2	10+900-11+000	22	Sangat Buruk (<i>very poor</i>)
3	11+000-11+100	30	Buruk (<i>poor</i>)
4	11+100-11+200	38	Buruk (<i>poor</i>)
5	11+200-11+300	22	Sangat Buruk (<i>very poor</i>)
6	11+300-11+400	36	Buruk (<i>poor</i>)
7	11+400-11+500	22	Sangat Buruk (<i>very poor</i>)
8	11+500-11+600	44	Sedang (<i>fair</i>)
9	11+600-11+700	46	Sedang (<i>fair</i>)
10	11+700-11+800	47	Sedang (<i>fair</i>)
11	11+800-10+900	62	Baik (<i>good</i>)
12	11+900-12+000	61	Baik (<i>good</i>)
13	12+000-12+100	76	Sangat Baik (<i>very good</i>)
14	12+100-12+200	78	Sangat Baik (<i>very good</i>)
15	12+200-12+300	46	Sedang (<i>fair</i>)
16	12+300-12+400	69	Baik (<i>good</i>)
17	12+400-12+500	70	Baik (<i>good</i>)
18	12+500-12+600	48	Sedang (<i>fair</i>)
19	12+600-12+700	50	Sedang (<i>fair</i>)
20	12+700-12+800	60	Baik (<i>good</i>)
Rata-rata PCI		48,2	Sedang (<i>fair</i>)

Berdasarkan Tabel 5.1 dari 20 sampel unit didapatkan hasil analisis PCI menunjukkan bahwa nilai PCI maksimum sebesar 78 dengan *rating* sangat baik (*very good*) pada unit sampel 14 atau 12+100 s/d 12+200, nilai PCI minimum sebesar 22 dengan *rating* sangat buruk (*very poor*) pada unit sampel 2,5 dan 7 atau 10+900 s/d 11+000, 11+200 s/d 11+300 dan 11+400 s/d 11+500. Rata-rata dari nilai PCI diperoleh 48,2 dengan *rating* sedang (*fair*).

Jika dilihat dari *rating*, persentase kerusakan yang terbesar yaitu pada *rating* sedang (*fair*) sebesar 30% dan diikuti *rating* buruk (*poor*) sebesar 20%. Hal ini menunjukkan bahwa kerusakan jalan tersebut dalam kondisi sedang sampai buruk.

Pengelompokan dalam *rating* dari keseluruhan unit sampel (20 unit sampel) terdapat pada tabel 5.5.

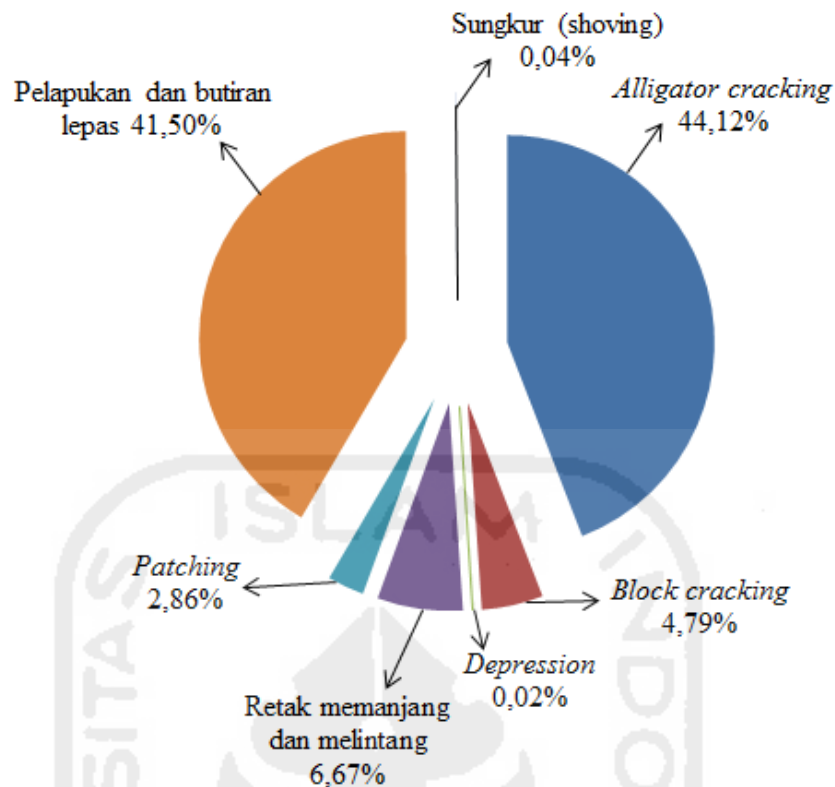
Berdasarkan jenis dan luas kerusakan perkerasan yang terjadi pada ruas jalan Yogyakarta – Barongan dari hasil *survey* sepanjang 2 km dengan lebar jalan 5,5 meter (luas jalan = 11000 m²) diperoleh luas kerusakan seperti tertuang dalam Tabel 5.6.

Tabel 5.2 *Rating*, %Luas dan Nomor Unit Sampel Jalan Yogyakarta – Barongan

<i>Rating</i>	% Luas	Nomor unit sampel
Sangat Buruk (<i>very poor</i>)	15	2,5,7
Buruk (<i>poor</i>)	20	1,3,4,6
Sedang (<i>fair</i>)	30	8,9,10,15,18,19
Baik (<i>good</i>)	25	11,12,16,17,20
Sangat Baik (<i>very good</i>)	10	13,14

Tabel 5.3 Jenis dan Luas Kerusakan Ruas Jalan Yogyakarta – Barongan

No.	Jenis kerusakan	Luas (m ²)	% Luas thd total luas kerusakan	% terhadap luas total penelitian
1	<i>Alligator cracking</i>	1405,749	44,12	12,78
2	<i>Block cracking</i>	152,61	4,79	1,39
3	<i>Depression</i>	0,77	0,02	0,01
4	Retak memanjang dan melintang	212,44	6,67	1,93
5	<i>Patching</i>	91,04	2,86	0,83
6	Pelapukan dan butiran lepas	1322,505	41,50	12,02
7	Sungkur (<i>shoving</i>)	1,412	0,04	0,01
Jumlah		3186,526	100,00	28,97



Gambar 5.6 Jenis dan Persentase Kerusakan

Berdasarkan Tabel 5.5 menunjukkan bahwa *rating* terbanyak dari jumlah sampel yaitu *rating* sedang (*fair*) sebesar 30% (6 unit sampel) yang terdapat pada unit sampel 8,9,10,15,18 dan 19. Selanjutnya diikuti *rating* baik (*good*) sebesar 25% (5 unit sampel) yang terdapat pada unit sampel 11,12,16,17 dan 20.

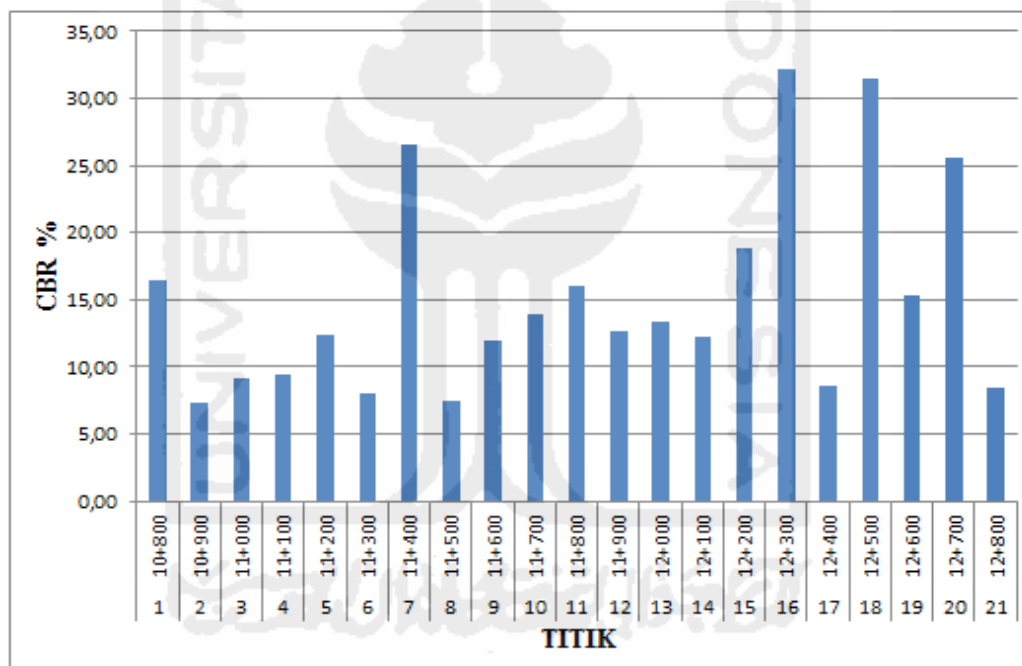
Berdasarkan Tabel 5.6 dan Gambar 5.6 pada data ini menunjukkan bahwa kerusakan yang terjadi di ruas jalan Yogyakarta – Barongan seluas 3186,526 m² atau 28,97% terhadap luas total yang diteliti. Kerusakan terbesarnya yaitu *alligator cracking* atau retak buaya sebesar 44,12% ditinjau dari luas kerusakan jalan atau 12,78% ditinjau dari luas jalan yang diteliti. Selanjutnya diikuti kerusakan pelapukan dan butiran lepas yang besarnya 41,50% ditinjau dari luas kerusakan atau 12,02% ditinjau dari luas jalan yang diteliti.

Jika dilihat dari rata-rata nilai PCI 48,2 dengan *rating* sedang (*fair*) dan jenis kerusakan terbesar adalah retak, yang berupa retak buaya, retak blok maupun retak memanjang dan melintang, serta perkerasan mampu mendukung beban lalulintas, maka kerusakan perkerasan tersebut termasuk dalam kerusakan fungsional.

5.1.3 Hasil Uji Penetrometer Kerucut Dinamis (*Dynamic Cone Penetrometer, DCP*)

Pengujian dilakukan pada tanah dasar (*subgrade*) ruas jalan Yogyakarta – Barongan setiap jarak 100 meter. Untuk panjang jalan yang ditinjau 2 km dan jumlah pengujian sebanyak 21 titik. Setiap titik dilakukan pengujian dengan penetrasi maksimum 90 cm atau maksimum 40 pukulan (yang tercapai lebih dulu).

Hasil uji DCP ini digunakan untuk mengestimasi nilai CBR pada tanah dasar yaitu dengan persamaan (3.7), hasilnya ditunjukkan pada gambar 5.5. Dari setiap pukulan dilakukan analisis sehingga pada satu titik diperoleh nilai CBR pada setiap kedalaman sesuai penetrasinya. Untuk memperoleh nilai CBR pada suatu titik tanah dasar, maka CBR setiap kedalaman tersebut dirata-rata. Selanjutnya analisis selengkapnya dapat dilihat pada lapiran C.

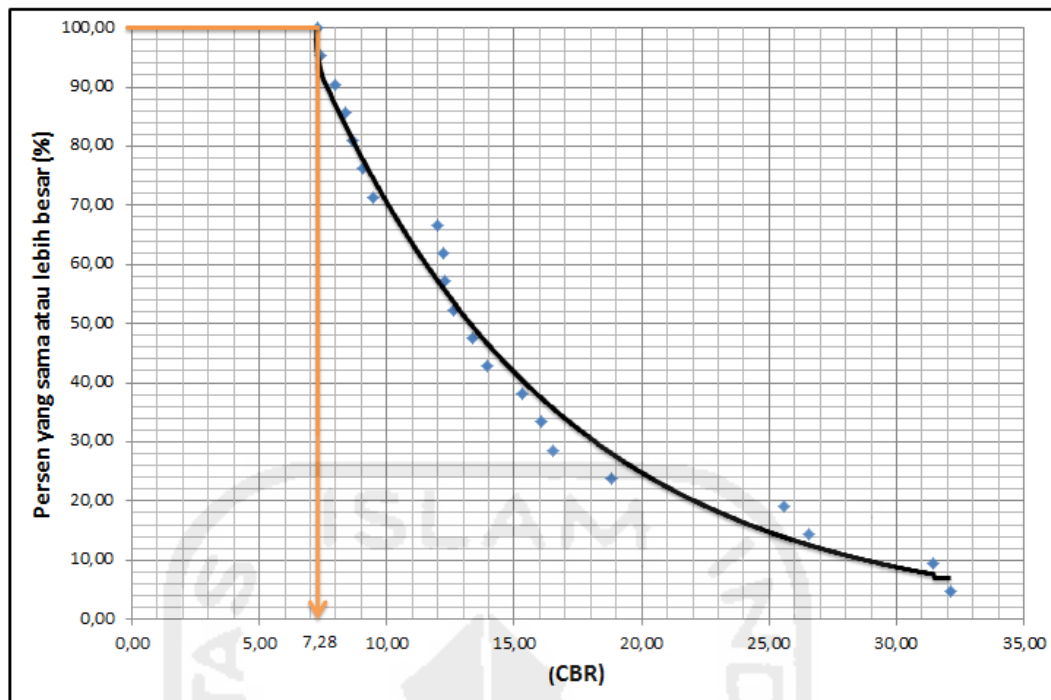


Gambar 5.5 Nilai CBR Tanah Dasar Ruas Jalan Yogyakarta – Barongan

Tabel 5.4 Rekapitulasi Nilai CBR Hasil Uji DCP Lapisan Tanah Dasar

TITIK	STA	CBR (%)
1	10+800	16,50
2	10+900	7,28
3	11+000	9,09
4	11+100	9,48
5	11+200	12,30
6	11+300	7,96
7	11+400	26,55
8	11+500	7,42
9	11+600	11,97
10	11+700	13,95
11	11+800	16,06
12	11+900	12,62
13	12+000	13,39
14	12+100	12,24
15	12+200	18,84
16	12+300	32,13
17	12+400	8,64
18	12+500	31,42
19	12+600	15,29
20	12+700	25,55
21	12+800	8,39
Rata-rata		15,10

Berdasarkan Tabel 5.2 hasil analisis uji DCP tanah dasar ruas jalan Yogyakarta – Barongan yang berupa nilai CBR diperoleh CBR rata-rata sebesar 15,1%, CBR maksimum didapat sebesar 32,13% pada titik 16 atau sta. 12+300 dan CBR minimum sebesar 7,28% pada titik 2 atau sta. 10+900. Nilai CBR tersebut sangat bervariasi, sehingga untuk mendapatkan nilai CBR yang dapat mewakili untuk digunakan sebagai dasar perencanaan perkerasan maka perlu dianalisis.



Gambar 5.7 Menentukan CBR yang Mewakili

Berdasarkan gambar 5.7 hasil analisis CBR yang mewakili dan dari gambar 5.7 diperoleh nilai CBR yang mewakili sebesar 7,28 % (analisis selengkapnya pada lampiran 3).

Pengujian ini dilakukan pada bulan Mei dengan intensitas hujan yang sedang sehingga tanah dasar tidak terlalu jenuh air, maka nilai CBR = 7,28% (diambil nilai CBR terendah) CBR sudah dapat digunakan untuk dasar perencanaan perkerasan.

5.1.4 Hasil Uji *California Bearing Ratio* (CBR)

Uji CBR Lapangan ini dilakukan pada lapis pondasi atas ruas jalan Yogyakarta – Barongan setiap jarak ± 1000 meter, sehingga pada jalan yang diteliti sepanjang 2000 meter dilakukan pengujian sebanyak 3 titik.

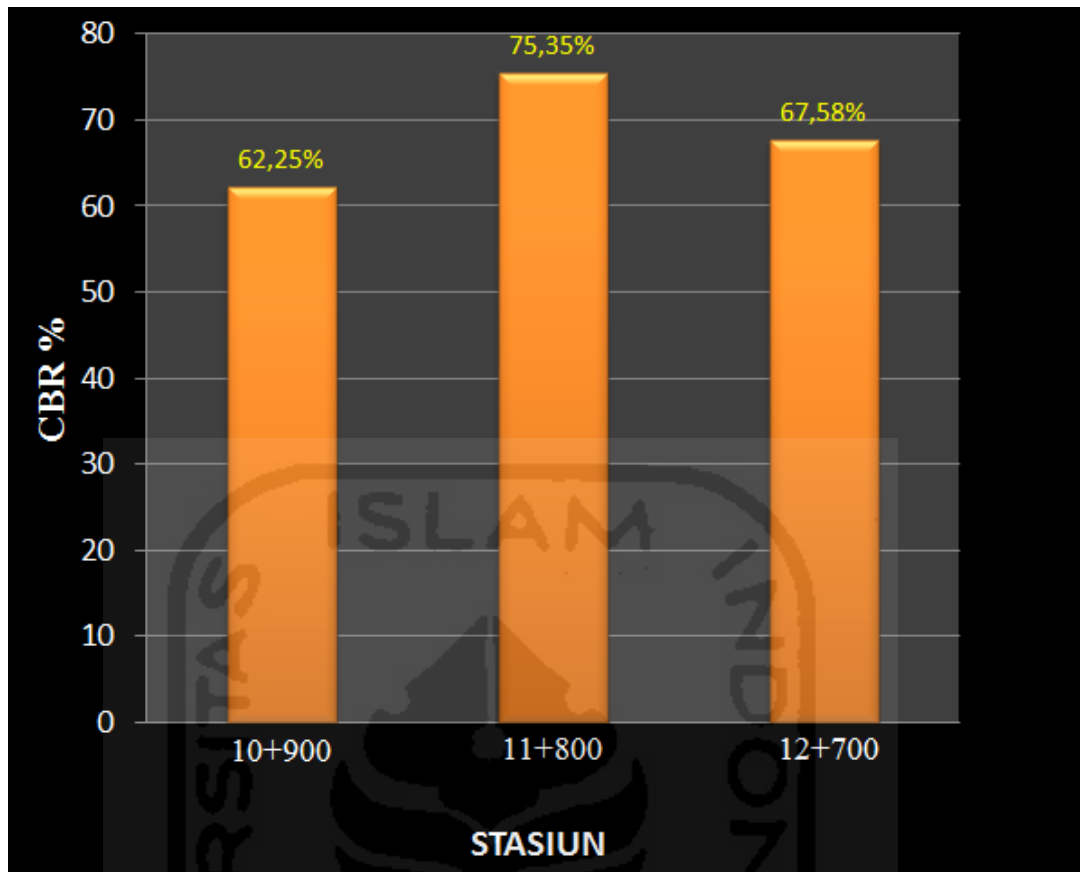
Alat uji CBR menggunakan *proving ring* kapasitas 26,6888KN (6000lbf), nilai kalibrasi 23,30267 lbf/DIV.

Analisis CBR dilakukan pada penetrasi 0,1” dan 0,2” sesuai dengan persamaan 3.6.a dan 3.6.b. Hasil analisis data uji CBR lapangan untuk lapis pondasi atas di ruas jalan Yogyakarta – Barongan, pada penetrasi 0,1” hasilnya lebih besar daripada penetrasi 0,2” pada semua titik, maka CBR yang digunakan adalah CBR yang dihasilkan pada penetrasi 0,1” . Rata-rata CBR pada penetrasi 0,1” pada semua titik yang diuji adalah 68,39%. Analisis selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut:

Tabel 5.5 Hasil Uji CBR Lapangan Lapis Pondasi Atas

Sta.	CBR (%)
10+900	62,25
11+800	75,35
12+700	67,58
Rata-rata	68,39

Dari uji CBR Lapangan pada lapis pondasi atas ruas jalan Yogyakarta – Barongan sebanyak 3 titik, diperoleh nilai CBR maksimum 75,35% pada sta. 11+800, nilai CBR minimum 62,25% pada sta. 10+900 dan nilai CBR rata-rata sebesar 68,39%. Jika dilihat dari syarat CBR lapis pondasi atas >50%, maka lapis pondasi tersebut dengan CBR rata-rata 68,39% memenuhi syarat. Jenis bahan pondasi atas ini berupa batu pecah, maka sesuai SNI-1732-1989-F, maka lapis pondasi atas ini berupa batu pecah kelas C, dengan CBR minimum 60% dan koefisien kekuatan relatif = 0,12.



Gambar 5.8 Nilai CBR Lapis Pondasi Atas

5.1.5 Hasil *Survey* Lalulintas

Hasil *survey* yang dilakukan pada tanggal 8 mei 2016 - 10 mei 2016 diperoleh volume lalulintas ruas jalan Yogyakarta – Barongan, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta sebanyak 5849 kendaraan/hari, untuk kendaraan roda tiga, sepeda motor dan kendaraan tak bermotor tidak mempunyai gandar maka tidak pula diperhitungkan dalam *survey* ini karena hampir tidak berpengaruh terhadap kerusakan umur perkerasan selain itu dalam perancangan perkerasan metode AASHTO berbagai beban gandar lalulintas dikonversikan ke nilai ekuivalen beban gandar tunggal 18 kip. Berikut ini hasil *survey* Lalulintas dapat dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut.

Tabel 5.6 Hasil *Survey* Lalulintas Ruas Jalan Rata-rata Yogyakarta – Barongan, DIY

No.	Tipe Kendaraan	Gol.	Jumlah (unit)		Rata-rata per hari (unit)		LHR (unit)
			Imogiri	Bibal	Imogiri	Bibal	
1	Sedan, jeep, st. Wagon	2	4385	5077	1462	1692	3154
2	Pelet, pick-up opelet, minibus	3	2532	1308	844	436	1280
3	Pick-up, micro truk, mobil hantaran	4	1163	1053	388	351	739
4	Bus kecil	5a	593	381	198	127	325
5	Bus besar	5b	167	23	56	8	63
6	Truk ringan 2 as (4 roda)	6a	294	331	98	110	208
7	Truk sedang 2 as (6 roda)	6b	109	105	36	35	71
8	Truk 3 as	7a	21	5	7	2	9
9	Truk 4 as, truk gandengan	7b	0	0	0	0	0
10	Truk 5 as semitrailer	7c	0	0	0	0	0
Jumlah			9264	8283	3088	2761	5849

Imogiri = ke arah Kecamatan Imogiri

Bibal = ke arah Pasar Jejeran, Pleret

Lalulintas harian rata-rata hasil *survey* ruas jalan Yogyakarta – Barongan berdasarkan unit kendaraan, maka total per hari = 5849 kendaraan, yang terdiri dari kendaraan kecil seperti sedan, jeep, station wagon 2 ton, sebanyak 3154 unit (53,92%), pick up opelet, minibus, sebanyak 1280 unit (21,88%), pick-up dan mobil hantaran sebanyak 739 unit (12,63%), bus kecil sebanyak 325 unit (5,5%), bus besar sebanyak 63 unit (1,08%), truk ringan 2 as (4 roda) sebanyak 208 unit (3,56%), truk sedang 2 as (6 roda) sebanyak 71 unit (1,22%), truk 3 as sebanyak 9 unit (0,15%), truk 4 as truk gandengan sebanyak 0 unit (0%) dan truk 5 as semitrailer sebanyak 0 unit (0%).

Dari hasil *survey* tersebut, maka jika ditinjau dari jumlah unit kendaraan yang lewat perhari maka yang mendominasi adalah kendaraan kecil, dalam hal ini sedan, jeep, station wagon sebesar 53,92%, sedangkan untuk kendaraan bis dan truk, dengan berat total lebih besar, walaupun jumlahnya lebih sedikit tetapi kontribusi terhadap kerusakan jalan lebih besar.

5.1.6 Analisis Lapis Tambahan (*Overlay*)

Berdasarkan data yang diperoleh melalui survey DCP pada subgrade, CBR lapangan pada LPA dan survey Lalulintas maka dapat dianalisis lapis tambahan (*overlay*). Analisis menggunakan metode AASTHO 1993, sebagai berikut.

Menentukan parameter perancangan perkerasan lentur

1. Menentukan *Reliability* (R)

Ruas jalan Yogyakarta – Barongan adalah jalan Pedesaan (*rural*) dengan tipe jalan kolektor, maka didalam tabel 3.3 nilai *Reliability* (R) antara 75-95% diambil 85%. Standar deviasi menyeluruh perkerasan lentur (S_0) = 0,45. Standar normal deviasi (Z_R) sesuai pada tabel 3.4 dengan R = 85% , maka didapat $Z_R = -1,037$.

2. Menentukan *serviceability* pada perkerasn lentur, sebagai berikut.

a. Initial *serviceability* (P_0) = 3,0

b. Terminal *seviceability* (P_t) = 1,5 (jalan lalulintas rendah)

c. Total loss of *seviceability* ($\Delta PSI = P_0 - P_t$)

$$\Delta PSI = 3,0 - 1,5 = 1,5$$

3. Lalulintas

a. Data lalulintas hasil *survey* didapat LHR (2016), tercantum pada tabel 5.4.

b. Pada ruas jalan Yogyakarta – Barongan terdiri 2 lajur 2 arah, yang sesuai tabel 3.8, faktor distribusi lajur diperoleh 100%.

c. Menghitung ESAL (*equivalent single axle load*) rancangan.

Dengan faktor distribusi arah (D_D) = 0,5 dan faktor distribusi lajur (D_L) (tabel 3.8) diperoleh = 100% maka ESAL rancangan dapat dihitung dengan persamaan 3.12 sebagai berikut:

Tabel 5.7 Analisis ESAL (*Equivalent Single Axle Load*)

No.	Tipe Kendaraan	LHR 2016	Gol.	VDF	D_D	D_L	W18 (ESAL ₀) 2016
1	Sedan, jeep, st. Wagon	3154	2	0,0005	0,5	1	288
2	Pelet, pick-up opelet, minibus	1280	3	0,2174	0,5	1	50785
3	Pick-up, micro truk, mobil hantaran	739	4	0,2174	0,5	1	29307
4	Bus kecil	325	5a	0,2174	0,5	1	12881

Lanjutan Tabel 5.7 Analisis ESAL (*Equivalent Single Axle Load*)

No.	Tipe Kendaraan	LHR 2016	Gol.	VDF	D _D	D _L	W ₁₈ (ESAL ₀) 2016
5	Bus besar	63	5b	0.3006	0.5	1	3474
6	Truk ringan 2 as (4 roda)	208	6a	0.185	0.5	1	7034
7	Truk sedang 2 as (6 roda)	71	6b	2.4159	0.5	1	31451
8	Truk 3 as	9	7a	2.7416	0.5	1	4336
9	Truk 4 as, truk gandengan	0	7b	3.9083	0.5	1	0
10	Truk 5 as semitrailer	0	7c	4.1718	0.5	1	0
TOTAL		5849					139556

Dari hasil hitungan ESAL diatas, maka *equivalent single axle load* (W₁₈) tahun 2016 sebanyak 139556 ESAL.

Dengan umur rencana 10 tahun dengan pertumbuhan lalulintas 3,5%/tahun maka faktor pertumbuhan lalulintas (R), sesuai persamaan 3.13:

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{i} = \frac{(1+0,035)^{10} - 1}{0,035} = 11,7314$$

$$\text{Total equivalent single axle load (W}_{18}) \text{ (ESAL}_0) = 139556 \times 11,7314 = 1637304,572 = 1,637 \times 10^6$$

4. Modulus *Resilient* (M_R)

Menurut AASHTO (1993) nilai Modulus *Resilient* (M_R) ditentukan dari hasil uji CBR *subgrade*. Nilai CBR didapat dari hasil pengujian daya dukung tanah dasar (CBR) dengan alat *Dynaic Cone Penetrometer* (DCP) pada setiap jarak 100 meter di ruas jalajn Yogyakarta – Barongan. Hasil uji DCP dan perhitungan CBR, serta grafik CBR tanah dasar diperoleh nilai CBR 7,28% dapat dilihat pada lampiran 3. Pengujian CBR pada ruas jalan Yogyakarta – Barongan dilakukan pada musim peralihan hujan dan kemarau (mei 2016).

Nilai modulus *resilient* (M_R) dicari dengan menggunakan persamaan 3.14 sebagai berikut:

$$M_R = 1500 \times 7,28 = 10920 \text{ psi} = 10,92 \text{ ksi}$$

5. Menentukan koefisien lapisan (a_i)

Koefisien lapisan merupakan hubungan empiris antara *structural number* (SN) untuk suatu struktur perkerasan dengan tebal lapisan yang menyatakan kemampuan relatif dari suatu material agar dapat berfungsi sebagai satu

komponen struktural dari perkerasan (Yoder dan Witczack, 1975). Nilai koefisien lapisan (a_i) eksisting ditentukan pada Tabel 3.14, sehingga didapat hasil berikut ini.

Lapis permukaan aspal AC-WC, koefisien $a_1 = 0,30$

Lapis permukaan aspal AC-BC, koefisien $a_2 = 0,20$

Lapis pondasi (base course), koefisien = 0,12

Bahan lapis tambahan menggunakan adalah *Hot Rolled Asphalt* (HRA) dengan nilai stabilitas Marshall = 340 kg dan nilai koefisien lapisan (a_i) = 0,3.

6. Koefisien drainase (m)

Koefisien drainase ditentukan dengan beberapa asumsi pendekatan, berdasarkan hidrologi di Indonesia dan referensi serta literatur. Nilai koefisien drainase dapat didekati dengan:

Penetapan variabel persen perkerasan terkena air. Penetapan persentasi struktur perkerasan dalam satu tahun terkena air sampai tingkat *saturated* sangat sulit bila dilaksanakan umumnya dilakukan dengan pendekatan-pendekatan berikut ini, nilai persen struktur perkerasan dalam satu tahun terkena air dapat dilakukan pendekatan dengan asumsi sebagai berikut:

Koefisien pengaliran (C) = 0,70 – 0,95 jalan beton dan jalan aspal dapat dilihat pada tabel 3.12, diambil nilai $C = 0,83$.

Tabel 5.8 Rata-rata hujan harian menurut tahun 2006 – 2015

Tahun	Jumlah (hari)
2006	129
2007	82
2008	149
2009	132
2010	142
2011	170
2012	163
2013	149
2014	161
2015	167
Rata-rata	144

(Sumber: BMKG dan Badan Pusat Statistik, DIY)

$T_{\text{Jam}} = 3$ jam, diambil sebagai pendekatan waktu dan frekuensi hujan yang rata-rata terjadi hujan selama 3 jam perhari atau hujan jarang terjadi secara terus-menerus selama satu minggu.

$$T_{\text{Jam}} = 3 \text{ jam hujan dalam satu hari}$$

$$T_{\text{Hari}} = 144 \text{ hari hujan dalam setahun}$$

$$W_L = 100 - C = 1 - 0,83 = 0,17$$

$$P_{\text{heff}} = \frac{3}{24} \times \frac{144}{365} \times 0,17 \times 100 = 0,8384\% < 1\%$$

Dengan $P < 1\%$ dan kualitas drainase “sedang” dari tabel 3.13 diperoleh koefisien drainase (m) antara 1,25 - 1,15. Diambil $m = 1,2$

Tabel 5.9 Rekapitulasi parameter perancangan perkerasan lentur

Parameter	Satuan	Nilai
Umur Rencana	Tahun	10
<i>Reliability</i> (R)	%	85
Standar deviasi (S_0)	-	0,45
Standar normal deviasi (Z_R)	-	-1,037
Initial <i>serviceability</i> (P_0)	-	3,0
Terminal <i>serviceability</i> (P_t)	-	1,5
<i>Total Loss of Serviceability</i> (ΔPSI)	-	1,5
Lalulintas, (W18) total ESAL	ESAL	$1,637 \times 10^6$
Modulus <i>Resilient</i> (M_R)	Psi	10920
CBR tanah dasar	%	7,28
Koefisien lapisan material eksisting (a_1, a_2, a_3)	-	0,30; 0,20; 0,12
Koefisien drainase (m)	-	1,20

7. Menentukan *Structural Number* (SN)

Untuk menentukan nilai SN digunakan persamaan 3.16 sebagai berikut:

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 9,36 \log_{10}(\text{SN}+1) - 0,2 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4,2-1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(\text{SN}+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10} M_R - 8,07$$

$$\text{Log}_{10} W_{18} = 6,214$$

$$Z_R \times S_0 = -0,4666$$

$$9,3 \log_{10}(\text{SN} + 1) - 0,2 = 9,36 \log_{10}(\text{SN}+1) - 0,2$$

$$\text{Log}_{10} [\Delta \text{PSI}/(4,2-1,5)] = -0,25527$$

$$0,4 + [1094/(\text{SN}+1)^{5,19}] = 0,4 + [1094/(\text{SN}+1)^{5,19}]$$

$$2,32 \times \log_{10} M_R - 8,07 = 1,2987$$

$$6,214 = -0,4666 + 9,36 \log_{10}(\text{SN}+1) - 0,2 + \frac{-0,25527}{0,4 + \frac{1094}{(\text{SN}+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10} M_R - 8,07$$

Dengan cara *trial and error* atau iterasi diperoleh SN = 3,193

Jika dalam nomogram AASHTO didapat 3,2 (selengkapnya pada lampiran 6).

Nilai *Structural Number* yang dipilih = 3,2

8. Menentukan tebal lapis tambahan (*overlay*)

Lapis perkerasan terdiri dari:

Lapis AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*) 4cm = 1,57 in

Lapis AC-BC (*Asphalt Concrete Base Course*) 6 cm = 2,622 in

Lapis Pondasi Atas : batu pecah (CBR 68) 20 cm = 8 in

Lapisan (AC-WC retak buaya = 12,78% > 10% dan retak melintang = 1,93% < 5% sehingga $a_1 = 0,20 - 0,30$ maka diambil 0,30 (tabel 3.14)

Lapisan (AC-BC) $a_2 = 0,20$

Nilai SN efektif eksisting (SN_{eff}) sesuai persamaan 3.21:

$$\text{SN}_{\text{eff}} = (0,30 \times 1,57) + (0,2 \times 2,662) + (0,12 \times 8,0 \times 1,20)$$

$$\text{SN}_{\text{eff}} = 2,4434 \text{ (Structural Number existing)}$$

Untuk menentukan tebal lapis tambahan (*overlay*) digunakan persamaan 3.20:

$$a_{01} \times D_{01} = \text{SN} - \text{SN}_{\text{eff}}$$

$$D_{01} = \frac{(\text{SN} - \text{SN}_{\text{eff}})}{a_1}$$

$$D_{01} = \frac{(3,2 - 2,4434)}{0,3} = 2,5 \text{ inchi} = 6,35 \text{ cm} \approx 6,4 \text{ cm}$$

Dipakai tebal lapis tambahan adalah 6,4 cm.

Jadi dari hasil hitungan lapisan tambahan menggunakan metode AASHTO 1993 untuk dengan umur rencana 10 tahun dan bahan lapisan tambahan menggunakan *Hot Rolled Asphalt* (HRA) (MS = 340 kg) menghasilkan tebal lapisan tambahan yang diperlukan setebal 2,5 inchi atau 6,4 cm

5.2 PEMBAHASAN

Untuk ruas jalan Yogyakarta – Barongan, setelah dilakukan pengamatan secara visual dengan metode *Pavement Condition Index* (PCI), pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) Lapangan untuk lapis pondasi atas, Pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) untuk lapisan *subgrade* dan dilakukan *survey* lalu lintas, kemudian dilakukan analisis. Pada sub bab ini dilakukan pembahasan dari masing-masing pengujian tersebut.

5.2.1 Pembahasan *Pavement Condition Index* (PCI)

Pemeriksaan kerusakan yang dilaksanakan dengan cara melihat (*visual*) ini mengidentifikasi jenis kerusakan pada perkerasan lentur jalan saat ini. Hasil pemeriksaan ini dinyatakan dalam nilai PCI. Jalan Yogyakarta – Barongan yang diteliti sepanjang 2 km dari 9,8 km yaitu pada sta. 10+800 sampai sta. 12+800 yang dibagi menjadi 20 unit.

Dari hasil penelitian didapat rata-rata nilai PCI 48,2 dengan *rating* sedang (*fair*) dan jenis kerusakan terbesar adalah retak, yang berupa retak buaya, retak blok maupun retak memanjang dan melintang, serta perkerasan mampu mendukung beban lalu lintas, maka kerusakan perkerasan tersebut termasuk dalam kerusakan fungsional.

Dari kondisi jalan sebaiknya harus dilakukan perbaikan agar berfungsi dengan baik, sehingga keselamatan, kenyamanan, dan kelancaran lalu lintas pengguna jalan lebih terjamin. Perbaikan jalan dapat dilakukan sesuai dengan jenis kerusakan atau lebih baik bila dilakukan pelapisan tambahan.

Ruas jalan Yogyakarta – Barongan yang dilapis ulang pada tahun 2010 menggunakan bahan *Asphalt Concrete Waring Course* (AC-WC) tebal 4 cm, berdasarkan hasil *survey* kondisinya (*rating*) rata-rata sedang (*fair*) atau nilai

Pavement Condition Index (PCI) sebesar 48,2. Untuk melihat jenis kerusakan yang timbul dan lokasi penyebaran kerusakan yang terjadi, disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5.10 Jenis Kerusakan dan Lokasi Kerusakan

No	Jenis Kerusakan	Lokasi Kerusakan (Sta.)
1	<i>Alligator Cracking</i>	12+800 s/d 12+400; 12+500 s/d 12+800
2	<i>Block cracking</i>	11+000 s/d 11+100; 11+200 s/d 11+400; 11+500 s/d 11+900; 12+200 s/d 12+300; 12+600 s/d 12+700
3	<i>Depression</i>	11+100 s/d 11+200; 11+700 s/d 11+800
4	Retak memanjang dan melintang	11+800 s/d 11+000; 11+400 s/d 11+700; 11+800 s/d 11+900; 12+200 s/d 12+600; 12+700 s/d 12+800
5	<i>Patching</i>	11+800 s/d 11+000; 11+100 s/d 11+300; 11+400 s/d 11+700; 11+900 s/d 12+000; 12+200 s/d 12+300; 12+600 s/d 12+800
6	Pelapukan dan butiran lepas	11+800 s/d 11+200; 11+300 s/d 11+400; 11+300 s/d 11+400; 11+700 s/d 12+800
7	Sungkur (<i>shoving</i>)	11+200 s/d 11+300

Jika dilakukan perbaikan sesuai dengan jenis kerusakan saja, maka cara perbaikan sebagai berikut.

1. Jenis kerusakan *alligator cracking*, *block cracking*, retak memanjang dan melintang.

Perbaikan dengan paling sesuai yaitu dengan *full depth patching*. *Full depth patching* adalah memindahkan material pada daerah yang telah rusak dan digantikan dengan campuran aspal yang baru. Jika kerusakan cukup parah dapat dilakukan perawatan secara bekala seperti menutup dengan larutan penutup (*slurry seal*) atau dengan penanganan yang lain. Penambalan dapat membantu sebelum perbaikan secara permanen dilakukan. *Slurry seal* yaitu campuran dari aspal emulsi dengan agregat halus yang digunakan untuk perawatan permukaan.

2. Jenis kerusakan *depression*.

Jenis kerusakan ini dapat diperbaiki dengan melakukan perawatan permukaan (*surface treatment*) atau *micro surfacing*. *Micro surfacing* adalah campuran aspal dengan agregat yang dimodifikasi dengan menambahkan bahan yang diperlukan sesuai kebutuhan. Cara pelaksanaannya sama dengan *slurry seal*, yaitu campur dan tuang pada permukaan yang rusak.

3. Jenis kerusakan pada tambalan (*patching*).

Jenis kerusakan ini paling tepat diatasi dengan *full depth patching*. Tambalan yang dulunya pernah dilakukan dan rusak maka paling tepat material yang sudah rusak pada tambalan dan diambil ganti material aspal yang baru.

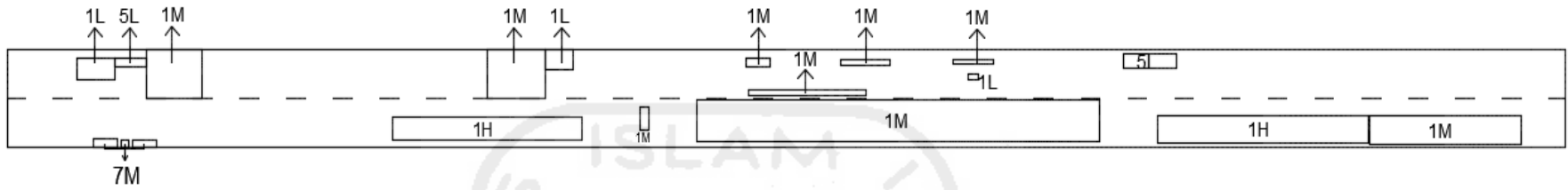
4. Jenis kerusakan Pelapukan dan butiran lepas.

Perawatan yang tepat pada kerusakan ini yaitu menggunakan *chip seal*. *Chip seal* adalah perawatan permukaan dengan menuangkan aspal secara langsung pada permukaan *flexible pavement*, lalu disusul dengan menghamparkan agregat dan lalu di haluskan dengan tandem roller atau orang sering menyebutnya pelapisan ulang (*overlay*) namun tebalnya tipis. Perawatan ini biasa digunakan karena murah, tahan lama dan mudah ditempatkan.

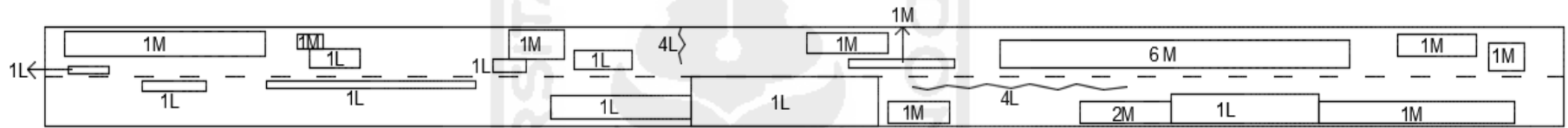
5. Jenis kerusakan Sungkur (*shoving*).

Perbaikan yang paling baik yaitu melakukan penambalan diseluruh kedalamannya. Jika perkerasan mempunyai tebal permukaan aspal dan lapis pondasi 50 mm, sungkur dangkal dapat dibongkar dengan mesin pengelupas (*pavement milling machine*) atau dengan palu dan betel juga bisa, bila sudah diklupas sungkur dangkal tadi maka dapat dituangkan lapis tambahan campuran aspal panas (*hot mix*) agar memberikan kekuatan yang cukup pada perkerasan.

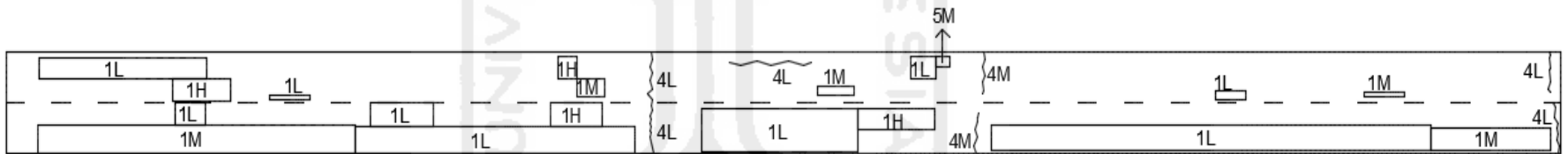
Untuk melihat jenis kerusakan yang timbul dan lokasi penyebaran kerusakan yang terjadi, disajikan pada gambar segmen 1 sampai segmen 20 berikut:



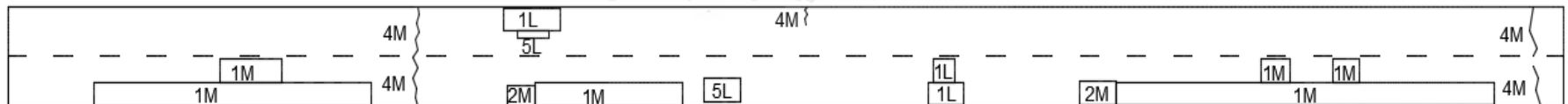
Gambar 5.13 Segmen 5 (Sta 11+200 – 11+300)



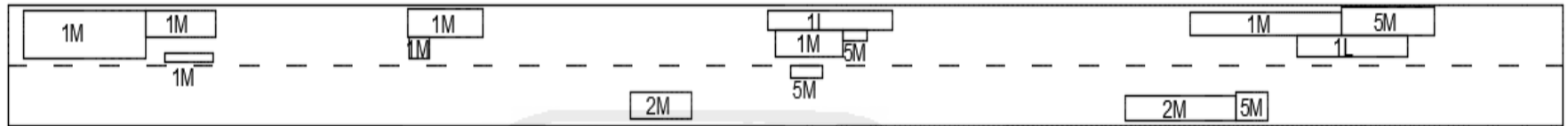
Gambar 5.14 Segmen 6 (Sta 11+300 – 11+400)



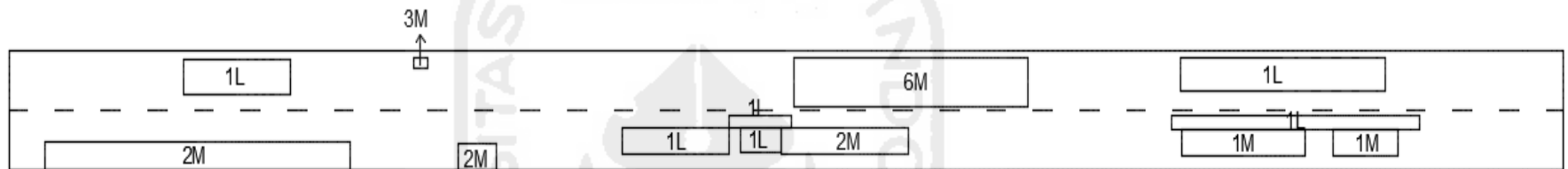
Gambar 5.15 Segmen 7 (Sta 11+400 – 11+500)



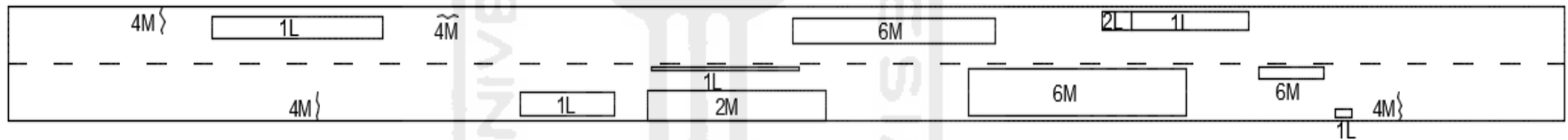
Gambar 5.16 Segmen 8 (Sta 11+500 – 11+600)



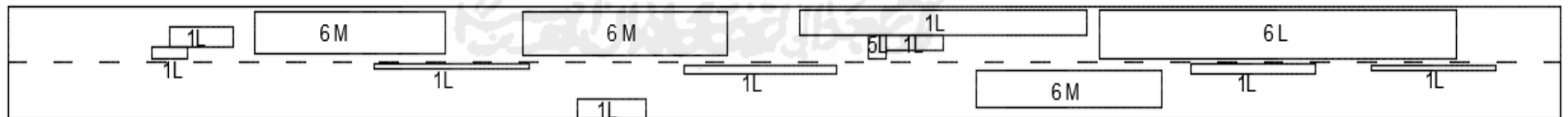
Gambar 5.17 Segmen 9 (Sta 11+600 – 11+700)



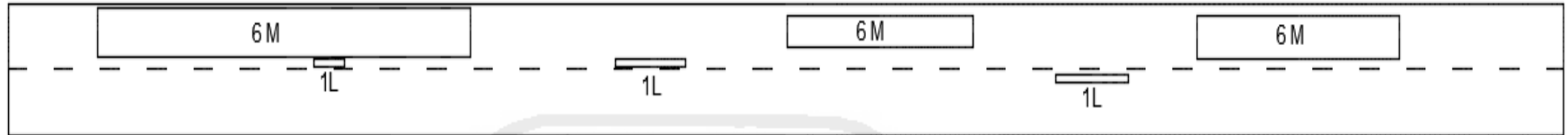
Gambar 5.18 Segmen 10 (Sta 11+700 – 11+800)



Gambar 5.19 Segmen 11 (Sta 11+800 – 11+900)



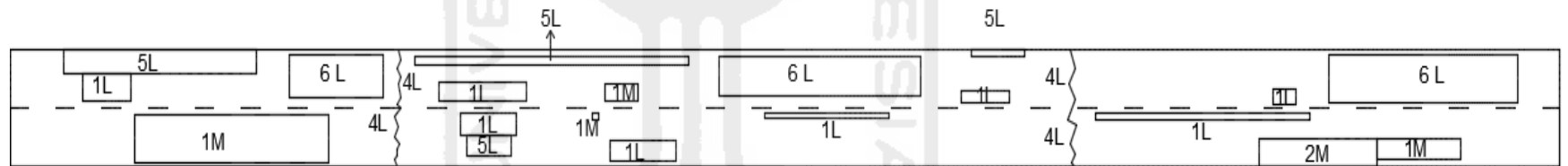
Gambar 5.20 Segmen 12 (Sta 11+900 – 12+000)



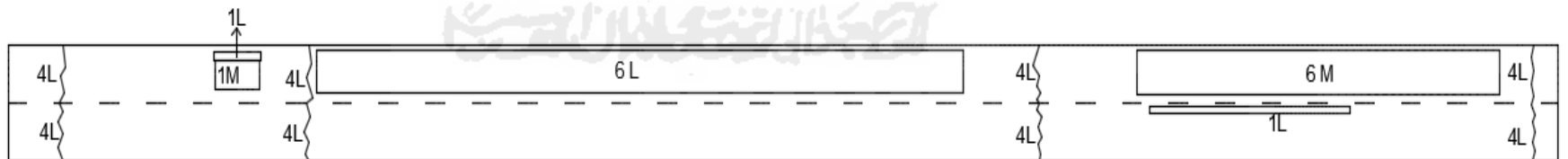
Gambar 5.21 Segmen 13 (Sta 12+000 – 12+100)



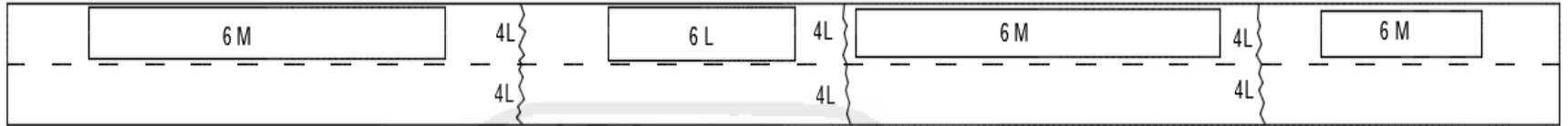
Gambar 5.22 Segmen 14 (Sta 12+100 – 12+200)



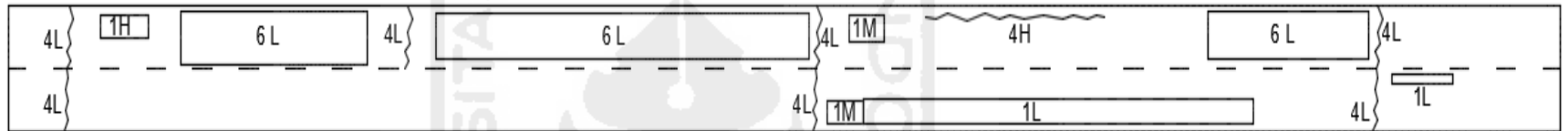
Gambar 5.23 Segmen 15 (Sta 12+200 – 12+300)



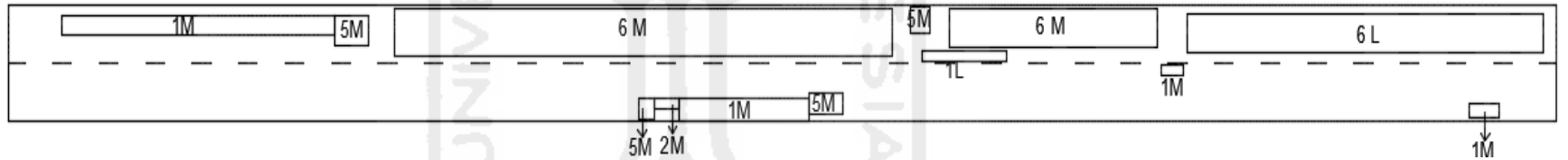
Gambar 5.24 Segmen 16 (Sta 12+300 – 12+400)



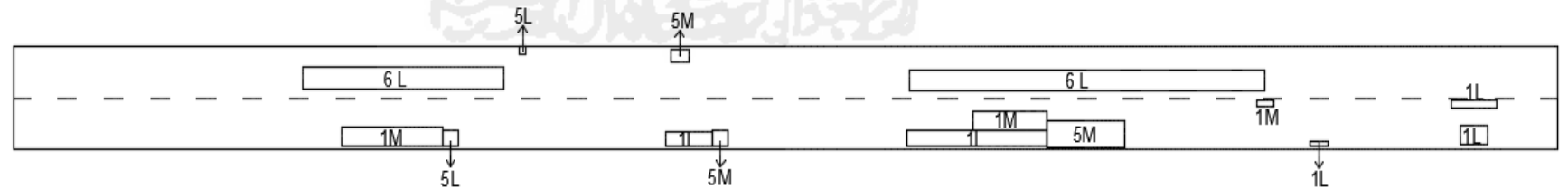
Gambar 5.25 Segmen 17 (Sta 12+400 – 12+500)



Gambar 5.26 Segmen 19 (Sta 12+500 – 12+600)



Gambar 5.27 Segmen 20 (Sta 12+600 – 12+700)



Gambar 5.28 Segmen 19 (Sta 12+700 – 12+800)

- dengan:
- 1 = Jenis kerusakan *alligator cracking* (retak buaya)
 - 2 = Jenis kerusakan *block cracking* (retak blok)
 - 3 = Jenis kerusakan *depression* (ambles)
 - 4 = Jenis kerusakan retak memanjang dan melintang
 - 5 = Jenis kerusakan *patching* (tambalan)
 - 6 = Jenis kerusakan pelapukan dan butiran lepas
 - 7 = Jenis kerusakan *shoving* (sungkur)
 - L = Low severity level
 - M = Medium severity level
 - H = High severity level

Perbaikan sesuai dengan jenis kerusakan saja, maka cara perbaikan sesuai pada Tabel 5.11 sebagai berikut.

Tabel 5.11 Cara Perbaikan pada Titik Kerusakan

No.	Tipe Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Cara Perbaikan
1	<i>Alligator Cracking</i>	L	Perbaikan dengan memberikan larutan penutup (<i>slurry seal</i>). Larutan penutup ini dapat membantu sebelum perbaikan permanen dilakukan. <i>Slurry seal</i> yaitu campuran dari aspal emulsi dengan agregat halus yang digunakan untuk perawatan permukaan.
		M	
		H	Perbaikan paling sesuai yaitu dengan <i>full depth patching</i> . <i>Full depth patching</i> adalah memindahkan material pada daerah yang telah rusak dan digantikan dengan campuran aspal yang baru.

Lanjutan Tabel 5.11 Cara Perbaikan pada Titik Kerusakan

2	<i>Block Cracking</i> (retak blok)	L	Perbaikan dengan memberikan larutan penutup (<i>slurry seal</i>). Larutan penutup ini dapat membantu sebelum perbaikan permanen dilakukan.
		M	<i>Slurry seal</i> yaitu campuran dari aspal emulsi dengan agregat halus yang digunakan untuk perawatan permukaan.
		H	Perbaikan paling sesuai yaitu dengan <i>full depth patching</i> . <i>Full depth patching</i> adalah memindahkan material pada daerah yang telah rusak dan digantikan dengan campuran aspal yang baru.
3	<i>Depression</i> (ambles)	L	Jenis kerusakan ini dapat diperbaiki dengan melakukan perawatan permukaan (<i>surface treatment</i>) atau <i>micro surfacing</i> . <i>Micro surfacing</i>
		M	adalah campuran aspal dengan agregat yang dimodifikasi dengan menambahkan bahan yang diperlukan sesuai kebutuhan. Cara pelaksanaannya sama dengan <i>slurry seal</i> , yaitu campur dan tuang pada permukaan yang rusak
		H	
4	Retak Memanjang dan Melintang	L	Perbaikan dengan memberikan larutan penutup (<i>slurry seal</i>). Larutan penutup ini dapat membantu sebelum perbaikan permanen dilakukan.
		M	<i>Slurry seal</i> yaitu campuran dari aspal emulsi dengan agregat halus yang

Lanjutan Tabel 5.11 Cara Perbaikan pada Titik Kerusakan

No.	Tipe Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Cara Perbaikan
			digunakan untuk perawatan permukaan.
		H	Perbaikan paling sesuai yaitu dengan <i>full depth patching</i> . <i>Full depth patching</i> adalah memindahkan material pada daerah yang telah rusak dan digantikan dengan campuran aspal yang baru.
5	<i>Patching</i> (tambalan)	L	Perbaikan paling sesuai yaitu dengan <i>full depth patching</i> . <i>Full depth patching</i> adalah memindahkan material pada daerah yang telah rusak dan digantikan dengan campuran aspal yang baru.
		M	
		H	
6	Pelapukan dan Butiran Lepas	L	Perawatan yang tepat pada kerusakan ini yaitu menggunakan <i>chip seal</i> . <i>Chip seal</i> adalah perawatan permukaan dengan menuangkan aspal secara langsung pada permukaan <i>flexible pavement</i> , lalu disusul dengan menghamparkan agregat dan lalu di haluskan dengan tandem roller atau orang sering menyebutnya pelapisan ulang (<i>overlay</i>) namun tebalnya tipis. Perawatan ini biasa digunakan karena murah, tahan lama dan mudah ditempatkan.
		M	
		H	

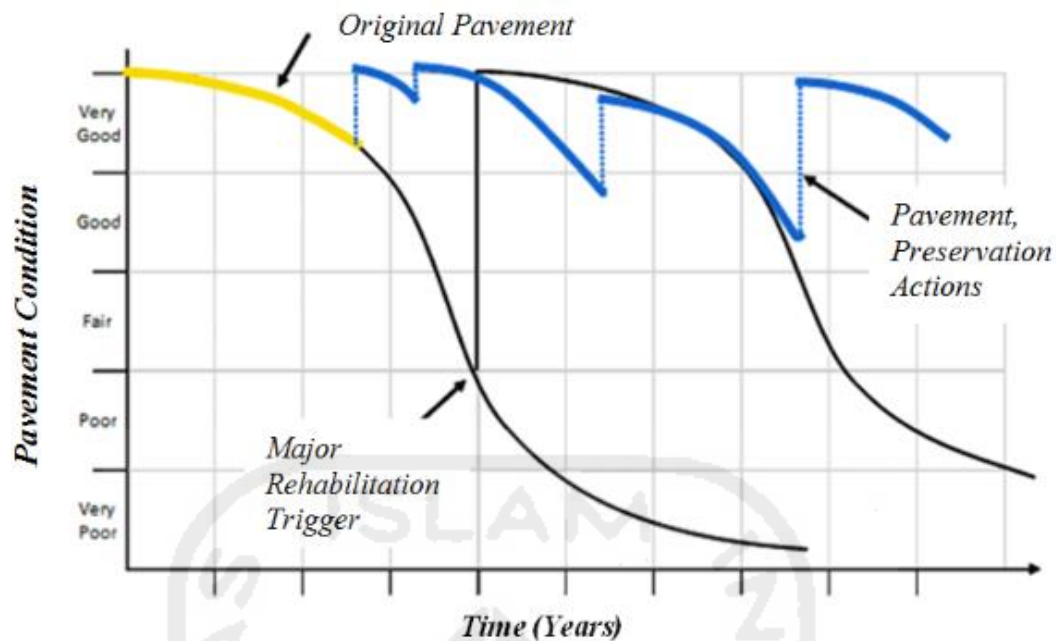
Lanjutan Tabel 5.11 Cara Perbaikan pada Titik Kerusakan

No.	Tipe Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Cara Perbaikan
7	<i>Shoving</i> (sungkur)	L	Perbaikan yang paling baik yaitu melakukan penambalan diseluruh kedalaman. Jika perkerasan mempunyai tebal permukaan aspal dan lapis pondasi 50 mm, sungkur dangkal dapat dibongkar dengan mesin pengelupas (<i>pavement milling machine</i>) atau dengan palu dan betel juga bisa, bila sudah diklupas sungkur dangkal tadi maka dapat dituangkan lapis tambahan campuran aspal panas (<i>hot mix</i>) agar memberikan kekuatan yang cukup pada perkerasan.
		M	
		H	

5.2.2 Pembahasan Lapis Tambahan (*Overlay*)

Dari hasil *survey* ruas jalan Yogyakarta – Barongan didapat *rating* rata-rata sedang (*fair*) dan nilai *Pavement Condition Index* (PCI) sebesar 48,2. Menurut konsep mempertahankan kondisi perkerasan (sesuai *Total Asphalt & concrete Maintenance*. INC) yaitu bila perkerasan sudah dengan kondisi *rating poor* (buruk) maka sebaiknya perkerasan tersebut dilakukan rehabilitasi, yaitu dengan cara memberi lapisan tambahan (*overlay*), apabila tetap tidak dilakukan maka perkerasan akan semakin cepat rusak dan akan sering melakukan kegiatan perawatan, hal ini ditunjukkan pada gambar 5.9.

Pada ruas jalan Yogyakarta – Barongan dengan *rating fair* (sedang) dan berada diatas level *poor* (buruk), maka sebaiknya tetap dilakukan *overlay* fungsional walaupun dapat juga dapat dilakukan perbaikan sesuai dengan jenis kerusakannya, tetapi kemungkinan besarnya tidak dapat bertahan lama dan akan sering melakukan perawatan-perawatan.



Gambar 5.29 Konsep Preservasi Perkerasan

(Sumber: *Total Asphalt & Concrete Maintenance. INC.*, 2008)

Dari hasil analisis lapisan tambahan menggunakan metode AASHTO 1993 untuk dengan umur rencana 10 tahun dan bahan lapisan tambahan menggunakan *Hot Rolled Asphalt (HRA)* (MS = 340 kg) menghasilkan tebal lapisan tambahan yang diperlukan setebal 2,5 inchi atau 6,4 cm.

Sebelum penghamparan lapis HRA, perkerasan yang telah ada harus lebih dulu baik dengan maksud agar lapis tambahan yang baru dapat berfungsi seperti yang diharapkan.

1. Penutupan retakan

Pada permukaan perkerasan lama yang banyak mengalami retak-retak, tapi strukturnya masih cukup baik, maka pada perawatan permukaan aspal dapat dihamparkan sebagai bagian dari persiapan penambahan lapis tambahan. Perawatan ini bertujuan untuk menutup area yang retak dan menutup permukaan agar air dan udara tidak masuk kedalam perkerasan. Retak > 12,5 mm harus diisi dengan pengisi retak (*crack filler*) sebelum dilakukan penutupan.

2. Perbaikan pada sungkur

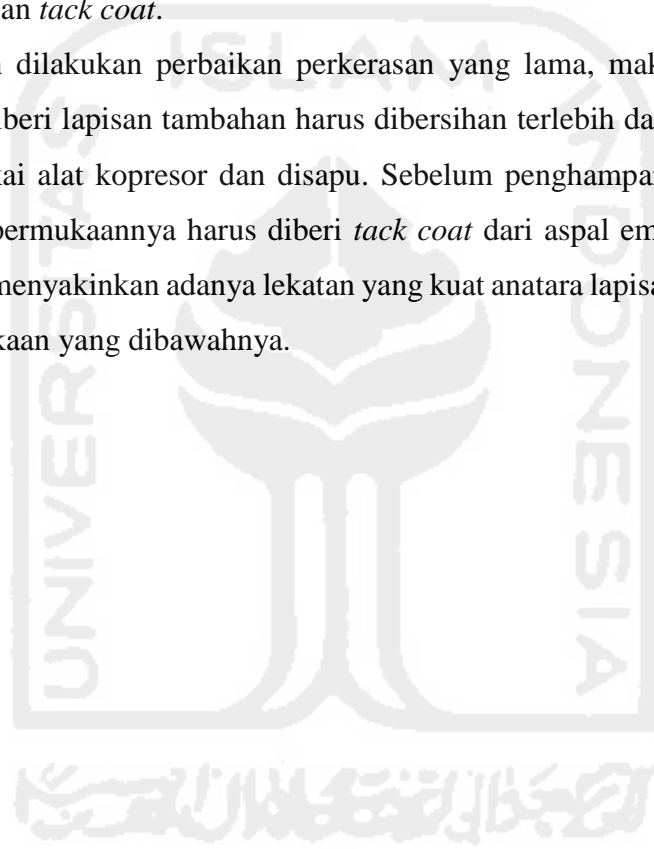
Pada permukaan perkerasan lama terjadi kerusakan sungkur dangkal, maka harus dikelupas pada permukaan perkerasan yang terjadi kerusakan sungkur.

3. Perataan (*leveling*)

Pekerjaan *overlay* HRA harus dilakukan pada permukaan yang rata. Jika tidak dilakukan perbaikan area yang rusak terlebih dahulu, maka dibutuhkan beberapa lapisan perata yang berfungsi untuk memperbaiki garis permukaannya agar kontur permukaan menjadi rata.

4. Pelapisan *tack coat*.

Setelah dilakukan perbaikan perkerasan yang lama, maka permukaan yang akan diberi lapisan tambahan harus dibersihkan terlebih dahulu dengan cara di memakai alat kopresor dan disapu. Sebelum penghamparan lapis tambahan, maka permukaannya harus diberi *tack coat* dari aspal emulsi yang berfungsi untuk menyakinkan adanya lekatan yang kuat antara lapisan tambahan dengan permukaan yang dibawahnya.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan pada ruas jalan Yogyakarta – Barongan ini, maka dapat disimpulkan:

1. Berdasarkan pengamatan secara visual pada ruas jalan Yogyakarta – Barongan, terdapat 7 jenis kerusakan yaitu *alligator cracking*, *block cracking*, *depression*, retak memanjang dan melintang, tambalan (*patching*), pelapukan dan butiran lepas, yang terakhir sungkur (*shoving*). Kerusakan terbesar yaitu *alligator cracking* seluas 1405,749 m² atau 44,12% dari luas total kerusakan serta hampir terjadi merata di jalan tersebut dan kerusakan terkecil *depression* seluas 0,77 m² atau 0,02% dari luas total kerusakan total.
2. Hasil *survey Pavement Condition Index* (PCI) pada ruas jalan Yogyakarta – Barongan setelah dilakukan analisis diperoleh *rating* sedang (*fair*), dengan nilai PCI rata-rata sebesar = 48,2. Nilai maksimum sebesar 78 dengan *rating* sangat baik (*very good*) pada unit sampel 14 atau 12+100 s/d 12+200, nilai PCI minimum sebesar 22 dengan *rating* sangat buruk (*very poor*) pada unit sampel 2,5 dan 7 atau 10+900 s/d 11+000, 11+200 s/d 11+300 dan 11+400 s/d 11+500.
3. Penanganan perbaikan kerusakan disesuaikan dengan tingkat kerusakan atau nilai PCI dan jenis kerusakan dimana kerusakan itu terjadi.
4. Berdasarkan analisis hasil uji DCP *subgrade*, uji CBR Lapangan lapis podasi, *survey* lalu lintas dan data kondisi dilapangan, maka apabila dilakukan pelapisan ulang untuk umur rencana 10 tahun dengan bahan lapisan *Hot Rolled Asphalt* (HRA) maka dipakai tebal lapis tambahan 2,5 inchi atau 6,4 cm.

6.2 SARAN

1. Bila dilihat dari kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Yogyakarta – Barongan, perlu segera dilakukan perbaikan pada titik-titik dimana terjadinya kerusakan jalan, sehingga pelapisan tambahan (*overlay*) secara keseluruhan dapat ditunda.

2. Perlu dilakukan pemantauan secara berkala oleh bagian rehabilitasi Bina Marga Provinsi DIY, agar kerusakan-kerusakan yang terjadi dapat segera diketahui dan segera dapat dilakukan usulan perbaikan sehingga kerusakan tidak bertambah parah.



DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 1993, *Guide for Design of Pavement Structures*, Washinton DC.
- Austroroads. 1987, *A Guide to the Visual Assesment of Pavement Condition*, Sydney.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Bina Teknik, 2009, *Prosedur Operasional Standar Survey Lalulintas*.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2005, *Pedoman Kontruksi dan Bangunan Pd T-05-2005-B tentang Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan*.
- Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Pembinaan Jalan Kota, 1990, *Petunjuk Desain Drainase Prmukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990*.
- FAA. 1982, *Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavement*, US Department of Transportation, Washington DC
- Hardiyatmo, H.C., 2011, *Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hendarsin, S.L. 2003, *Petunjuk Praktis Investivigasi Rekayasa Geoteknik*, Politeknik Negri Bandung.
- Shahin, M.Y., 1996, *Pavement Management for Airport Roads and Parking Lots*, Chapman and Hall, Dept BC., New York.
- Shavelson, Richard J. dan Lisa Towne (Editor). 2002. *Scientific Research in Education*. Washington, DC: National Academy Press.
- SNI 1732-1989-F, Standar Nasional Indonesia, *Tata Cara Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*.
- SNI 1738-2011, Standar Nasional Indonesia, *Cara Uji Cbr Lapangan*.
- U.S. Army Corps of Engineers, 2001, *Unified Facilites Criteria (UFC) Paver Asphalt Surface Airfield Pavement Condition Index (PCI)*.
- Webster, S.L., Brown, R.W. and Porter, J.R. 1994, *Force Projection Site Evaluation Using the Electric Cone Penetrometer (ECP) and Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*, Technical Report GL-994-17, U.S. Air Force, Tyndall AFB, FL.
- Wiyono, Eko. 2012. *Evaluasi Kerusakan Struktur Perkerasan pada Ruas Jalan Semen-Ngluwar Kabupaten Magelang*. Tesis S2 Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik. Universitas Gajah Mada.
- INC, 2008, *Total Asphalt & Concrete Maintenance*, www.totalasphalt.com.

Yoder, E.J. dan Witczak M. W., 1975, *Pripinciles of Pavement Desing*, A. Wiley-Interscience Publication, New York.



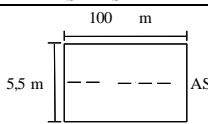
LAMPIRAN



Lampiran 1. Data dan Analisis PCI

Rekapitulasi Nilai PCI

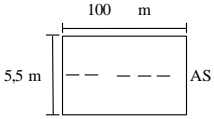
Sampel Unit	STA.	Nilai PCI	Rating
1	10+800-10+900	37	Buruk (poor)
2	10+900-11+000	22	Sangat Buruk (very poor)
3	11+000-11+100	30	Buruk (poor)
4	11+100-11+200	38	Buruk (poor)
5	11+200-11+300	22	Sangat Buruk (very poor)
6	11+300-11+400	36	Buruk (poor)
7	11+400-11+500	22	Sangat Buruk (very poor)
8	11+500-11+600	44	Sedang (fair)
9	11+600-11+700	46	Sedang (fair)
10	11+700-11+800	47	Sedang (fair)
11	11+800-10+900	62	Baik (good)
12	11+900-12+000	61	Baik (good)
13	12+000-12+100	76	Sangat Baik (very good)
14	12+100-12+200	78	Sangat Baik (very good)
15	12+200-12+300	46	Sedang (fair)
16	12+300-12+400	69	Baik (good)
17	12+400-12+500	70	Baik (good)
18	12+500-12+600	48	Sedang (fair)
19	12+600-12+700	50	Sedang (fair)
20	12+700-12+800	60	Baik (good)

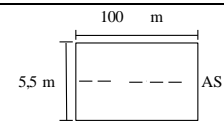
DATA HASIL SURVEY DI LAPANGAN TIAP SEGMENT PERKERASAN LENTUR																																																																																																																																																																		
JALAN : YOGYAKARTA - BARONGAN PROPINSI YOGYAKARTA							TANGGAL 13 MEI 2016																																																																																																																																																											
							13 Mei 2016																																																																																																																																																											
DISURVEY OLEH : FATHAHILLAH SASMITA ASHAKANDARI							STASIUN																																																																																																																																																											
							11+000 s/d 11+100																																																																																																																																																											
JENIS KERUSAKAN							SEGMENT : 3																																																																																																																																																											
1. Retak kulit buaya (Alligator cracking) 2. Kegemukan (bleeding) 3. Retak blok (blok cracking) 4. Keriting (Corrugation) 5. Ambles (depression) 6. Retak refleksi sambungan (joint reflection cracking) 7. Retak memanjang dan melintang 8. Oil spillage							9. Tambalan (Patching) 10. Agregat licin (polished aggregate) 11. Pelapukan dan butiran lepas 12. Alur (rutting) 13. Sungkur (shoving) 14. Retak slip/bentuk bulan sabit (slippage cracking) 15. Pengembangan (swell) 16. Potholes (Lubang)			LUAS SEGMENT: 550 m ² SKETSA 																																																																																																																																																								
TIPE KERUSAKAN DI LAPANGAN																																																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">1</th> <th colspan="2">1</th> <th colspan="2">1</th> <th colspan="2">3</th> <th colspan="2">11</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"></td> <td>1,60 x 1,50 M</td> <td>1,10 x 0,50 H</td> <td>0,50 x 0,40 H</td> <td>1,60 x 1,30 M</td> <td>32,00 x 1,38 M</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>2,40 x 1,50 L</td> <td>1,10 x 0,60 H</td> <td>15,70 x 1,80 M</td> <td>5,80 x 1,60 M</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>4,50 x 1,20 M</td> <td>0,90 x 0,50 H</td> <td>15,30 x 1,50 M</td> <td>7,60 x 1,30 M</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>3,40 x 1,20 M</td> <td>1,00 x 1,35 L</td> <td>6,00 x 1,30 M</td> <td>13,00 x 1,70 M</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>8,00 x 2,00 M</td> <td>12,20 x 1,50 M</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>1,90 x 0,50 L</td> <td>4,80 x 1,35 M</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>2,00 x 1,38 M</td> <td>3,75 x 0,80 L</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>3,00 x 1,20 H</td> <td>3,20 x 0,45 H</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>1,65 x 0,50 H</td> <td>3,40 x 0,70 M</td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL SEVERITY</td> <td>L</td> <td></td> <td>8,9</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> <td>44</td> <td>m²</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>M</td> <td></td> <td>116,8</td> <td>m²</td> <td>43,34</td> <td>m²</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>H</td> <td></td> <td>7,725</td> <td>m²</td> <td colspan="6"></td> </tr> </tbody> </table>												1		1		1		3		11				1,60 x 1,50 M	1,10 x 0,50 H	0,50 x 0,40 H	1,60 x 1,30 M	32,00 x 1,38 M								2,40 x 1,50 L	1,10 x 0,60 H	15,70 x 1,80 M	5,80 x 1,60 M								4,50 x 1,20 M	0,90 x 0,50 H	15,30 x 1,50 M	7,60 x 1,30 M								3,40 x 1,20 M	1,00 x 1,35 L	6,00 x 1,30 M	13,00 x 1,70 M								8,00 x 2,00 M	12,20 x 1,50 M											1,90 x 0,50 L	4,80 x 1,35 M											2,00 x 1,38 M	3,75 x 0,80 L											3,00 x 1,20 H	3,20 x 0,45 H											1,65 x 0,50 H	3,40 x 0,70 M									TOTAL SEVERITY		L		8,9	m ²			44	m ²					M		116,8	m ²	43,34	m ²							H		7,725	m ²						
		1		1		1		3		11																																																																																																																																																								
		1,60 x 1,50 M	1,10 x 0,50 H	0,50 x 0,40 H	1,60 x 1,30 M	32,00 x 1,38 M																																																																																																																																																												
		2,40 x 1,50 L	1,10 x 0,60 H	15,70 x 1,80 M	5,80 x 1,60 M																																																																																																																																																													
		4,50 x 1,20 M	0,90 x 0,50 H	15,30 x 1,50 M	7,60 x 1,30 M																																																																																																																																																													
		3,40 x 1,20 M	1,00 x 1,35 L	6,00 x 1,30 M	13,00 x 1,70 M																																																																																																																																																													
		8,00 x 2,00 M	12,20 x 1,50 M																																																																																																																																																															
		1,90 x 0,50 L	4,80 x 1,35 M																																																																																																																																																															
		2,00 x 1,38 M	3,75 x 0,80 L																																																																																																																																																															
		3,00 x 1,20 H	3,20 x 0,45 H																																																																																																																																																															
		1,65 x 0,50 H	3,40 x 0,70 M																																																																																																																																																															
TOTAL SEVERITY		L		8,9	m ²			44	m ²																																																																																																																																																									
		M		116,8	m ²	43,34	m ²																																																																																																																																																											
		H		7,725	m ²																																																																																																																																																													
ANALISIS PCI																																																																																																																																																																		
JENIS KERUSAKAN	SEVERITY	LUAS	DENSITY (%)	DEDUCT VALUE																																																																																																																																																														
1	L	8,9	1,62	16																																																																																																																																																														
1	M	116,8	21,24	55																																																																																																																																																														
1	H	7,725	1,40	33																																																																																																																																																														
3	M	43,34	7,88	14																																																																																																																																																														
11	M	44	8,00	17																																																																																																																																																														
TOTAL DEDUCT VALUE (TDV)				135																																																																																																																																																														
CORRECTED DEDUCT VALUE (CDV)				70																																																																																																																																																														
PCI = 100 - CDV = 100 - 70 = 30 RATING = BURUK																																																																																																																																																																		
Pengurangan ijin maksimum (m) (untuk jalan dan tempat parkir) Rumus $m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$ HDV = 55 m = 5,13 > 5																																																																																																																																																																		
CDV maksimum (iterasi)																																																																																																																																																																		
No	Nilai Pengurangan (Deduct Value)						Total	q	CDV																																																																																																																																																									
1	55	33	17	16	14	135	5	70																																																																																																																																																										
2	55	33	17	16	2	123	4	69																																																																																																																																																										
3	55	33	17	2	2	109	3	68																																																																																																																																																										
4	55	33	2	2	2	94	2	66																																																																																																																																																										
5	55	2	2	2	2	63	1	63																																																																																																																																																										

DATA HASIL SURVEY DI LAPANGAN TIAP SEGMENT PERKERASAN LENTUR												
JALAN : YOGYAKARTA - BARONGAN PROPINSI YOGYAKARTA										TANGGAL 13 MEI 2016		
										13 Mei 2016		
DISURVEY OLEH : FATHAHILLAH SASMITA ASHAKANDARI										STASIUN		
										11+600 s/d 11+700		
JENIS KERUSAKAN										SEGMENT : 9		
1. Retak kulit buaya (Alligator cracking) 2. Kegemukan (bleeding) 3. Retak blok (blok cracking) 4. Keriting (Corrugation) 5. Ambles (depression) 6. Retak refleksi sambungan (joint reflection cracking) 7. Retak memanjang dan melintang 8. Oil spillage 9. Tambalan (Patching) 10. Agregat licin (polished aggregate) 11. Pelapukan dan butiran lepas 12. Alur (rutting) 13. Sungkur (shoving) 14. Retak slip/bentuk bulan sabit (slippage cracking) 15. Pengembangan (swell) 16. Potholes (Lubang)										LUAS SEGMENT: 550 m ²		
										SKETSA		
										Luas (m ²): 550		
TIPE KERUSAKAN DI LAPANGAN												
1			3			7			9			
7,90 x 2,20 M			7,10 x 1,10 M			2,75 L			1,60 x 0,50 M			
4,50 x 1,20 M			3,90 x 1,20 M			2,75 L			6,00 x 1,30 M			
3,10 x 0,40 M						2,75 L			2,00 x 1,30 M			
1,30 x 1,00 M						9,70 H			2,00 x 0,50 M			
4,80 x 1,30 M						2,75 L						
4,30 x 1,20 M						2,75 L						
8,00 x 0,90 L						2,75 L						
9,70 x 1,10 M												
7,10 x 1,00 L												
TOTAL SEVERITY	L	14,3	m ²			16,50	m	12,2	m ²			
	M	47,39	m ²	12,49	m ²							
	H					9,70	m					
ANALISIS PCI												
JENIS KERUSAKAN	SEVERITY	LUAS	DENSITY (%)	DEDUCT VALUE								
1	L	14,3	2,60	19								
1	M	47,39	8,62	44								
3	M	12,49	2,27	7								
7	L	16,50	3,00	2								
7	H	9,70	1,76	12								
9	M	12,2	2,22	15								
TOTAL DEDUCT VALUE (TDV)				99								
CORRECTED DEDUCT VALUE (CDV)				54								
Pengurangan ijin maksimum (m) (untuk jalan dan tempat parkir) Rumus $m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$ HDV 44 m 6,14 > 6												
CDV maksimum (iterasi)												
No	Nilai Pengurangan (Deduct Value)							Total	q	CDV		
1	44	19	15	12	7	2	99	6	48			
2	44	19	15	12	7	2	99	5	52			
3	44	19	15	12	2	2	94	4	54			
4	44	19	15	2	2	2	84	3	54			
5	44	19	2	2	2	2	71	2	53			
6	44	2	2	2	2	2	54	1	54			

$$\begin{aligned}
 \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\
 &= 100 - 54 \\
 &= 46
 \end{aligned}$$

RATING = SEDANG

DATA HASIL SURVEY DI LAPANGAN TIAP SEGMENT PERKERASAN LENTUR										
JALAN : YOGYAKARTA - BARONGAN PROPINSI YOGYAKARTA							TANGGAL 13 MEI 2016 13 Mei 2016			
							STASHUN 12+000 s/d 12+100			
DISURVEY OLEH : FATHAHILLAH SASMITA ASHAKANDARI							SEGMENT : 13			
JENIS KERUSAKAN							LUAS SEGMENT : 550 m ²			
1. Retak kulit buaya (Alligator cracking) 2. Kegemukan (bleeding) 3. Retak blok (blok cracking) 4. Keriting (Corrugation) 5. Ambles (depression) 6. Retak refleksi sambungan (joint reflection cracking) 7. Retak memanjang dan melintang 8. Oil spillage				9. Tambalan (Patching) 10. Agregat licin (polished aggregate) 11. Pelapukan dan butiran lepas 12. Alur (rutting) 13. Sungkur (shoving) 14. Retak slip/bentuk bulan sabit (slippage cracking) 15. Pengembangan (swell) 16. Potholes (Lubang)				SKETSA 		
TIPE KERUSAKAN DI LAPANGAN										
		I		II						
		2,00 x 0,30 L		24,00 x 2,10 M						
		4,50 x 0,30 L		12,00 x 1,30 M						
		4,70 x 0,30 L		13,00 x 1,80 M						
TOTAL SEVERITY		L	3,36	m ²	89,4	m ²				
		M								
		H								
ANALISIS PCI										
JENIS KERUSAKAN	SEVERITY	LUAS	DENSITY (%)	DEDUCT VALUE						
I	L	3,36	0,61	8						
II	M	89,4	16,25	22						
TOTAL DEDUCT VALUE (TDV)				30						
CORRECTED DEDUCT VALUE (CDV)				24						
$PCI = 100 - CDV$ $= 100 - 24$ $= 76$ RATING = SANGAT BAIK										
Pengurangan i_{jm} maksimum (m) (untuk jalan dan tempat parkir) Rumus $m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$ HDV 22 m 8,16 > 2										
CDV maksimum (iterasi)										
No	Nilai Pengurangan (Deduct Value)				Total	q	CDV			
1	22	8			30	2	22			
2	22	2			24	1	24			

DATA HASIL SURVEY DI LAPANGAN TIAP SEGMENT PERKERASAN LENTUR																																																																																																																																										
JALAN : YOGYAKARTA - BARONGAN PROPINSI YOGYAKARTA										TANGGAL 13 MEI 2016																																																																																																																																
										13 Mei 2016																																																																																																																																
DISURVEY OLEH : FATHAHILLAH SASMITA ASHAKANDARI										STASIUN																																																																																																																																
										12+500 s/d 12+600																																																																																																																																
JENIS KERUSAKAN										SEGMENT : 18																																																																																																																																
1. Retak kulit buaya (Alligator cracking) 2. Kegemukan (bleeding) 3. Retak blok (blok cracking) 4. Keriting (Corrugation) 5. Ambles (depression) 6. Retak refleksi sambungan (joint reflection cracking) 7. Retak memanjang dan melintang 8. Oil spillage										9. Tambalan (Patching) 10. Agregat licin (polished aggregate) 11. Pelapukan dan butiran lepas 12. Alur (rutting) 13. Sungkur (shoving) 14. Retak slip/bentuk bulan sabit (slippage cracking) 15. Pengembangan (swell) 16. Potholes (Lubang)			LUAS SEGMENT: 550 m ² SKETSA 																																																																																																																													
										Luas (m ²): 550																																																																																																																																
TIPE KERUSAKAN DI LAPANGAN																																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">1</th> <th colspan="2">7</th> <th colspan="2">11</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"></td> <td>3,10</td><td>x</td><td>1,00</td><td>H</td> <td>2,75</td><td>L</td> <td>12,00</td><td>x</td><td>2,30</td><td>L</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>2,20</td><td>x</td><td>1,20</td><td>M</td> <td>2,75</td><td>L</td> <td>24,00</td><td>x</td><td>2,00</td><td>L</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>4,00</td><td>x</td><td>0,40</td><td>L</td> <td>2,75</td><td>L</td> <td>10,30</td><td>x</td><td>2,10</td><td>L</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>2,30</td><td>x</td><td>1,00</td><td>L</td> <td>2,75</td><td>L</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>25,20</td><td>x</td><td>1,10</td><td>M</td> <td>11,50</td><td>H</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>2,75</td><td>L</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>2,75</td><td>L</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>2,75</td><td>L</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>															1		7		11										3,10	x	1,00	H	2,75	L	12,00	x	2,30	L					2,20	x	1,20	M	2,75	L	24,00	x	2,00	L					4,00	x	0,40	L	2,75	L	10,30	x	2,10	L					2,30	x	1,00	L	2,75	L									25,20	x	1,10	M	11,50	H													2,75	L													2,75	L													2,75	L						
		1		7		11																																																																																																																																				
		3,10	x	1,00	H	2,75	L	12,00	x	2,30	L																																																																																																																															
		2,20	x	1,20	M	2,75	L	24,00	x	2,00	L																																																																																																																															
		4,00	x	0,40	L	2,75	L	10,30	x	2,10	L																																																																																																																															
		2,30	x	1,00	L	2,75	L																																																																																																																																			
		25,20	x	1,10	M	11,50	H																																																																																																																																			
						2,75	L																																																																																																																																			
						2,75	L																																																																																																																																			
						2,75	L																																																																																																																																			
TOTAL SEVERITY		L	3,9	m ²	19,25	m	97,23	m ²																																																																																																																																		
		M	30,36	m ²																																																																																																																																						
		H	3,1	m ²	11,50	m																																																																																																																																				
ANALISIS PCI																																																																																																																																										
JENIS KERUSAKAN	SEVERITY	LUAS	DENSITY (%)	DEDUCT VALUE																																																																																																																																						
1	L	3,9	0,71	8																																																																																																																																						
1	M	30,36	5,52	39																																																																																																																																						
1	H	3,1	0,56	23																																																																																																																																						
7	L	19,25	3,50	2																																																																																																																																						
7	H	11,50	2,09	13																																																																																																																																						
11	L	97,23	17,68	7																																																																																																																																						
								$PCI = 100 - CDV$ $= 100 - 52$ $= 48$																																																																																																																																		
								RATING = SEDANG																																																																																																																																		
TOTAL DEDUCT VALUE (TDV)								92																																																																																																																																		
CORRECTED DEDUCT VALUE (CDV)								52																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Pengurangan ijin maksimum (m)</th> <th colspan="2">(untuk jalan dan tempat parkir)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rumus</td> <td colspan="3">$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HDV</td> <td colspan="3">39</td> <td></td> </tr> <tr> <td>m</td> <td>6,60</td> <td>></td> <td>6</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>													Pengurangan ijin maksimum (m)		(untuk jalan dan tempat parkir)		Rumus	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$				HDV	39				m	6,60	>	6																																																																																																												
Pengurangan ijin maksimum (m)		(untuk jalan dan tempat parkir)																																																																																																																																								
Rumus	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$																																																																																																																																									
HDV	39																																																																																																																																									
m	6,60	>	6																																																																																																																																							
CDV maksimum (iterasi)																																																																																																																																										
No	Nilai Pengurangan (Deduct Value)							Total	q	CDV																																																																																																																																
1	39	23	13	8	7	2	92	6	44																																																																																																																																	
2	39	23	13	8	7	2	92	5	48																																																																																																																																	
3	39	23	13	8	2	2	87	4	50																																																																																																																																	
4	39	23	13	2	2	2	81	3	52																																																																																																																																	
5	39	23	2	2	2	2	70	2	52																																																																																																																																	
6	39	2	2	2	2	2	49	1	49																																																																																																																																	

DATA HASIL SURVEY DI LAPANGAN TIAP SEGMENT PERKERASAN LENTUR																																																																																																																																																																																																										
JALAN : YOGYAKARTA - BARONGAN PROPINSI YOGYAKARTA										TANGGAL 13 MEI 2016																																																																																																																																																																																																
										13 Mei 2016																																																																																																																																																																																																
DISURVEY OLEH : FATHAHILLAH SASMITA ASHAKANDARI										STASIUN																																																																																																																																																																																																
										12+700 s/d 12+800																																																																																																																																																																																																
JENIS KERUSAKAN										SEGMENT : 20																																																																																																																																																																																																
1. Retak kulit buaya (Alligator cracking) 2. Kegemukan (bleeding) 3. Retak blok (blok cracking) 4. Keriting (Corrugation) 5. Ambles (depression) 6. Retak refleksi sambungan (joint reflection cracking) 7. Retak memanjang dan melintang 8. Oil spillage										LUAS SEGMENT: 550 m ²																																																																																																																																																																																																
9. Tambalan (Patching) 10. Agregat licin (polished aggregate) 11. Pelapukan dan butiran lepas 12. Alur (rutting) 13. Sungkur (shoving) 14. Retak slip/bentuk bulan sabit (slippage cracking) 15. Pengeembangan (swell) 16. Potholes (Lubang)										SKETSA																																																																																																																																																																																																
TIPE KERUSAKAN DI LAPANGAN																																																																																																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">1</th> <th colspan="2">7</th> <th colspan="2">9</th> <th colspan="2">11</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"></td> <td>3,00</td><td>x</td><td>0,40</td><td>L</td> <td>2,75</td><td>L</td> <td>0,40</td><td>x</td><td>0,40</td><td>L</td> <td>13,00</td><td>x</td><td>1,20</td><td>L</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>1,20</td><td>x</td><td>0,30</td><td>L</td> <td>2,75</td><td>L</td> <td>1,20</td><td>x</td><td>0,60</td><td>M</td> <td>23,00</td><td>x</td><td>1,10</td><td>L</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>1,08</td><td>x</td><td>0,30</td><td>M</td> <td>2,75</td><td>L</td> <td>5,00</td><td>x</td><td>1,38</td><td>M</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>1,80</td><td>x</td><td>1,00</td><td>L</td> <td>2,75</td><td>L</td> <td>1,00</td><td>x</td><td>0,90</td><td>M</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>9,10</td><td>x</td><td>0,90</td><td>L</td> <td>2,60</td><td>L</td> <td>1,00</td><td>x</td><td>0,90</td><td>L</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>3,00</td><td>x</td><td>0,80</td><td>L</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>6,50</td><td>x</td><td>1,00</td><td>M</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>4,80</td><td>x</td><td>1,00</td><td>M</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL SEVERITY</td> <td>L</td><td></td><td>13,95</td><td>m²</td> <td>13,60</td><td>m</td> <td>1,06</td><td>m²</td> <td>40,9</td><td>m²</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>M</td><td></td><td>11,624</td><td>m²</td> <td></td><td></td> <td>8,495</td><td>m²</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>H</td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>															1		7		9		11								3,00	x	0,40	L	2,75	L	0,40	x	0,40	L	13,00	x	1,20	L			1,20	x	0,30	L	2,75	L	1,20	x	0,60	M	23,00	x	1,10	L			1,08	x	0,30	M	2,75	L	5,00	x	1,38	M							1,80	x	1,00	L	2,75	L	1,00	x	0,90	M							9,10	x	0,90	L	2,60	L	1,00	x	0,90	L							3,00	x	0,80	L													6,50	x	1,00	M													4,80	x	1,00	M											TOTAL SEVERITY		L		13,95	m ²	13,60	m	1,06	m ²	40,9	m ²							M		11,624	m ²			8,495	m ²									H													
		1		7		9		11																																																																																																																																																																																																		
		3,00	x	0,40	L	2,75	L	0,40	x	0,40	L	13,00	x	1,20	L																																																																																																																																																																																											
		1,20	x	0,30	L	2,75	L	1,20	x	0,60	M	23,00	x	1,10	L																																																																																																																																																																																											
		1,08	x	0,30	M	2,75	L	5,00	x	1,38	M																																																																																																																																																																																															
		1,80	x	1,00	L	2,75	L	1,00	x	0,90	M																																																																																																																																																																																															
		9,10	x	0,90	L	2,60	L	1,00	x	0,90	L																																																																																																																																																																																															
		3,00	x	0,80	L																																																																																																																																																																																																					
		6,50	x	1,00	M																																																																																																																																																																																																					
		4,80	x	1,00	M																																																																																																																																																																																																					
TOTAL SEVERITY		L		13,95	m ²	13,60	m	1,06	m ²	40,9	m ²																																																																																																																																																																																															
		M		11,624	m ²			8,495	m ²																																																																																																																																																																																																	
		H																																																																																																																																																																																																								
ANALISIS PCI																																																																																																																																																																																																										
JENIS KERUSAKAN	SEVERITY	LUAS	DENSITY (%)	DEDUCT VALUE																																																																																																																																																																																																						
1	L	13,95	2,54	18																																																																																																																																																																																																						
1	M	11,624	2,11	29																																																																																																																																																																																																						
7	L	13,60	2,47	1																																																																																																																																																																																																						
9	L	1,06	0,19	0																																																																																																																																																																																																						
9	M	8,495	1,54	12																																																																																																																																																																																																						
11	L	40,9	7,44	4																																																																																																																																																																																																						
				TOTAL DEDUCT VALUE (TDV)	64																																																																																																																																																																																																					
				CORRECTED DEDUCT VALUE (CDV)	40																																																																																																																																																																																																					
$PCI = 100 - CDV$ $= 100 - 40$ $= 60$																																																																																																																																																																																																										
RATING = BAIK																																																																																																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Pengurangan ijin maksimum (m)</th> <th colspan="2">(untuk jalan dan tempat parkir)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rumus</td> <td colspan="3">$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$</td> </tr> <tr> <td>HDV</td> <td colspan="3">29</td> </tr> <tr> <td>m</td> <td>7,52</td> <td>></td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>													Pengurangan ijin maksimum (m)		(untuk jalan dan tempat parkir)		Rumus	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$			HDV	29			m	7,52	>	6																																																																																																																																																																														
Pengurangan ijin maksimum (m)		(untuk jalan dan tempat parkir)																																																																																																																																																																																																								
Rumus	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$																																																																																																																																																																																																									
HDV	29																																																																																																																																																																																																									
m	7,52	>	6																																																																																																																																																																																																							
CDV maksimum (iterasi)																																																																																																																																																																																																										
No	Nilai Pengurangan (Deduct Value)							Total	q	CDV																																																																																																																																																																																																
1	29	18	12	4	1	0	64	4	36																																																																																																																																																																																																	
2	29	18	12	2	1	0	62	3	40																																																																																																																																																																																																	
3	29	18	2	2	1	0	52	2	38																																																																																																																																																																																																	
4	29	2	2	2	1	0	36	1	36																																																																																																																																																																																																	

Lampiran 2. Foto Kegiatan Penelitian



Gambar 2-1 *Block Cracking*



Gambar 2-2 *Retak Melintang*



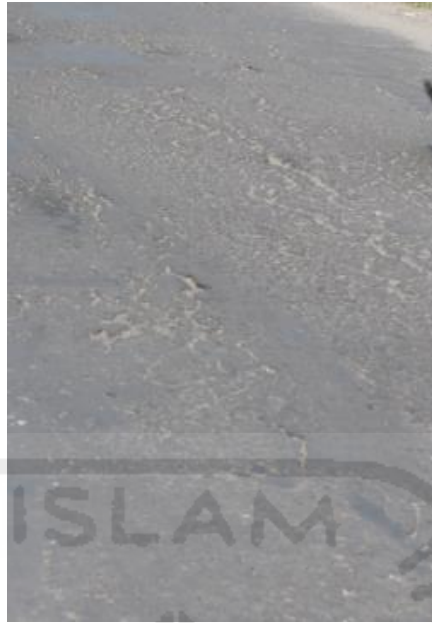
Gambar 2-3 *Alligator Cracking*



Gambar 2-4 *Alligator Cracking*



Gambar 2-5 *Depression*



Gambar 2-6 Pelapukan dan Butiran Lepas



Gambar 2-7 Sungkur (*Shoving*)



Gambar 2-8 *Patching*



Gambar 2-9 Uji DCP Sta.12+200



Gambar 2-9 Uji DCP Sta.10+600



Gambar 2-10 Uji DCP Sta. 12+700



Gambar 2-11 Jarak Lubang Test DCP dengan Jalan



Gambar 2-12 Uji CBR Lapangan Sta. 12+700



Gambar 2-13 Uji CBR Lapangan Sta. 10+900



Gambar 2-13 Team Uji CBR Lapangan di Sta.11+800

Lampiran 3. Data dan Analisis Uji DCP *Subgrade*

REKAPITULASI HASIL UJI DCP PADA TANAH DASAR

TITIK	STA	CBR (%)
1	10+800	16.50
2	10+900	7.28
3	11+000	9.09
4	11+100	9.48
5	11+200	12.30
6	11+300	7.96
7	11+400	26.55
8	11+500	7.42
9	11+600	11.97
10	11+700	13.95
11	11+800	16.06
12	11+900	12.62
13	12+000	13.39
14	12+100	12.24
15	12+200	18.84
16	12+300	32.13
17	12+400	8.64
18	12+500	31.42
19	12+600	15.29
20	12+700	25.55
21	12+800	8.39
Rata-rata		15.10

UJI DCP

Proyek : Penelitian Diuji oleh : Fathah dan Yohan
 Lokasi : Jalan Yogyakarta - Barongan Tanggal : 21 Mei 2016
 No. Titik 1 Cuaca : Cerah
 STA 10+800

PUKULAN (BLOW)	JUMLAH PUKULAN	PENETRASI (mm)	SELISIH PENETRASI 2 BACAAN (mm)	DCP (mm/pukulan)	CBR (%)
0	0	0	0	0	0
1	1	13	13	13	26,79
2	1	24	11	11	31,66
3	1	33	9	9	38,70
4	1	48	15	15	23,22
5	1	82	34	34	10,24
6	1	104	22	22	15,83
7	1	127	23	23	15,14
8	1	156	29	29	12,01
9	1	177	21	21	16,59
10	1	206	29	29	12,01
11	1	215	9	9	38,70
12	1	223	8	8	43,54
13	1	240	17	17	20,49
14	1	283	43	43	8,10
15	1	320	37	37	9,41
16	1	354	34	34	10,24
17	1	389	35	35	9,95
18	1	424	35	35	9,95
19	1	465	41	41	8,50
20	1	499	34	34	10,24
21	1	534	35	35	9,95
22	1	570	36	36	9,68
23	1	603	33	33	10,55
24	1	637	34	34	10,24
25	1	672	35	35	9,95
26	1	705	33	33	10,55
27	1	733	28	28	12,44
28	1	764	31	31	11,24
29	1	786	22	22	15,83
30	1	814	28	28	12,44
31	1	833	19	19	18,33
32	1	855	22	22	15,83
33	1	871	16	16	21,77
34	1	885	14	14	24,88
35	1	913	28	28	12,44
CBR Rata-rata					16,50

UJI DCP

Proyek : Penelitian Diuji oleh : Fathah dan Yohan
 Lokasi : Jalan Yogyakarta - Barongan Tanggal : 21 Mei 2016
 No. Titik : 7 Cuaca : Cerah
 STA : 11+400

PUKULAN (BLOW)	JUMLAH PUKULAN	PENETRASI (mm)	SELISIH PENETRASI 2 BACAAN (mm)	DCP (mm/pukulan)	CBR (%)
0	0	0	0	0	0
1	1	10	10	10	34,83
2	1	19	9	9	38,70
3	1	20	17	17	20,49
4	1	45	9	9	38,70
5	1	55	10	10	34,83
6	1	65	10	10	34,83
7	1	80	15	15	23,22
8	1	91	11	11	31,66
9	1	100	9	9	38,70
10	1	115	15	15	23,22
11	1	120	6	6	58,05
12	1	150	29	29	12,01
13	1	165	15	15	23,22
14	1	175	10	10	34,83
15	1	186	11	11	31,66
16	1	198	12	12	29,03
17	1	211	13	13	26,79
18	1	229	18	18	19,35
19	1	249	20	20	17,42
20	1	264	15	15	23,22
21	1	281	17	17	20,49
22	1	300	19	19	18,33
23	1	315	15	15	23,22
24	1	334	19	19	18,33
25	1	357	23	23	15,14
26	1	378	21	21	16,59
27	1	399	21	21	16,59
28	1	420	21	21	16,59
29	1	440	20	20	17,42
30	1	451	11	11	31,66
31	1	470	19	19	18,33
32	1	480	10	10	34,83
33	1	494	14	14	24,88
34	1	505	11	11	31,66
35	1	515	10	10	34,83
36	1	525	10	10	34,83
37	1	535	10	10	34,83
38	1	550	15	15	23,22
39	1	567	17	17	20,49
40	1	567	23	23	15,14
CBR Rata-rata					26,55

UJI DCP

Proyek : Penelitian Diuji oleh : Fathah dan Yohan
 Lokasi : Jalan Yogyakarta - Barongan Tanggal : 21 Mei 2016
 No. Titik : 15 Cuaca : Cerah
 STA : 12+200

PUKULAN (BLOW)	JUMLAH PUKULAN	PENETRASI (mm)	SELISIH PENETRASI 2 BACAAN (mm)	DCP (mm/pukulan)	CBR (%)
0	0	0	0	0	0
1	1	19	19	19	18,33
2	1	44	25	25	13,93
3	1	65	21	21	16,59
4	1	84	19	19	18,33
5	1	102	18	18	19,35
6	1	122	20	20	17,42
7	1	134	12	12	29,03
8	1	143	9	9	38,70
9	1	152	9	9	38,70
10	1	165	13	13	26,79
11	1	176	11	11	31,66
12	1	190	14	14	24,88
13	1	209	19	19	18,33
14	1	228	19	19	18,33
15	1	254	26	26	13,40
16	1	281	27	27	12,90
17	1	302	21	21	16,59
18	1	316	14	14	24,88
19	1	326	10	10	34,83
20	1	332	6	6	58,05
21	1	348	16	16	21,77
22	1	373	25	25	13,93
23	1	393	20	20	17,42
24	1	417	24	24	14,51
25	1	443	26	26	13,40
26	1	462	19	19	18,33
27	1	484	22	22	15,83
28	1	512	28	28	12,44
29	1	536	24	24	14,51
30	1	567	31	31	11,24
31	1	602	35	35	9,95
32	1	638	36	36	9,68
33	1	677	39	39	8,93
34	1	715	38	38	9,17
35	1	761	46	46	7,57
36	1	797	36	36	9,68
37	1	826	29	29	12,01
38	1	854	28	28	12,44
39	1	874	20	20	17,42
40	1	902	28	28	12,44
CBR Rata-rata					18,84

UJI DCP

Proyek : Penelitian Diuji oleh : Fathah dan Yohan
 Lokasi : Jalan Yogyakarta - Barongan Tanggal : 21 Mei 2016
 No. Titik : 18 Cuaca : Cerah
 STA : 12+500

PUKULAN (BLOW)	JUMLAH PUKULAN	PENETRASI (mm)	SELISIH PENETRASI 2 BACAAN (mm)	DCP (mm/pukulan)	CBR (%)
0	0	0	0	0	0
1	1	9	9	9	38,70
2	1	21	12	12	29,03
3	1	26	5	5	69,66
4	1	30	4	4	87,08
5	1	36	6	6	58,05
6	1	40	4	4	87,08
7	1	54	14	14	24,88
8	1	60	6	6	58,05
9	1	70	10	10	34,83
10	1	74	4	4	87,08
11	1	80	6	6	58,05
12	1	86	6	6	58,05
13	1	94	8	8	43,54
14	1	102	8	8	43,54
15	1	112	10	10	34,83
16	1	124	12	12	29,03
17		136	12	12	29,03
18	1	148	12	12	29,03
19	1	159	11	11	31,66
20	1	170	11	11	31,66
21	1	180	10	10	34,83
22	1	204	24	24	14,51
23	1	222	18	18	19,35
24	1	244	22	22	15,83
25	1	262	18	18	19,35
26	1	287	25	25	13,93
27	1	314	27	27	12,90
28	1	340	26	26	13,40
29	1	380	40	40	8,71
30	1	421	41	41	8,50
31	1	464	43	43	8,10
32	1	516	52	52	6,70
33	1	682	166	166	2,10
34	1	707	25	25	13,93
35	1	725	18	18	19,35
36	1	745	20	20	17,42
37	1	764	19	19	18,33
38	1	803	39	39	8,93
39	1	822	19	19	18,33
40	1	840	18	18	19,35
CBR Rata-rata					31,42

UJI DCP

Proyek : Penelitian Diuji oleh : Fathah dan Yohan
 Lokasi : Jalan Yogyakarta - Barongan Tanggal : 21 Mei 2016
 No. Titik : 20 Cuaca : Cerah
 STA : 12+700

PUKULAN (BLOW)	JUMLAH PUKULAN	PENETRASI (mm)	SELISIH PENETRASI 2 BACAAN (mm)	DCP (mm/pukulan)	CBR (%)
0	0	0	0	0	0
1	1	14	14	14	24,88
2	1	31	17	17	20,49
3	1	49	18	18	19,35
4	1	60	11	11	31,66
5	1	67	7	7	49,76
6	1	76	9	9	38,70
7	1	86	10	10	34,83
8	1	100	14	14	24,88
9	1	106	6	6	58,05
10	1	114	8	8	43,54
11	1	126	12	12	29,03
12	1	136	10	10	34,83
13	1	150	14	14	24,88
14	1	165	15	15	23,22
15	1	183	18	18	19,35
16	1	208	25	25	13,93
17	1	238	30	30	11,61
18	1	268	30	30	11,61
19	1	311	43	43	8,10
20	1	365	54	54	6,45
21	1	428	63	63	5,53
22	1	464	36	36	9,68
23	1	536	72	72	4,84
24	1	591	55	55	6,33
25	1	610	19	19	18,33
26	1	626	16	16	21,77
27	1	641	15	15	23,22
28	1	655	14	14	24,88
29	1	670	15	15	23,22
30	1	686	16	16	21,77
31	1	703	17	17	20,49
32	1	719	16	16	21,77
33	1	729	10	10	34,83
34	1	735	6	6	58,05
35	1	751	16	16	21,77
36	1	759	8	8	43,54
37	1	770	11	11	31,66
38	1	780	10	10	34,83
39	1	790	10	10	34,83
40	1	801	11	11	31,66
CBR Rata-rata					25,55

Tabel Menentukan CBR yang Mewakili

CBR (%)	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen (%) yang sama atau lebih besar
7,28	21	100,00
7,42	20	95,24
7,96	19	90,48
8,39	18	85,71
8,64	17	80,95
9,09	16	76,19
9,48	15	71,43
11,97	14	66,67
12,24	13	61,90
12,30	12	57,14
12,62	11	52,38
13,39	10	47,62
13,95	9	42,86
15,29	8	38,10
16,06	7	33,33
16,50	6	28,57
18,84	5	23,81
25,55	4	19,05
26,55	3	14,29
31,42	2	9,52
32,13	1	4,76

REKAPITULASI UJI CBR LAPANGAN LPA

Sta.	CBR (%)	
	PEN 0,1"	PEN 0,2"
10+900	62,25%	55,93%
11+800	75,35%	66,80%
12+ 700	67,58%	58,52%



Lampiran 5. Data Hasil Survey Lalulintas

DATA LALULINTAS												
		Tanggal : 15-Mei-16 RUAS JALAN : YOGYAKARTA - BARONGAN ARAH : BARONGAN (IMOGIRI)										
No.	PUKUL	SEDAN, JEEP	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3 GANDAR	TRUK 3 S	TRUK 3 D	TRUK > 3	JUMLAH TOTAL
		2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	
1	04 – 05	11	8	6	4	0	2	0	0	0	0	31
2	05 – 06	81	16	22	6	0	2	8	0	0	0	135
3	06 – 07	95	54	18	15	0	0	7	0	0	0	189
4	07 – 08	121	65	28	19	2	2	1	0	0	0	238
5	08 – 09	111	64	32	15	4	5	3	0	0	0	234
6	09 – 10	107	58	30	14	6	10	0	0	0	0	225
7	10 – 11	99	55	31	16	4	10	1	2	0	0	218
8	11 – 12	115	56	26	18	1	14	0	1	0	0	231
9	12 – 13	128	69	31	20	4	9	0	1	0	0	262
10	13 – 14	109	62	25	15	7	7	1	0	0	0	226
11	14 – 15	111	67	24	16	9	9	0	0	0	0	236
12	15 – 16	95	50	24	18	11	3	0	1	0	0	202
13	16 – 17	99	48	28	10	8	13	0	2	0	0	208
14	17 – 18	86	45	25	9	4	3	7	0	0	0	179
15	18 – 19	91	43	15	7	1	2	6	0	0	0	165
16	19 – 20	74	53	16	3	0	1	2	0	0	0	149
17	20 – 21	74	35	7	4	0	1	0	0	0	0	121
18	21 – 22	68	30	5	1	0	0	0	0	0	0	104
Jumlah		1675	878	393	210	61	93	36	7	0	0	3353

DATA LALULINTAS												
		Tanggal : 15-Mei-16 RUAS JALAN : YOGYAKARTA - BARONGAN ARAH : BIBAL										
No.	PUKUL	SEDAN, JEEP	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3 GANDAR	TRUK 3 S	TRUK 3 D	TRUK > 3	JUMLAH TOTAL
		2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	
1	04 – 05	8	4	2	2	0	1	0	0	0	0	17
2	05 – 06	47	7	7	4	0	2	0	0	0	0	67
3	06 – 07	92	26	15	4	0	3	7	0	0	0	147
4	07 – 08	118	35	23	11	0	4	8	0	0	0	199
5	08 – 09	108	33	22	9	1	8	1	0	0	0	182
6	09 – 10	104	25	25	10	2	6	1	1	0	0	174
7	10 – 11	97	22	22	11	3	15	0	0	0	0	170
8	11 – 12	112	25	21	17	1	12	1	0	0	0	189
9	12 – 13	123	38	30	13	0	6	0	1	0	0	211
10	13 – 14	105	29	31	8	1	13	0	0	0	0	187
11	14 – 15	108	32	24	9	0	15	0	0	0	0	188
12	15 – 16	92	20	20	11	0	8	0	0	0	0	151
13	16 – 17	96	31	21	19	1	4	0	0	0	0	172
14	17 – 18	83	18	13	8	0	3	9	0	0	0	134
15	18 – 19	88	15	12	3	0	0	6	0	0	0	124
16	19 – 20	71	13	5	1	0	0	0	0	0	0	90
17	20 – 21	66	7	7	0	0	0	0	0	0	0	80
18	21 – 22	64	5	3	0	0	0	0	0	0	0	72
Jumlah		1582	385	303	140	9	100	33	2	0	0	2554

DATA LALULINTAS

Tanggal : 16-Mei-16

RUAS JALAN : YOGYAKARTA - BARONGAN

ARAH : BARONGAN (IMOGIRI)

No.	PUKUL	SEDAN, JEEP	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3 GANDAR	TRUK 3 S	TRUK 3 D	TRUK > 3	JUMLAH TOTAL
		2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	
1	04 – 05	11	8	6	4	0	2	0	0	0	0	31
2	05 – 06	65	17	24	6	0	2	0	0	0	0	114
3	06 – 07	81	54	19	15	0	0	7	0	0	0	176
4	07 – 08	102	65	31	19	2	2	6	0	0	0	227
5	08 – 09	96	60	34	15	3	5	4	0	0	0	217
6	09 – 10	92	53	36	14	5	10	1	0	0	0	211
7	10 – 11	81	48	34	16	4	13	0	2	0	0	198
8	11 – 12	98	54	30	18	1	14	1	1	0	0	217
9	12 – 13	98	65	36	20	4	9	0	1	0	0	233
10	13 – 14	91	62	28	15	7	7	1	0	0	0	211
11	14 – 15	93	53	30	16	9	10	0	0	0	0	211
12	15 – 16	78	49	26	18	8	14	0	1	0	0	194
13	16 – 17	75	43	24	10	8	8	6	2	0	0	176
14	17 – 18	70	51	22	9	4	3	7	0	0	0	166
15	18 – 19	67	52	18	7	1	2	2	0	0	0	149
16	19 – 20	53	42	16	3	0	1	0	1	0	0	116
17	20 – 21	53	26	9	4	0	1	0	0	0	0	93
18	21 – 22	49	23	5	1	0	0	0	0	0	0	78
Jumlah		1353	825	428	210	56	103	35	8	0	0	3018

DATA LALULINTAS

Tanggal : 16-Mei-16

RUAS JALAN : YOGYAKARTA - BARONGAN

ARAH : BIBAL

No.	PUKUL	SEDAN, JEEP	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3 GANDAR	TRUK 3 S	TRUK 3 D	TRUK > 3	JUMLAH TOTAL
		2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	
1	04 – 05	7	4	3	2	0	1	0	0	0	0	17
2	05 – 06	34	9	11	5	0	2	0	0	0	0	61
3	06 – 07	76	27	19	3	0	5	7	0	0	0	137
4	07 – 08	92	40	27	8	0	4	6	0	0	0	177
5	08 – 09	91	38	31	7	1	5	1	0	0	0	174
6	09 – 10	89	31	33	9	1	10	2	0	0	0	175
7	10 – 11	83	27	28	8	2	18	0	1	0	0	167
8	11 – 12	87	31	29	14	1	13	1	0	0	0	176
9	12 – 13	107	48	36	11	0	6	0	1	0	0	209
10	13 – 14	97	33	38	7	0	14	0	0	0	0	189
11	14 – 15	86	31	28	7	1	19	0	0	0	0	172
12	15 – 16	83	27	24	8	0	9	0	0	0	0	151
13	16 – 17	90	37	26	15	0	6	7	0	0	0	181
14	17 – 18	81	23	18	6	0	4	9	0	0	0	141
15	18 – 19	74	21	16	3	1	1	3	0	0	0	119
16	19 – 20	56	15	8	0	0	0	0	0	0	0	79
17	20 – 21	46	8	9	0	0	0	0	0	0	0	63
18	21 – 22	51	7	3	0	0	0	0	0	0	0	61
Jumlah		1330	457	387	113	7	117	36	2	0	0	2449

DATA LALULINTAS

Tanggal : 17-Mei-16
 RUAS JALAN : YOGYAKARTA - BARONGAN
 ARAH : BARONGAN (IMOGIRI)

		SEDAN, JEEP	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3 GANDAR	TRUK 3 S	TRUK 3 D	TRUK > 3	JUMLAH TOTAL
No.	PUKUL	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	
1	04 – 05	11	8	6	4	0	1	0	0	0	0	30
2	05 – 06	64	17	24	6	0	2	2	0	0	0	115
3	06 – 07	81	55	16	14	0	0	7	0	0	0	173
4	07 – 08	102	64	28	16	3	2	6	0	0	0	221
5	08 – 09	98	62	30	14	4	5	1	0	0	0	214
6	09 – 10	89	59	29	12	5	9	2	0	0	0	205
7	10 – 11	78	53	28	13	4	12	0	1	0	0	189
8	11 – 12	95	57	27	14	1	14	1	1	0	0	210
9	12 – 13	107	67	25	15	4	9	0	1	0	0	228
10	13 – 14	84	52	22	12	5	7	0	0	0	0	182
11	14 – 15	91	56	23	11	6	12	0	0	0	0	199
12	15 – 16	78	51	18	13	7	13	0	1	0	0	181
13	16 – 17	72	45	17	8	7	5	7	1	0	0	162
14	17 – 18	69	46	15	7	3	3	9	0	0	0	152
15	18 – 19	79	43	15	6	1	2	3	0	0	0	149
16	19 – 20	56	38	12	3	0	1	0	1	0	0	111
17	20 – 21	57	32	5	4	0	1	0	0	0	0	99
18	21 – 22	46	24	2	1	0	0	0	0	0	0	73
Jumlah		1357	829	342	173	50	98	38	6	0	0	2893

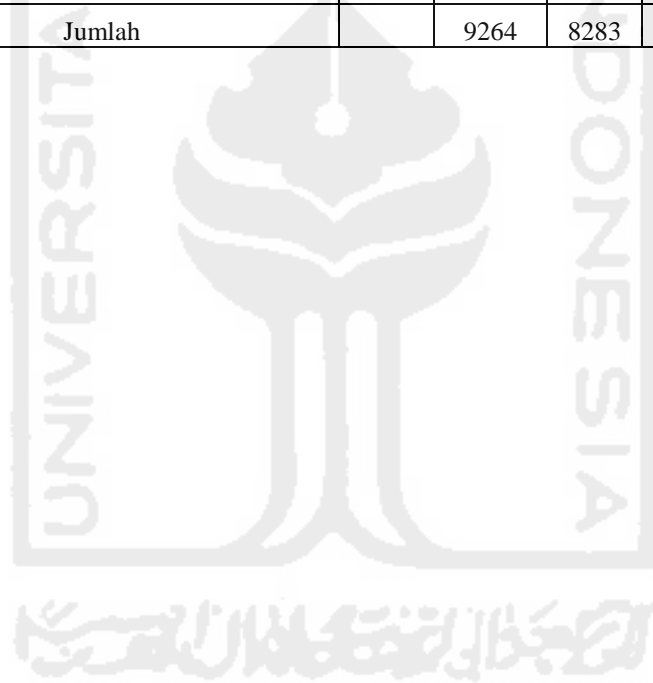
DATA LALULINTAS

Tanggal : 17-Mei-16
 RUAS JALAN : YOGYAKARTA - BARONGAN
 ARAH : BIBAL

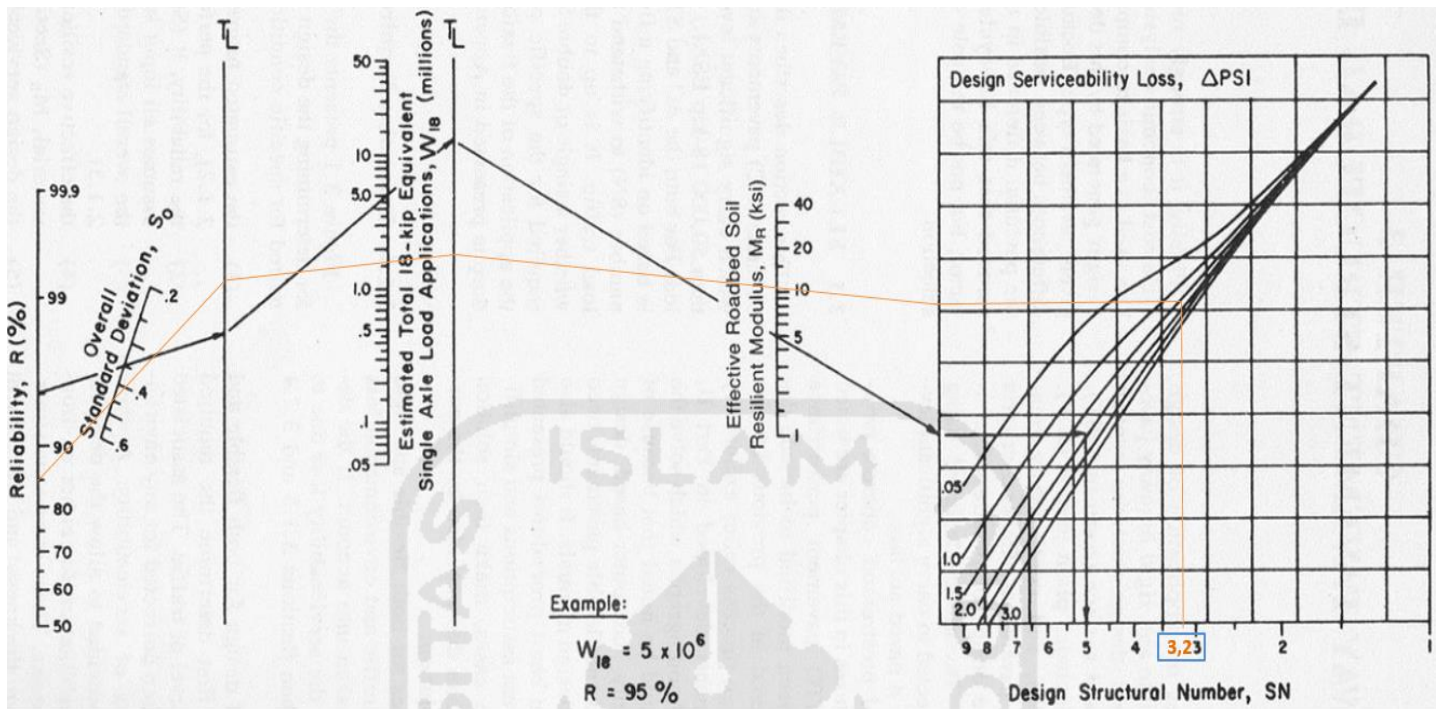
		SEDAN, JEEP	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3 GANDAR	TRUK 3 S	TRUK 3 D	TRUK > 3	JUMLAH TOTAL
No.	PUKUL	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	
1	04 – 05	86	28	20	3	0	4	0	0	0	0	141
2	05 – 06	98	36	24	10	0	3	0	0	0	0	171
3	06 – 07	92	34	25	10	1	7	5	0	0	0	174
4	07 – 08	91	28	25	9	2	9	6	0	0	0	170
5	08 – 09	84	25	25	7	2	19	7	0	0	0	169
6	09 – 10	101	32	30	15	0	14	1	0	0	0	193
7	10 – 11	103	50	35	12	0	5	0	1	0	0	206
8	11 – 12	886	28	32	7	0	13	0	0	0	0	966
9	12 – 13	82	26	35	12	0	20	0	0	0	0	175
10	13 – 14	76	22	25	8	1	8	0	0	0	0	140
11	14 – 15	84	31	31	15	1	5	0	0	0	0	167
12	15 – 16	67	18	15	9	0	4	0	0	0	0	113
13	16 – 17	68	25	17	4	0	2	5	0	0	0	121
14	17 – 18	53	14	7	2	0	0	4	0	0	0	80
15	18 – 19	49	6	8	0	0	0	8	0	0	0	71
16	19 – 20	42	7	2	0	0	0	0	0	0	0	51
17	20 – 21	57	32	5	4	0	1	0	0	0	0	99
18	21 – 22	46	24	2	1	0	0	0	0	0	0	73
Jumlah		2165	466	363	128	7	114	36	1	0	0	3280

REKAPITULASI LHR

No.	Tipe Kendaraan	Gol.	Jumlah (unit)		Rata-rata per hari (unit)		LHR (unit)
			Imogiri	Bibal	Imogiri	Bibal	
1	Sedan, jeep, st. Wagon	2	4385	5077	1462	1692	3154
2	Pelet, pick-up opelet, minibus	3	2532	1308	844	436	1280
3	Pick-up, micro truk, mobil hantaran	4	1163	1053	388	351	739
4	Bus kecil	5a	593	381	198	127	325
5	Bus besar	5b	167	23	56	8	63
6	Truk ringan 2 as (4 roda)	6a	294	331	98	110	208
7	Truk sedang 2 as (6 roda)	6b	109	105	36	35	71
8	Truk 3 as	7a	21	5	7	2	9
9	Truk 4 as, truk gandengan	7b	0	0	0	0	0
10	Truk 5 as semitrailer	7c	0	0	0	0	0
Jumlah			9264	8283	3088	2761	5849



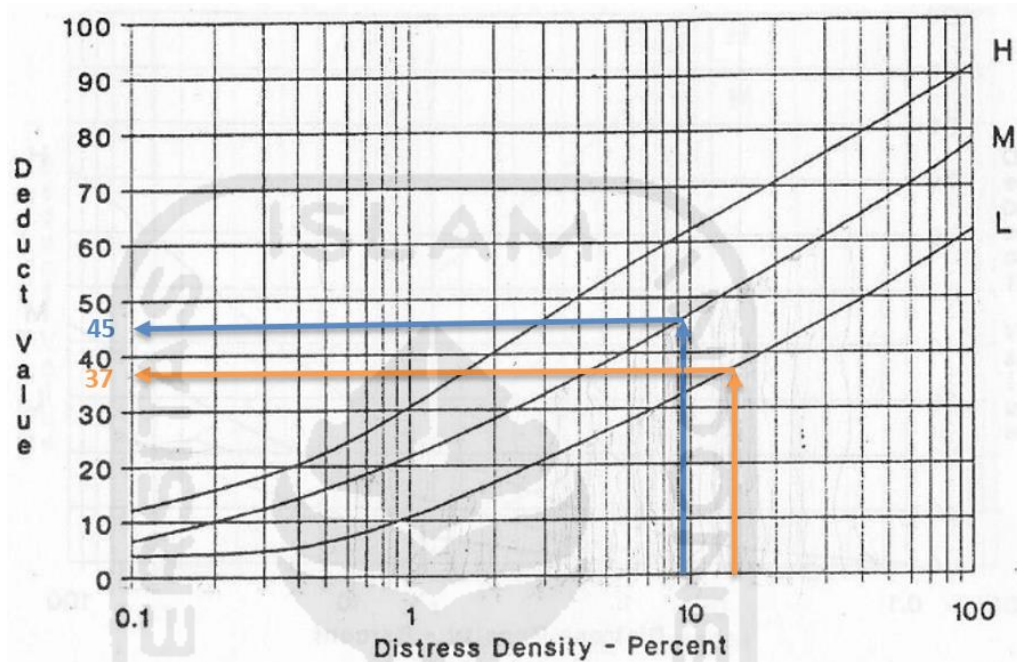
Lampiran 6. Nomogram AASHTO



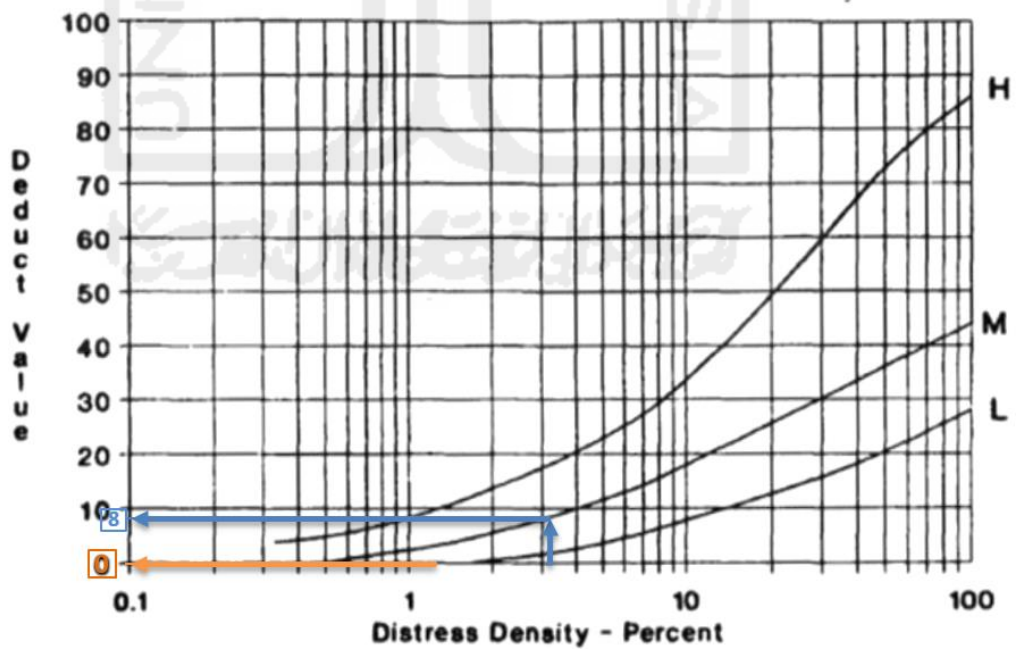
Lampiran 7. Grafik PCI

Grafik-grafik Nilai Pengurangan untuk Hitungan PCI Jalan dengan Permukaan Perkerasan Aspal (Shahin, 1994)

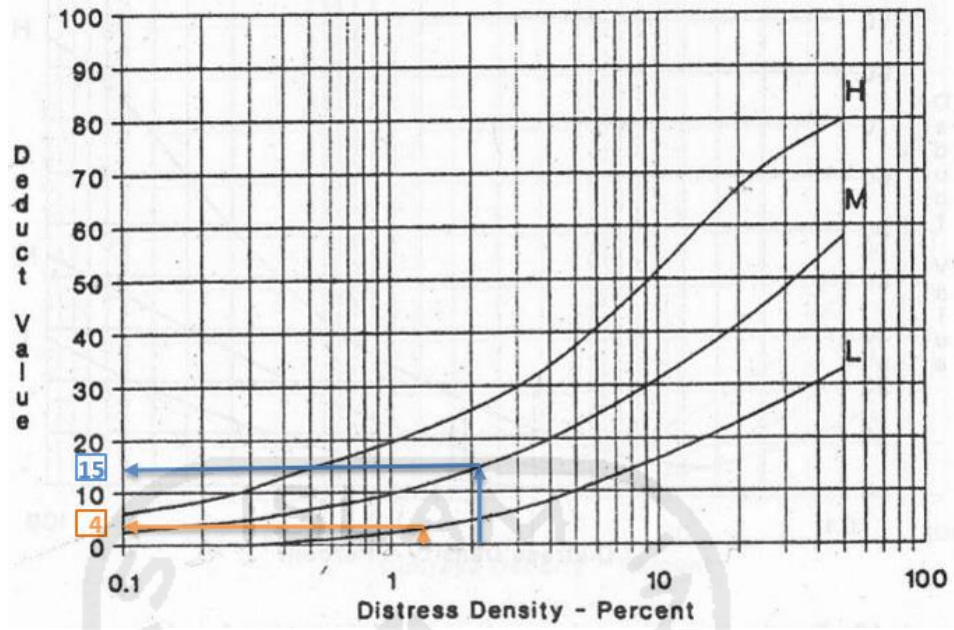
1. Segmen 1



Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

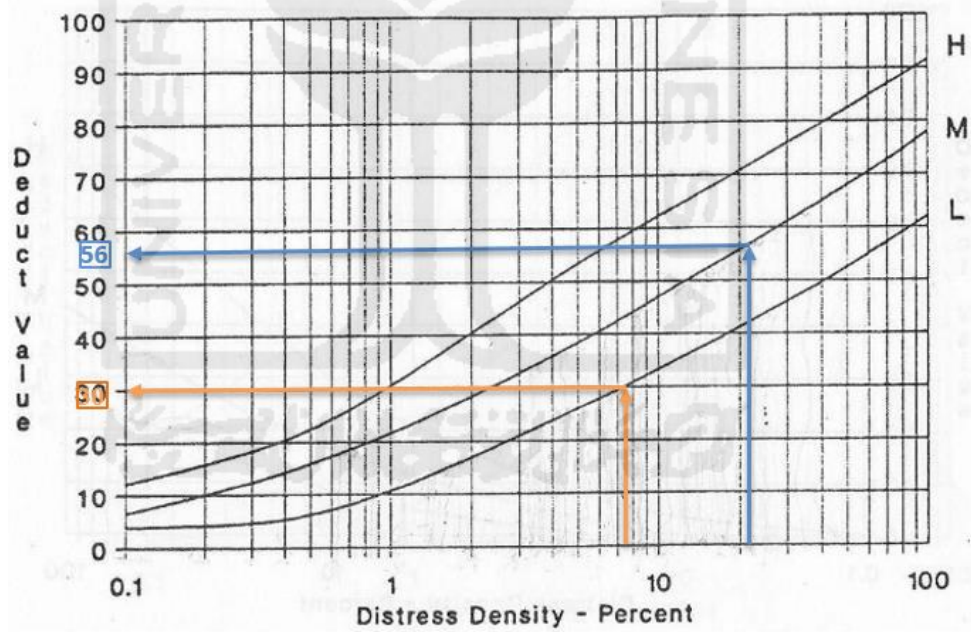


Retak Memanjang dan Melintang (satu meter)



Tambalan dan tambalan Galian Utilitas (*patching and utility cut patching*)

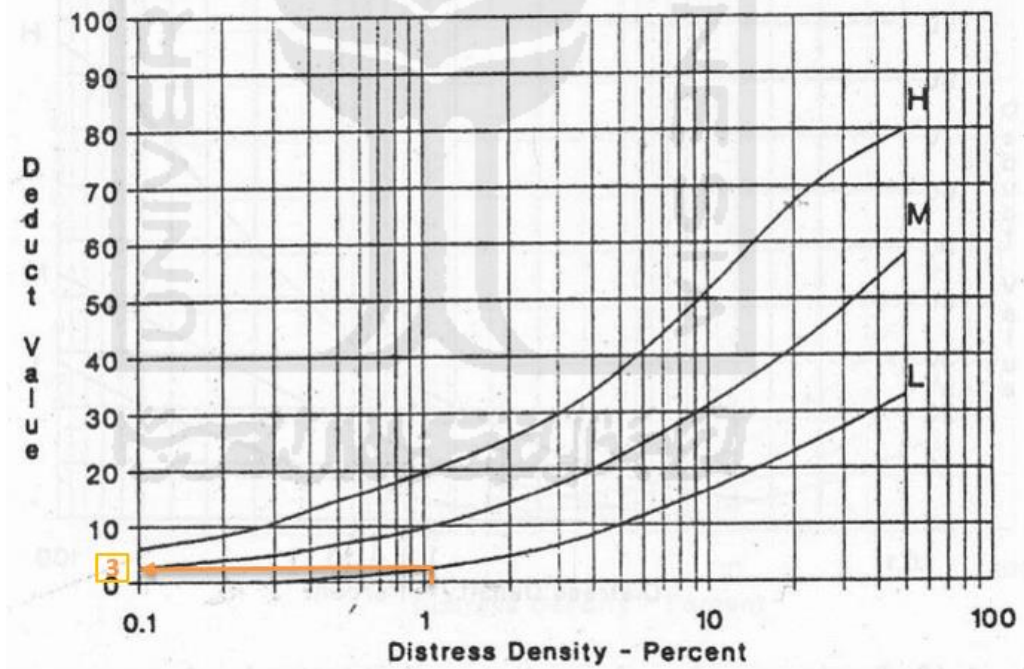
2. Segmen 2



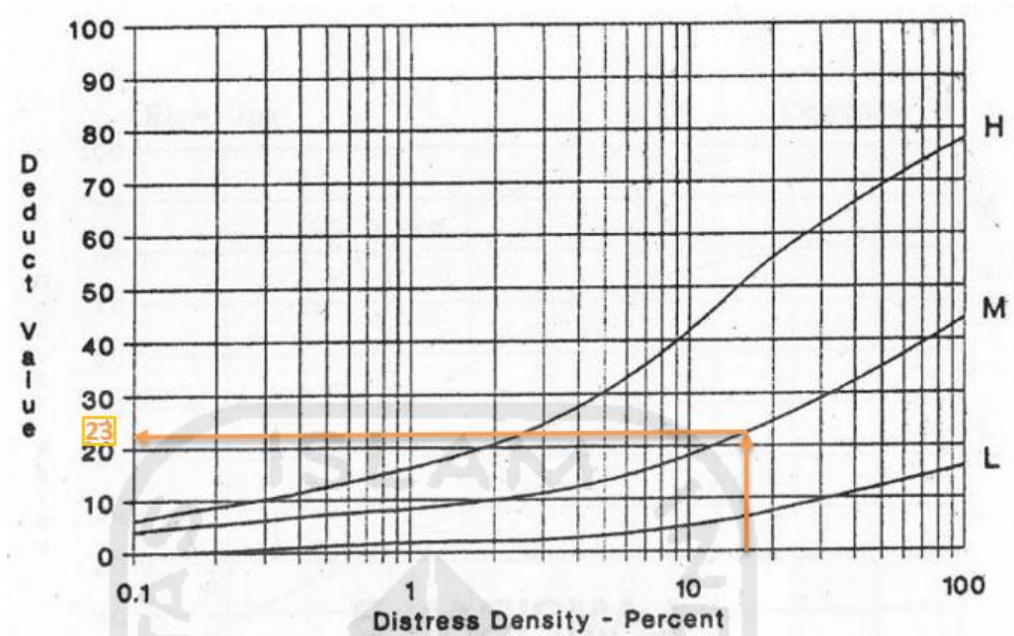
Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



Retak Memanjang dan Melintang (satuan meter)

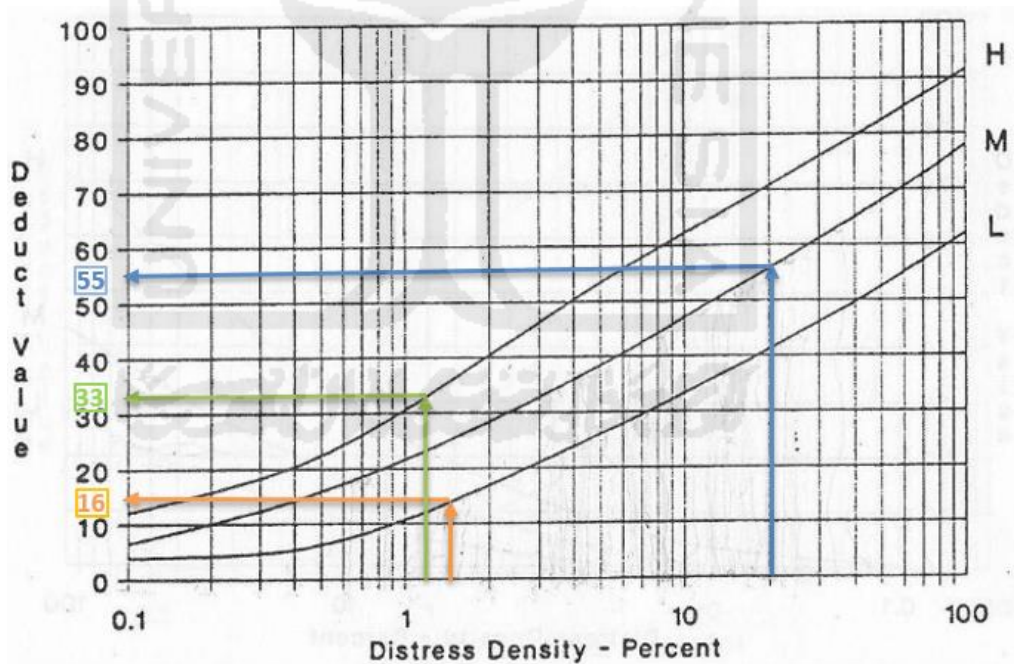


Tambalan dan tambalan Galian Utilitas (*patching and utility cut patching*)

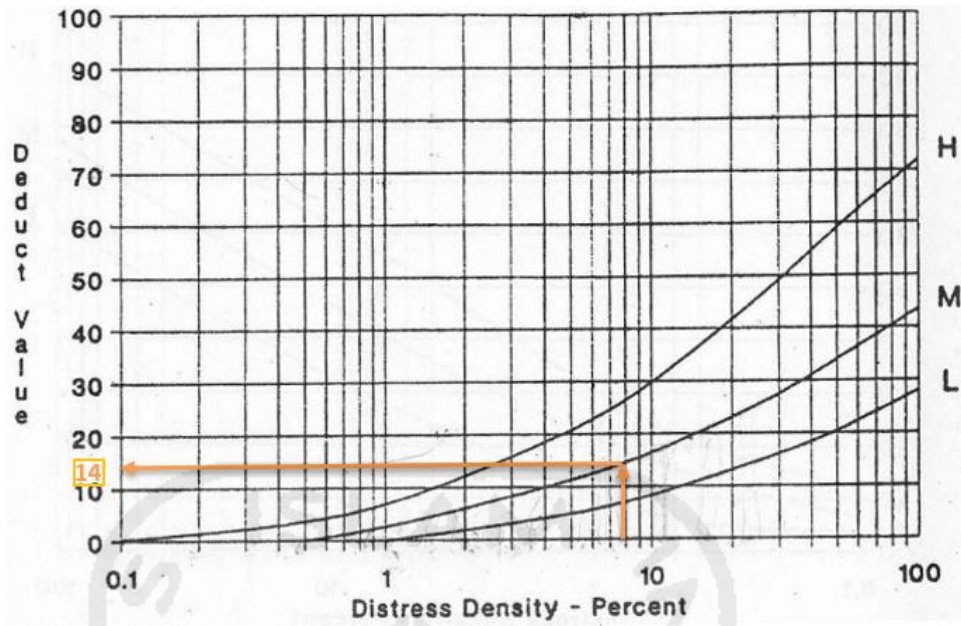


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

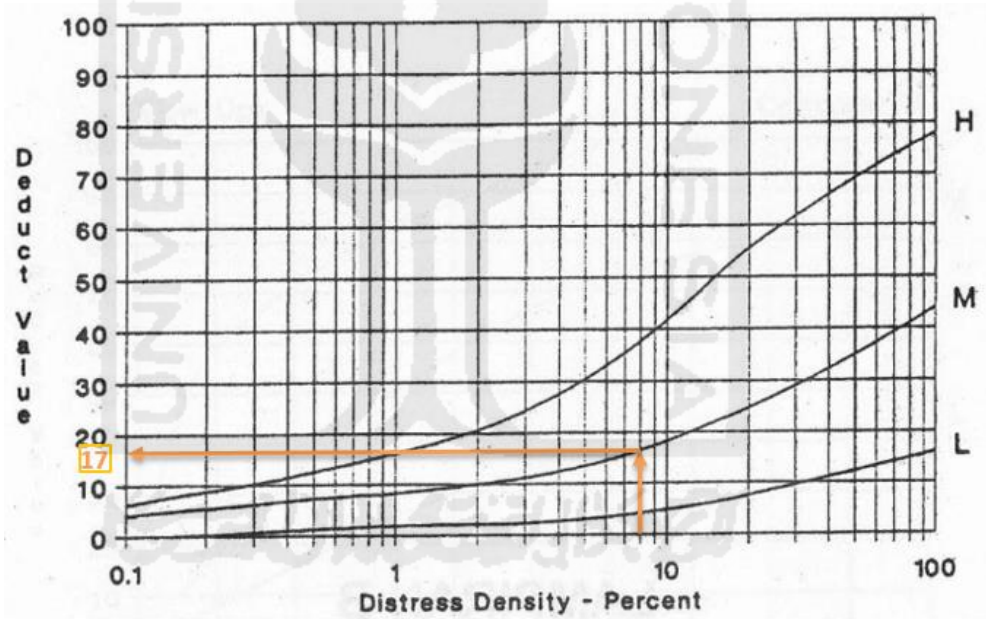
3. Segmen 3



Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

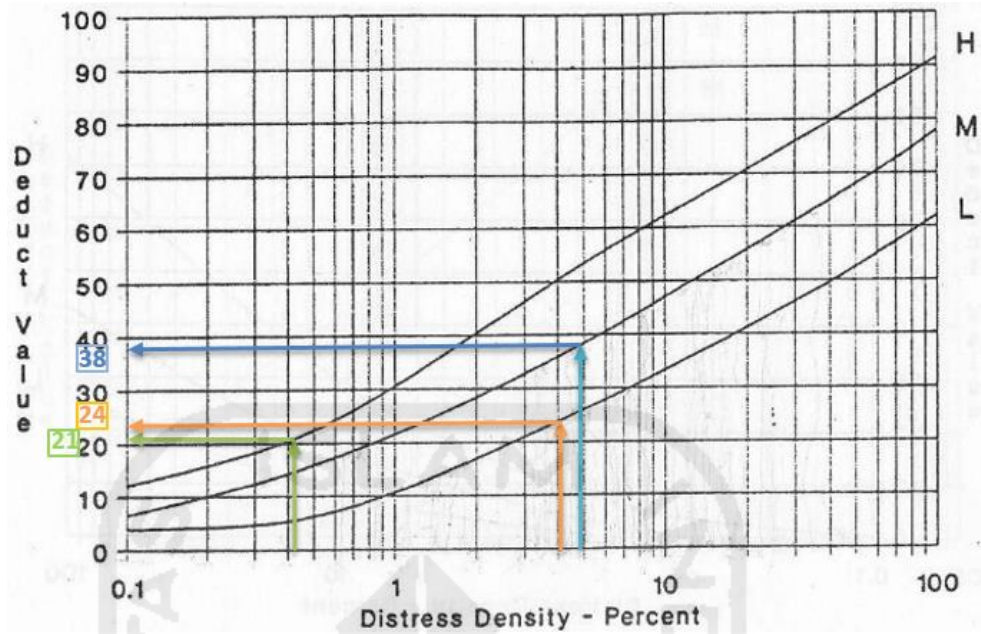


Retak Blok (*Block Cracking*)

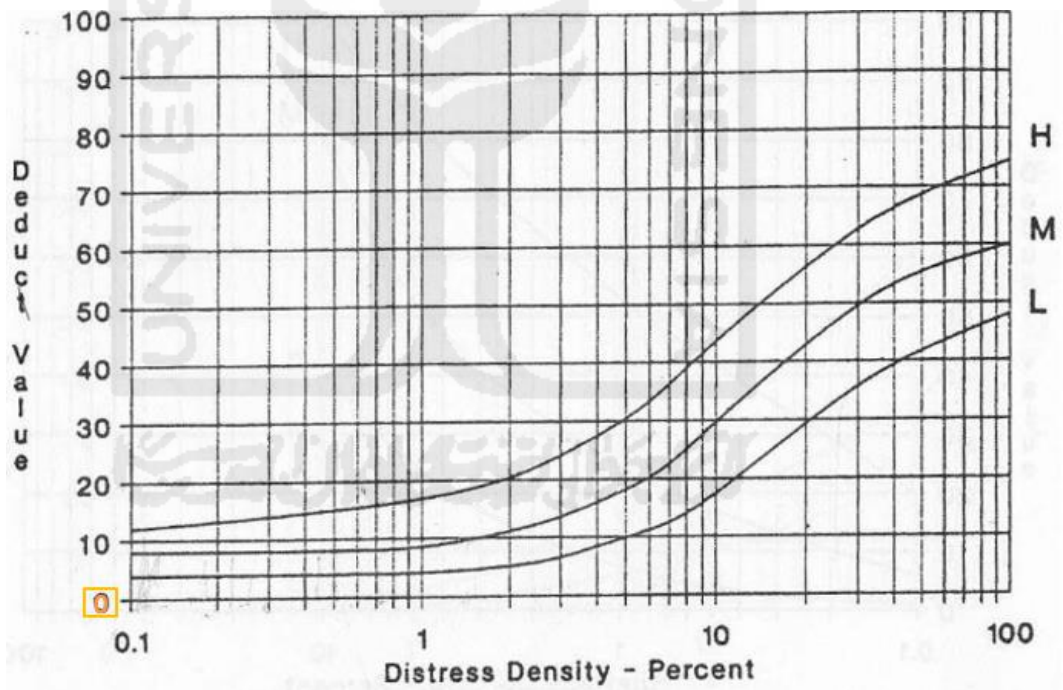


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

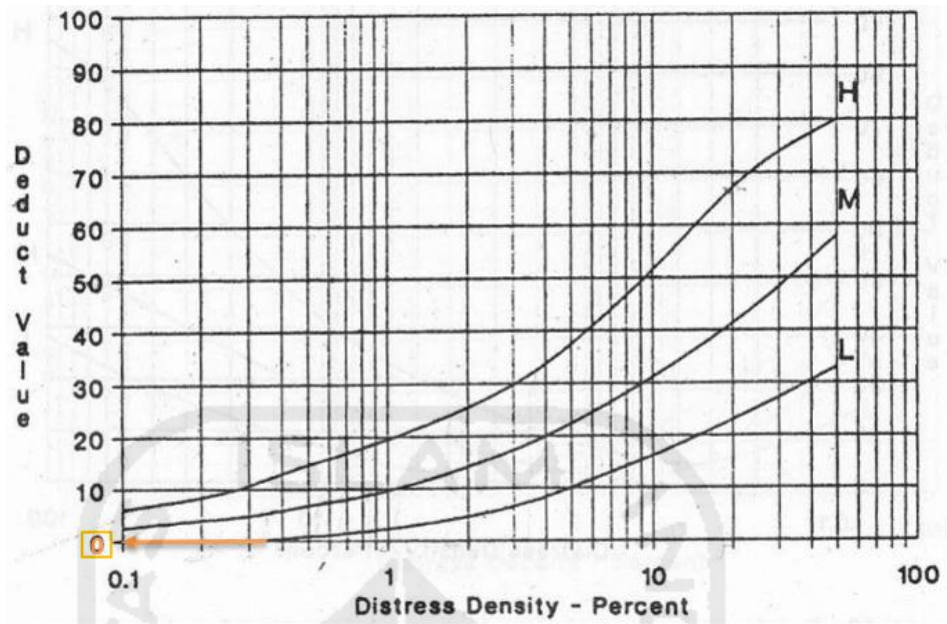
4. Segmen 4



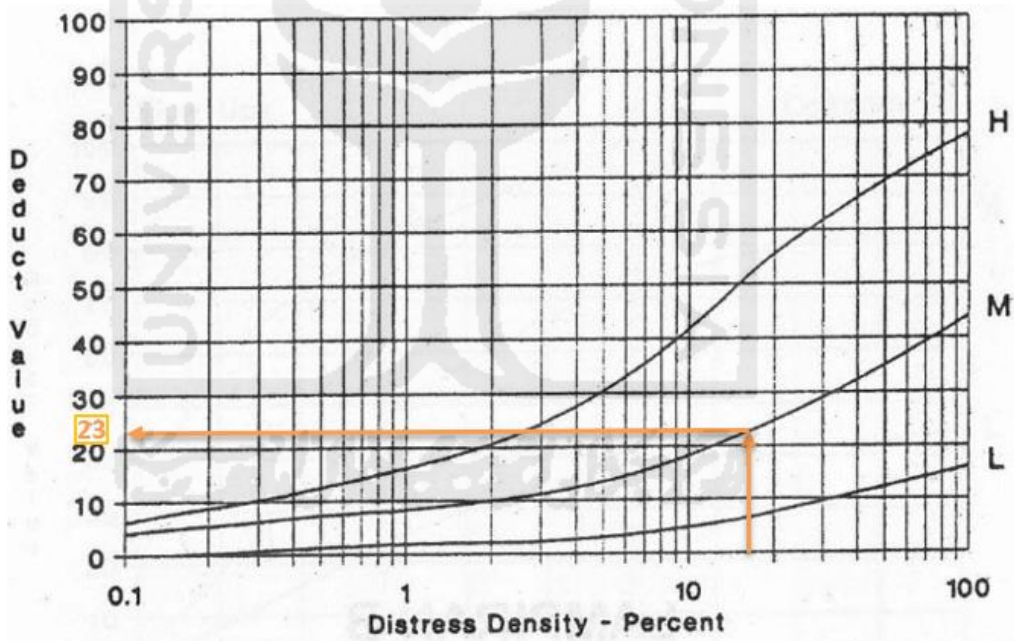
Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



Amblas (*Depression*)

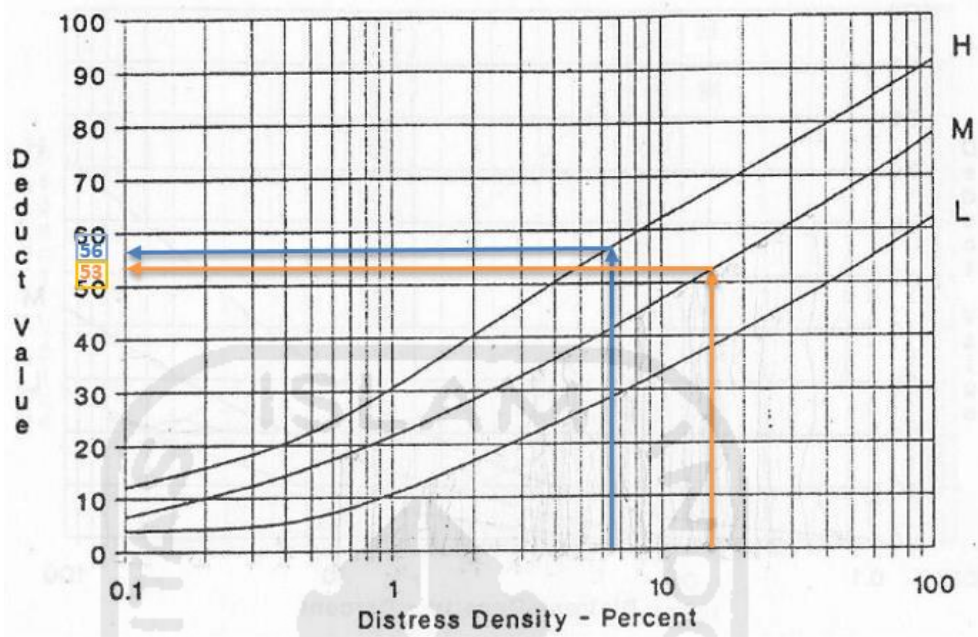


Tambalan dan tambalan Galian Utilitas (*patching and utility cut patching*)

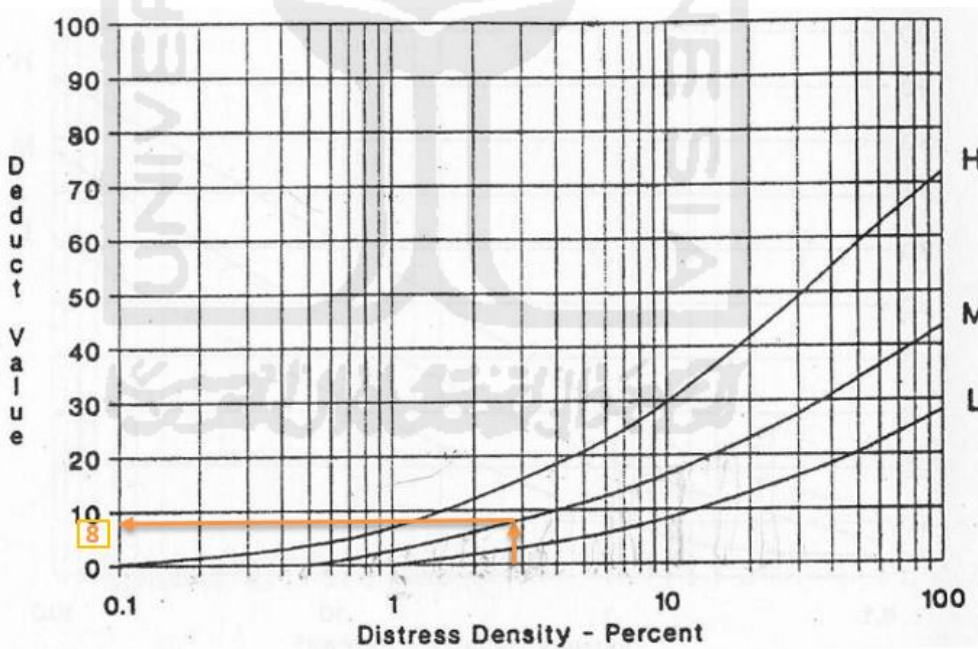


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

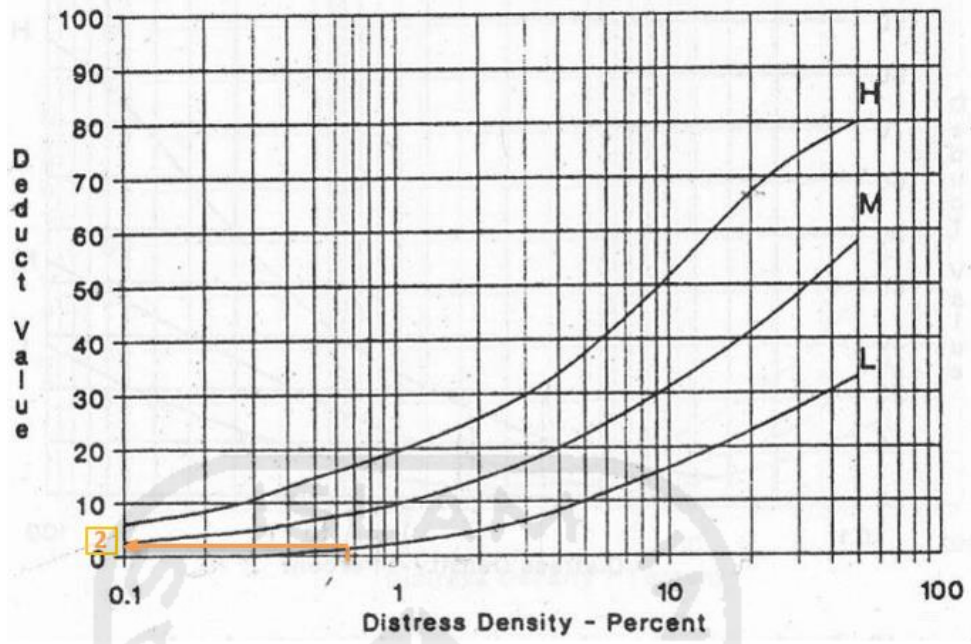
5. Segmen 5



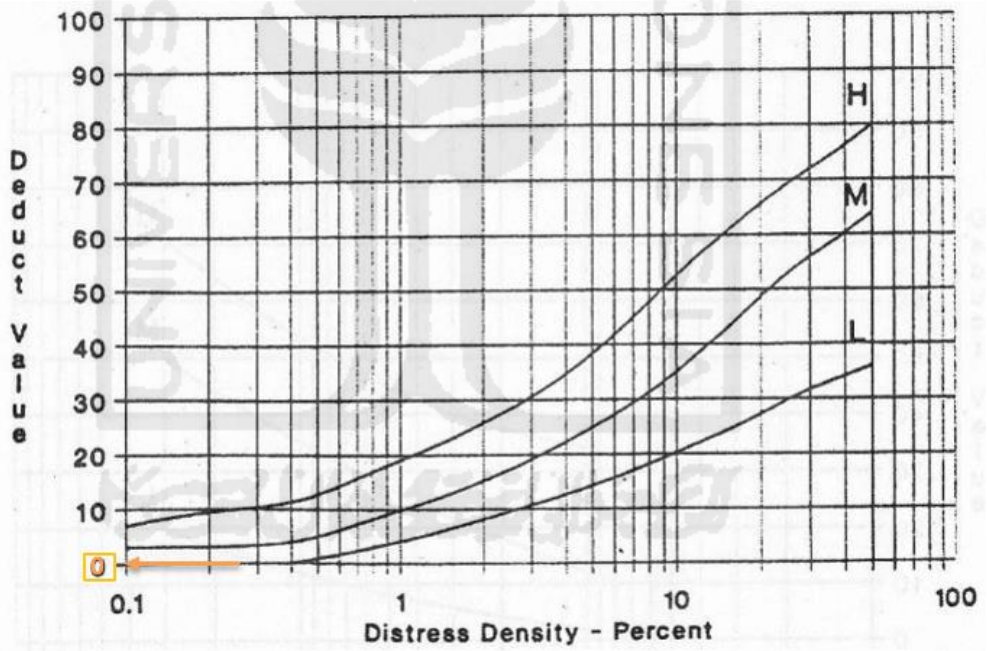
Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



Retak Blok (*Block Cracking*)

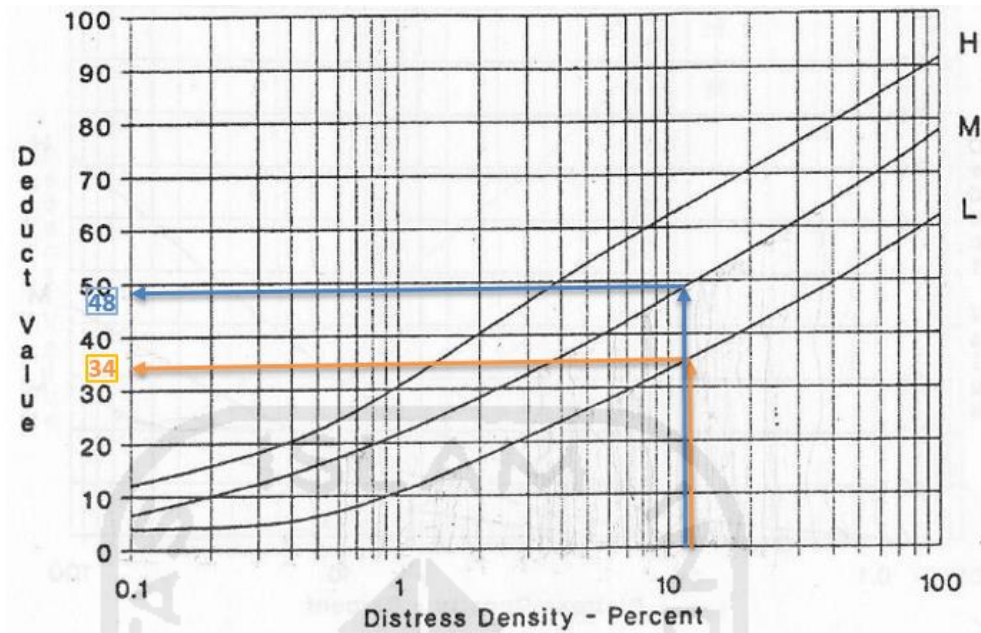


Tambalan dan tambalan Galian Utilitas (*patching and utility cut patching*)

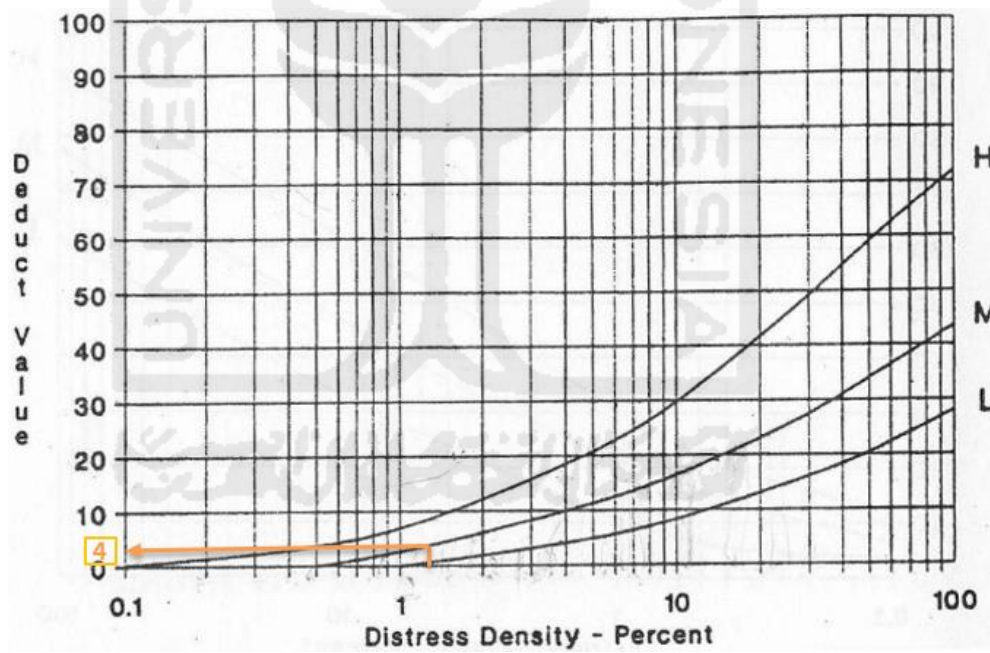


Sungkur (*shoving*)

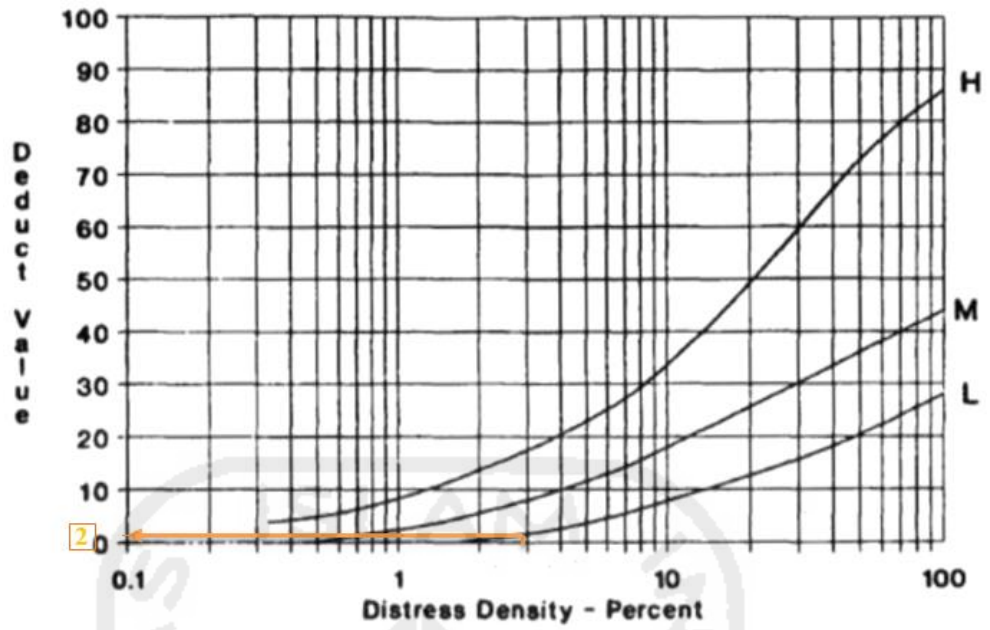
6. Segmen 6



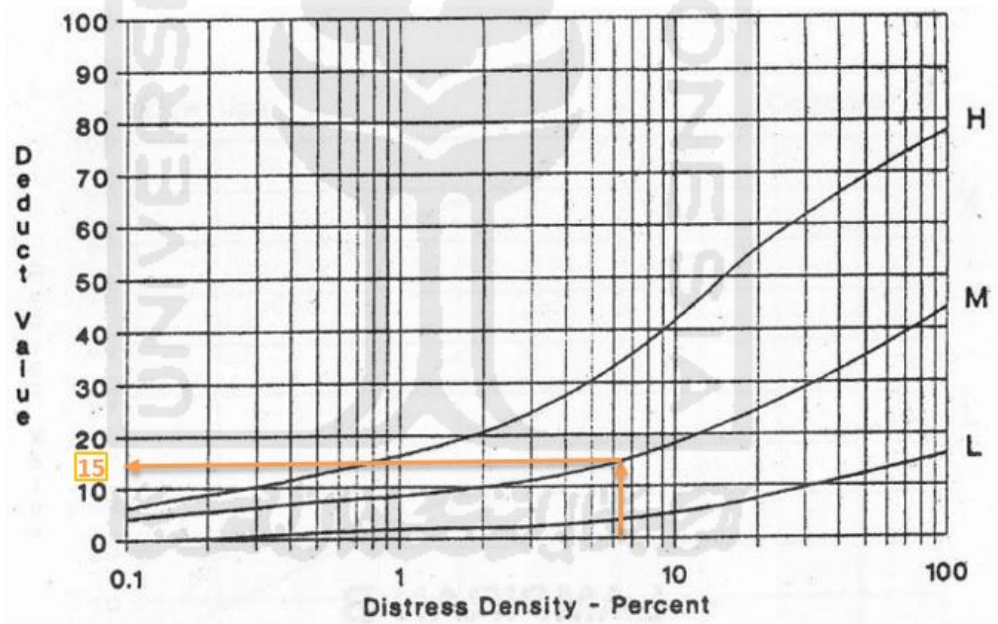
Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



Retak Blok (*Block Cracking*)

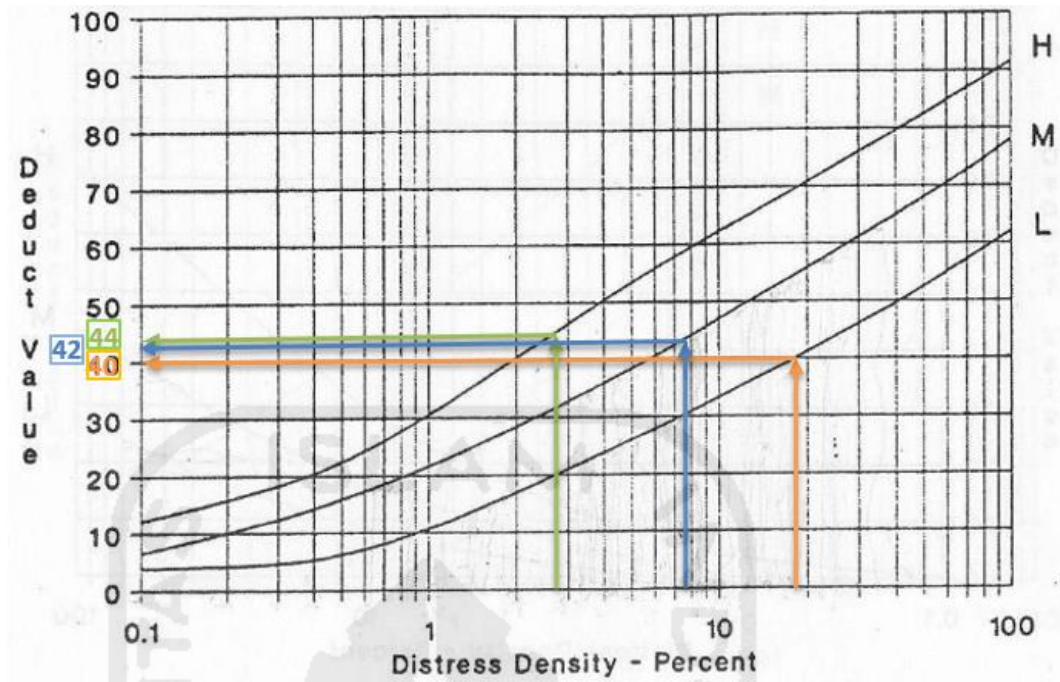


Retak Memanjang dan Melintang (satuan meter)

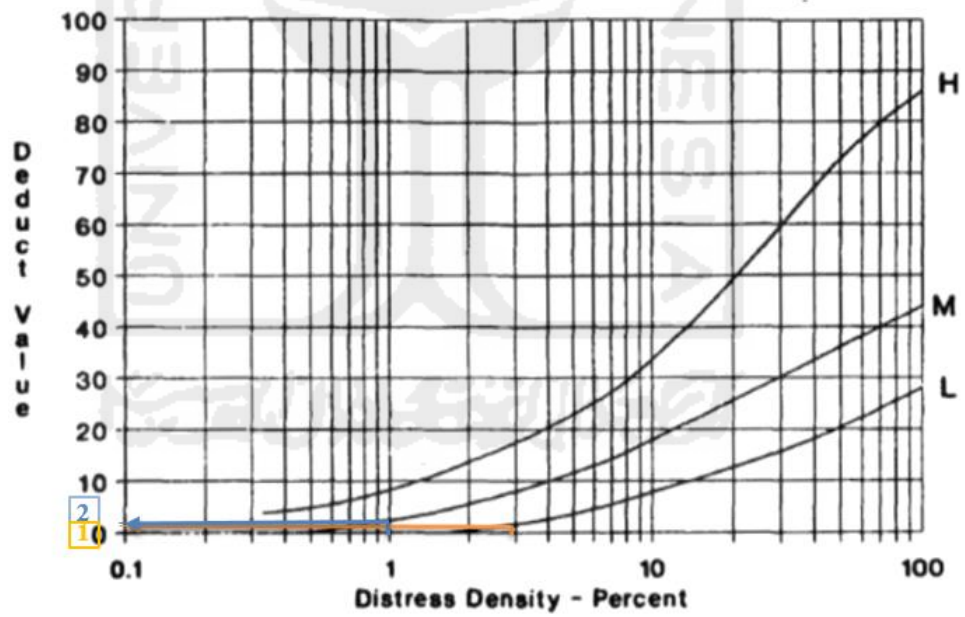


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

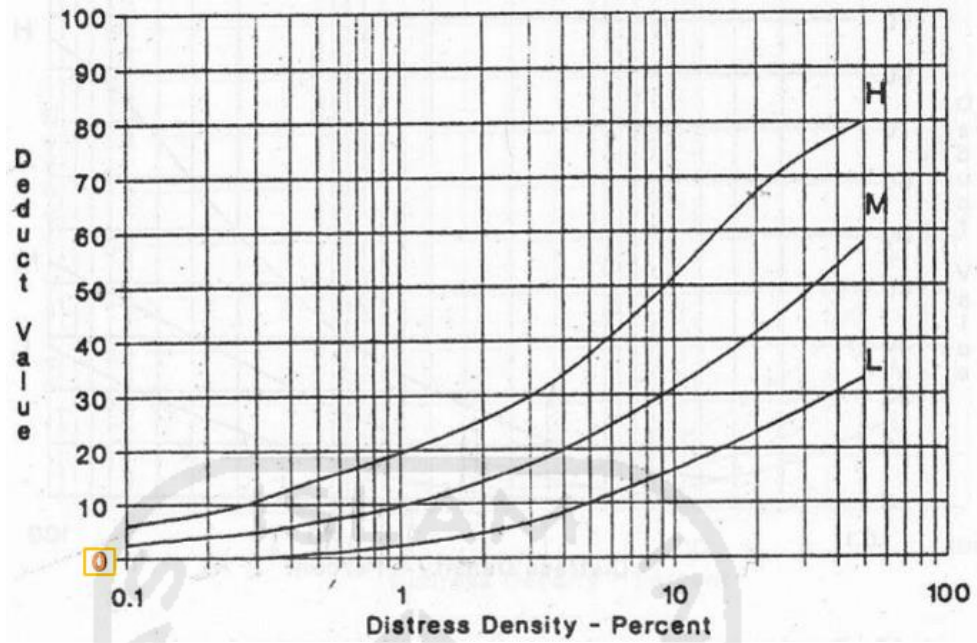
7. Segmen 7



Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

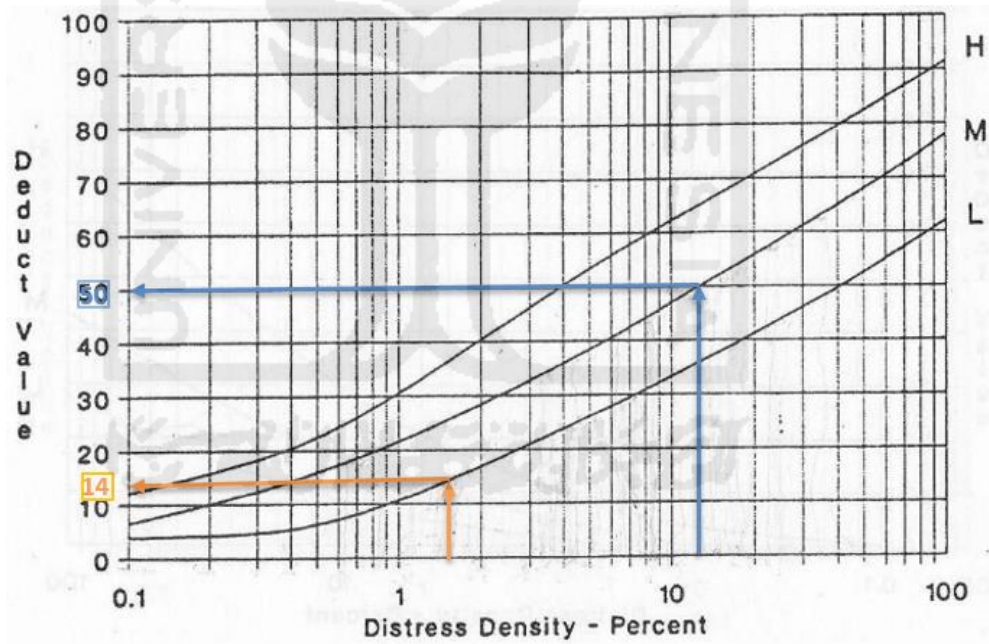


Retak Memanjang dan Melintang (satuan meter)

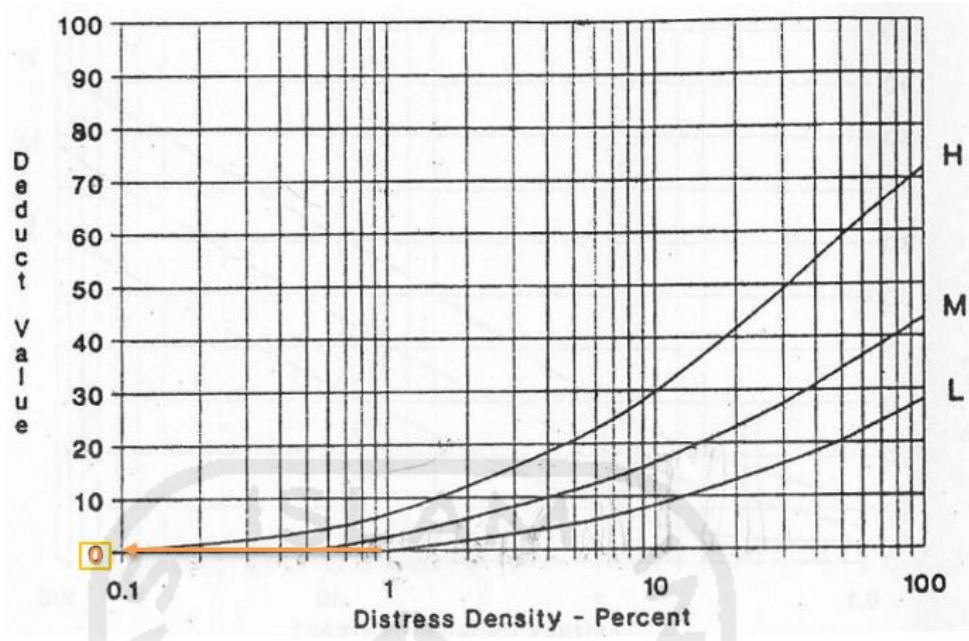


Tambalan dan tambalan Galian Utilitas (*patching and utility cut patching*)

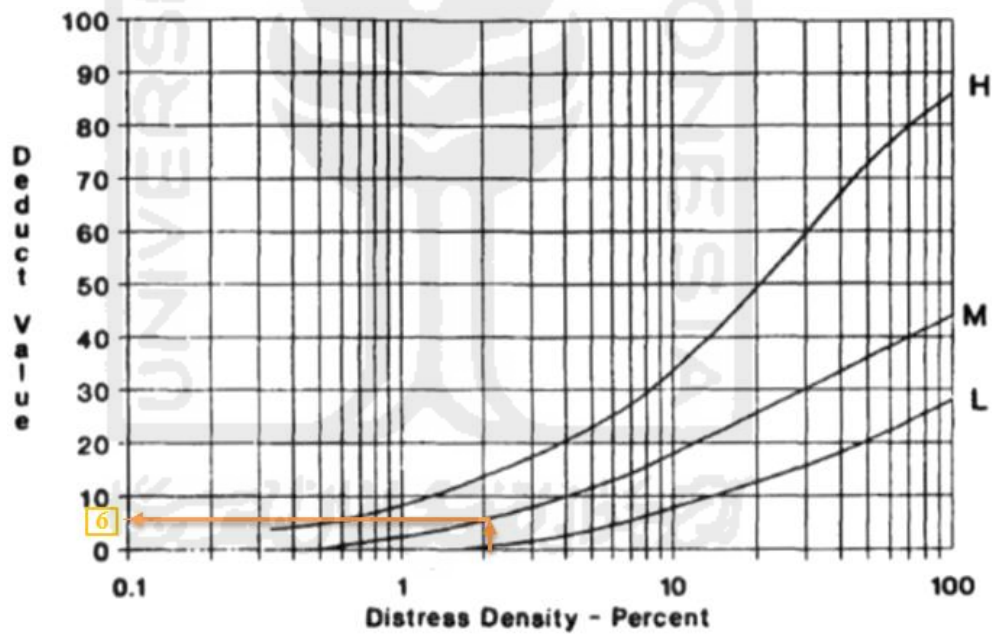
8. Segmen 8



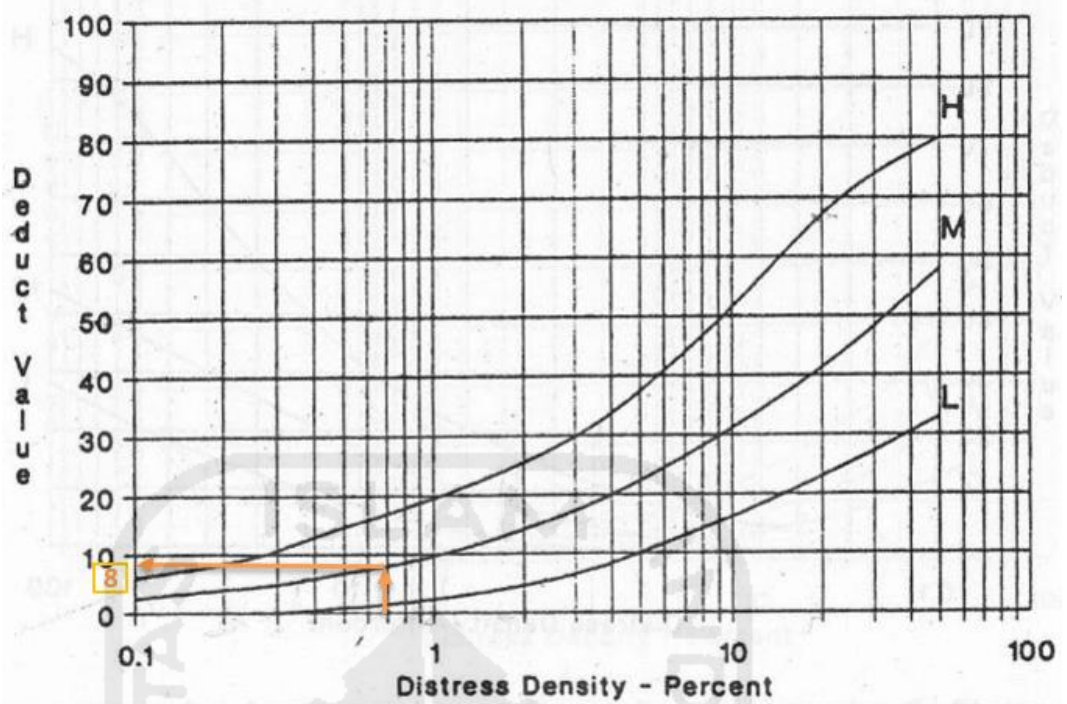
Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



Retak Blok (*Block Cracking*)

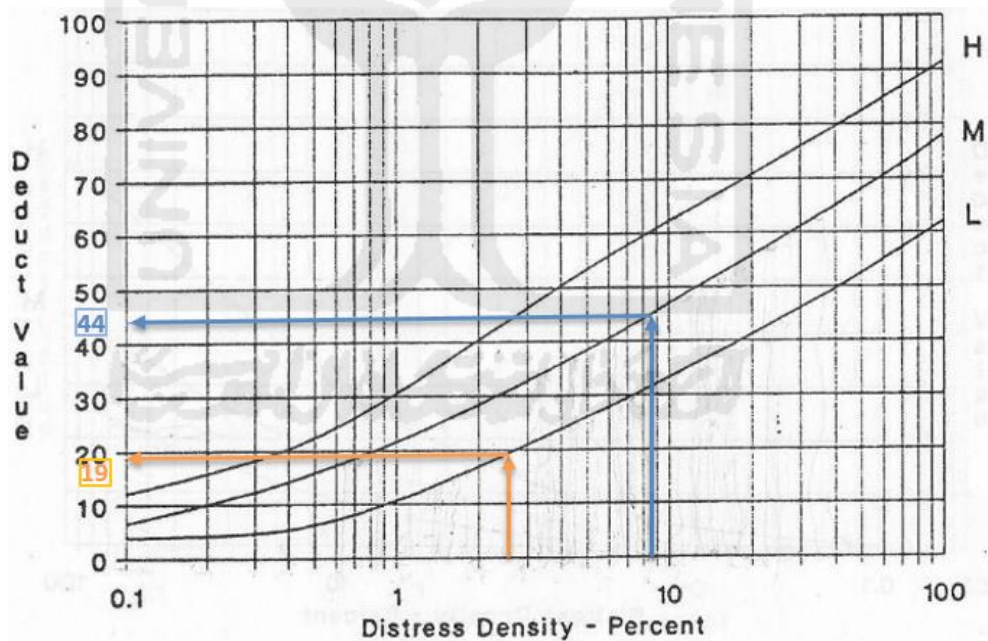


Retak Memanjang dan Melintang (satuan meter)

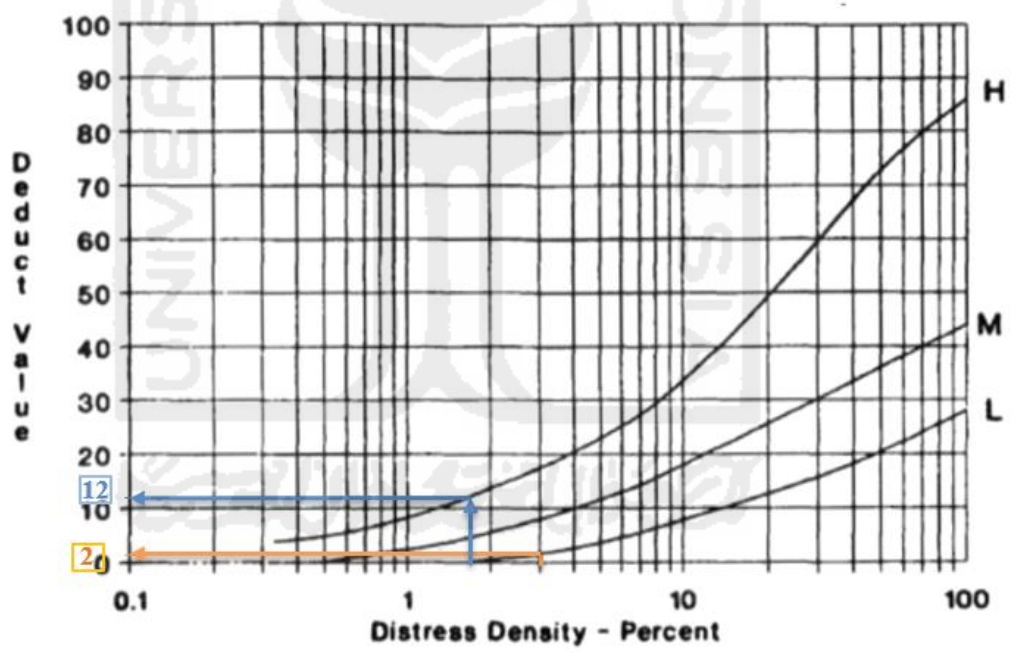
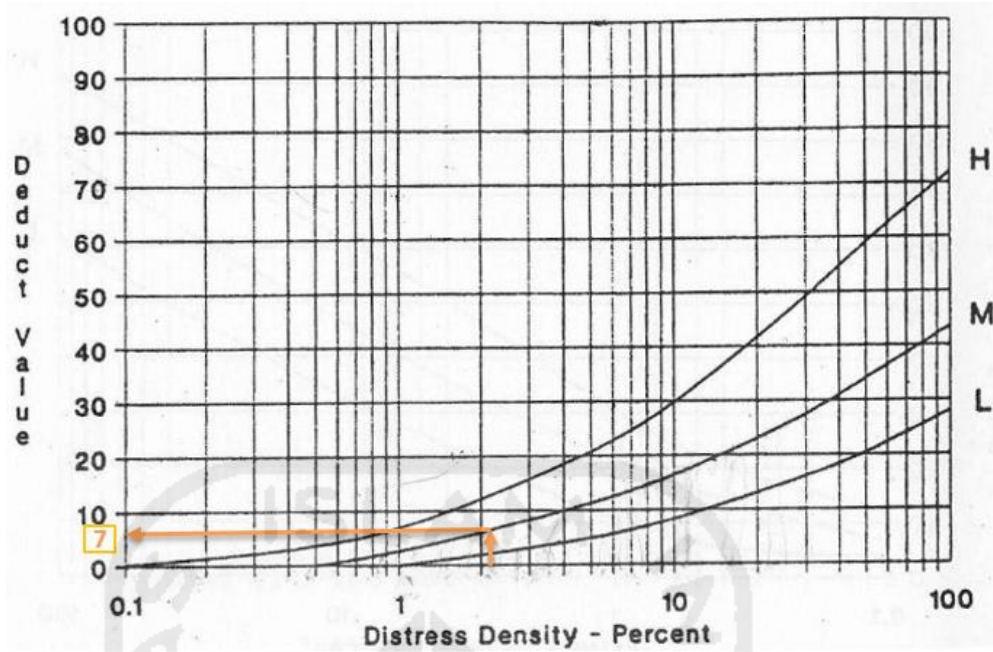


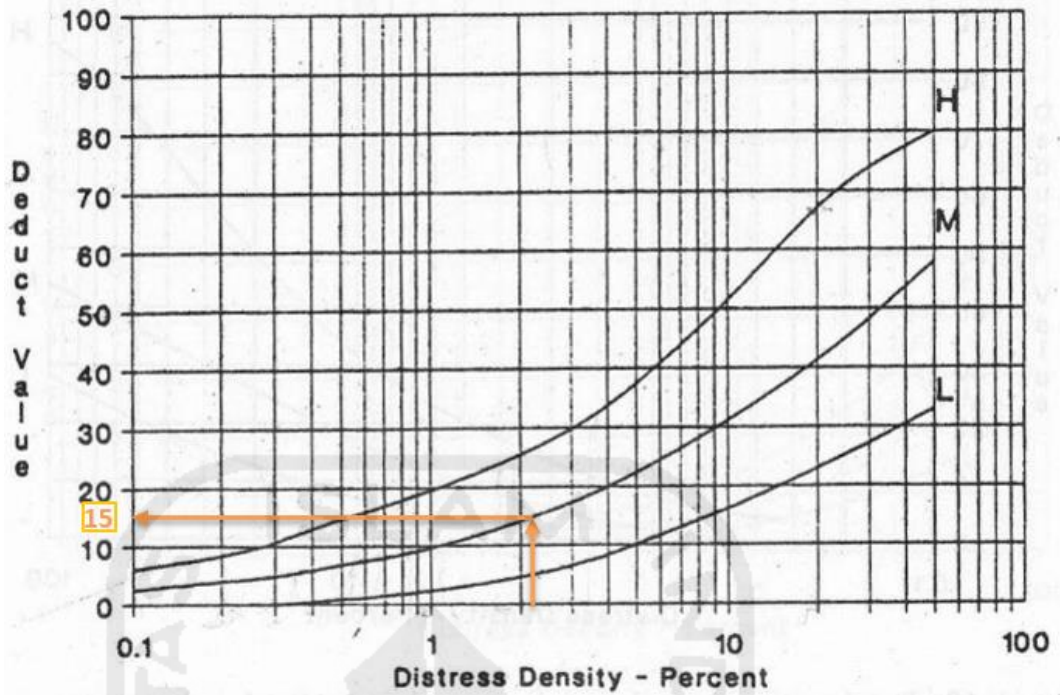
Tambalan dan tambalan Galian Utilitas (*patching and utility cut patching*)

9. Segmen 9



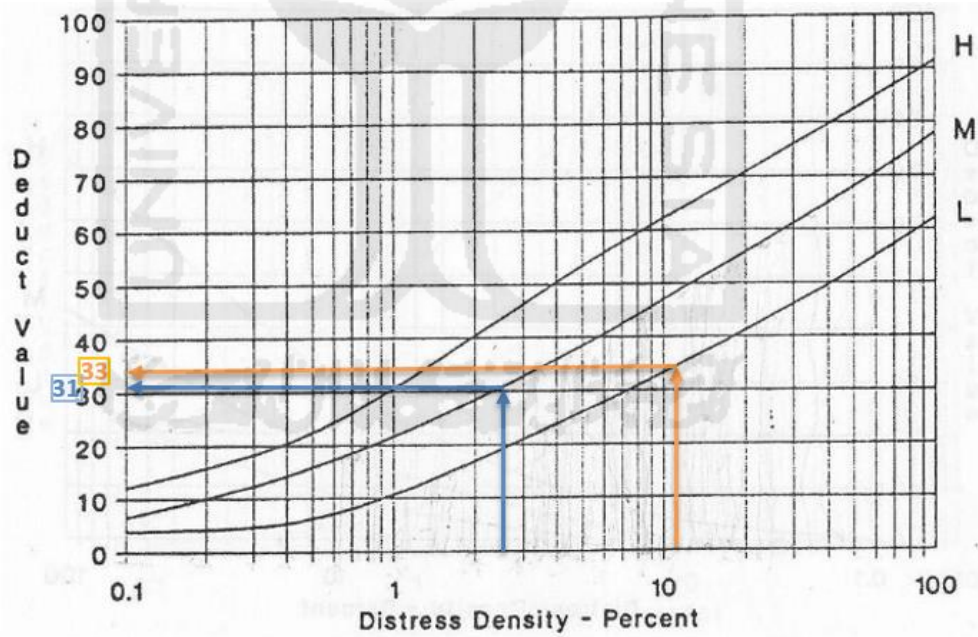
Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



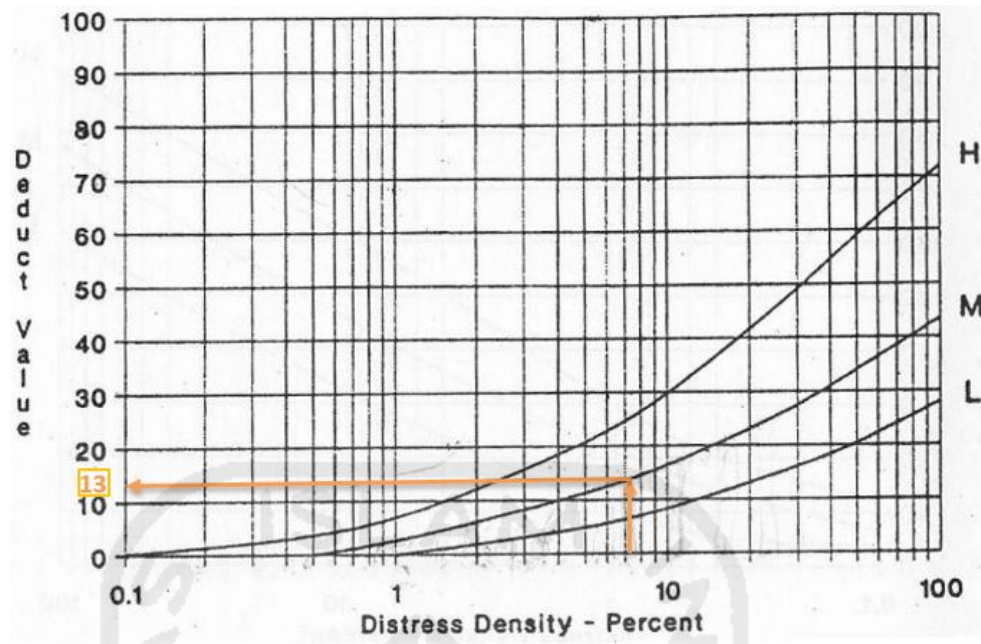


Tambalan dan tambalan Galian Utilitas (*patching and utility cut patching*)

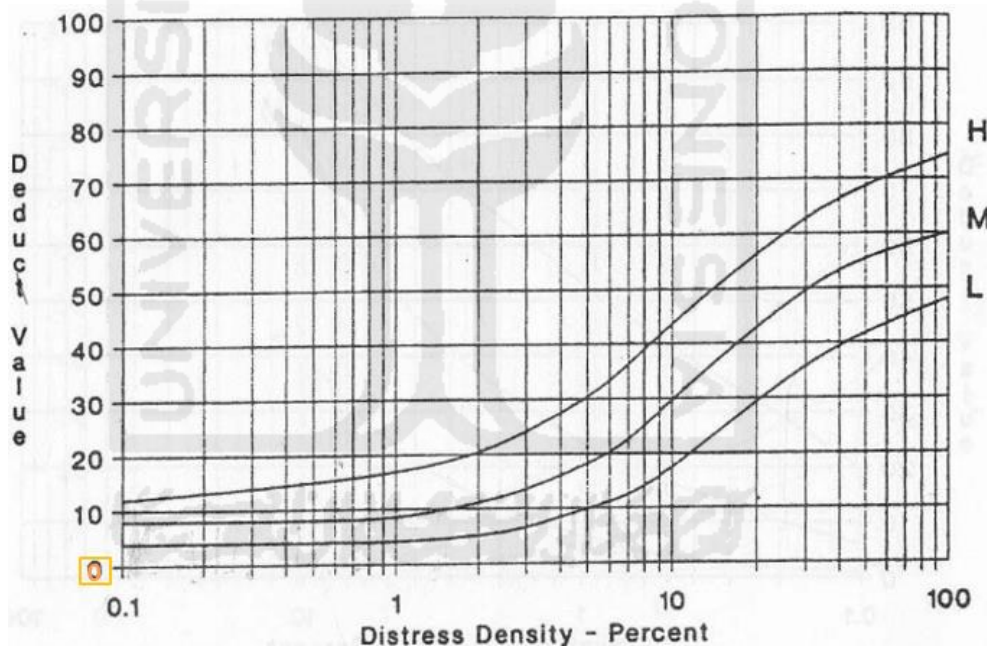
10. Segmen 10



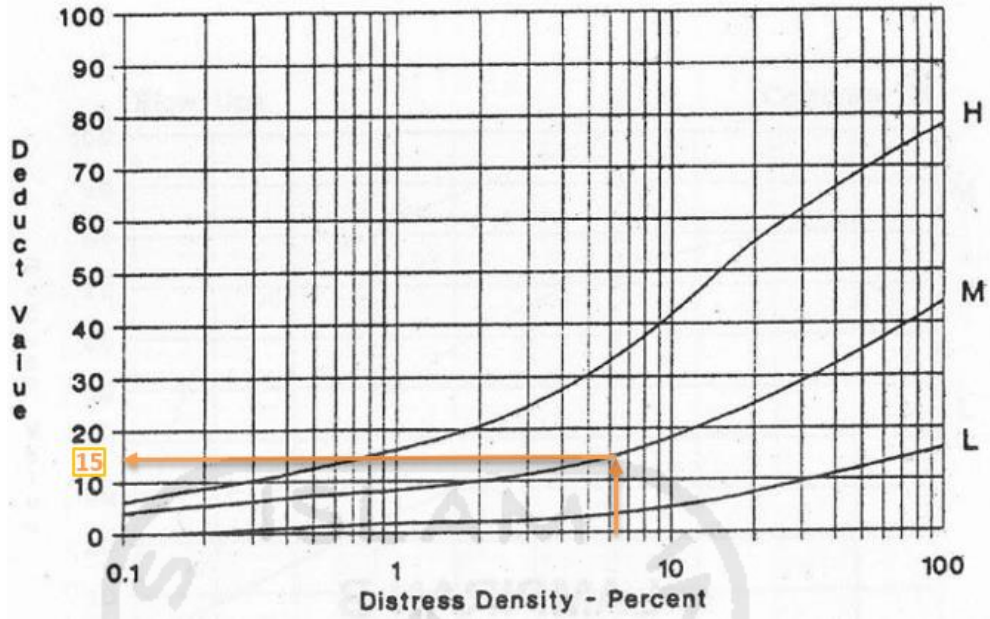
Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



Retak Blok (*Block Cracking*)

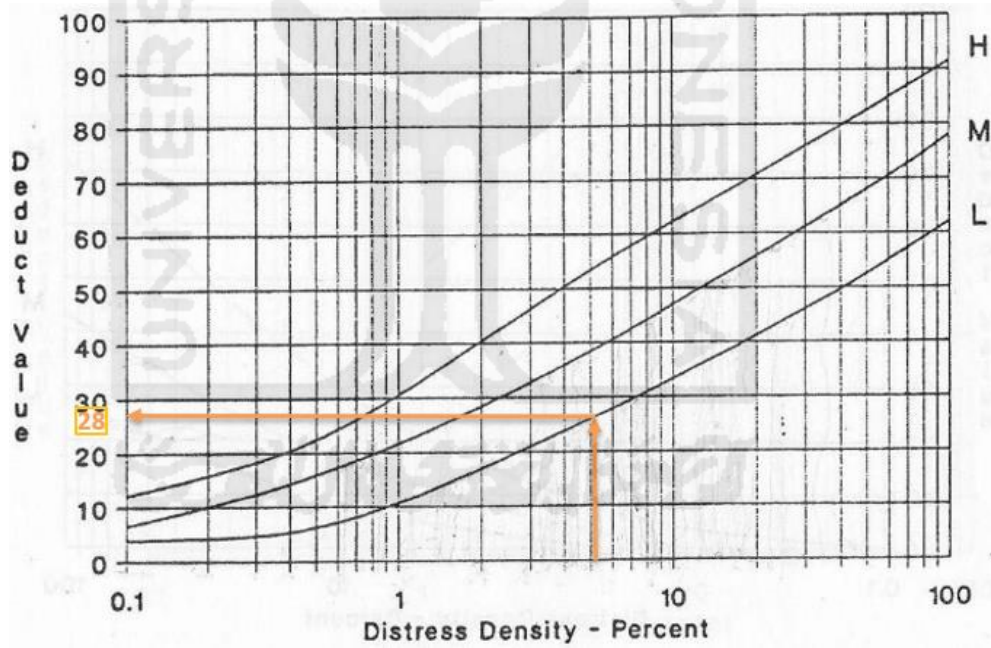


Ambblas (*Depression*)

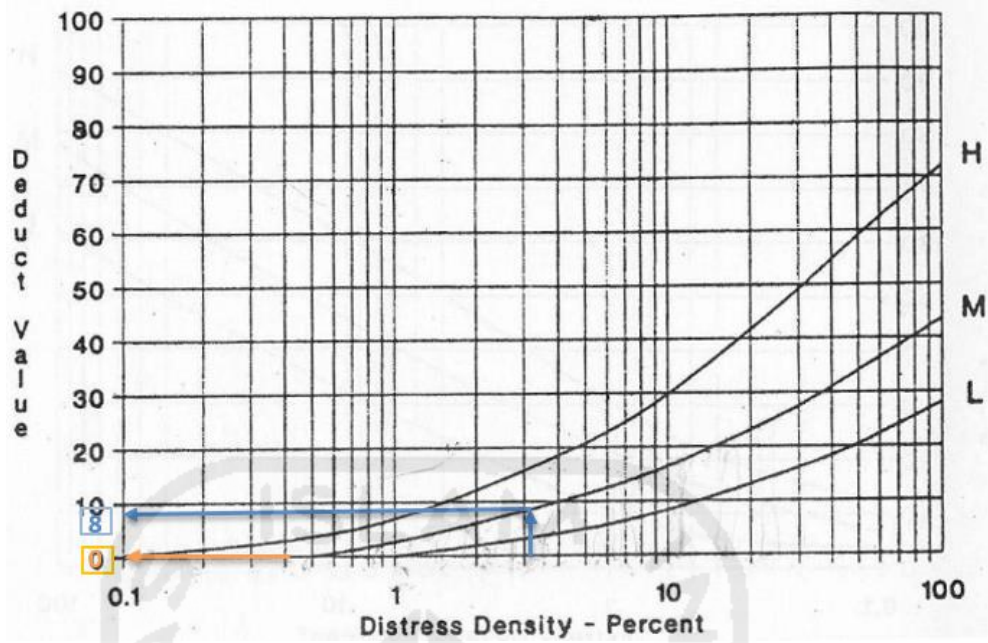


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

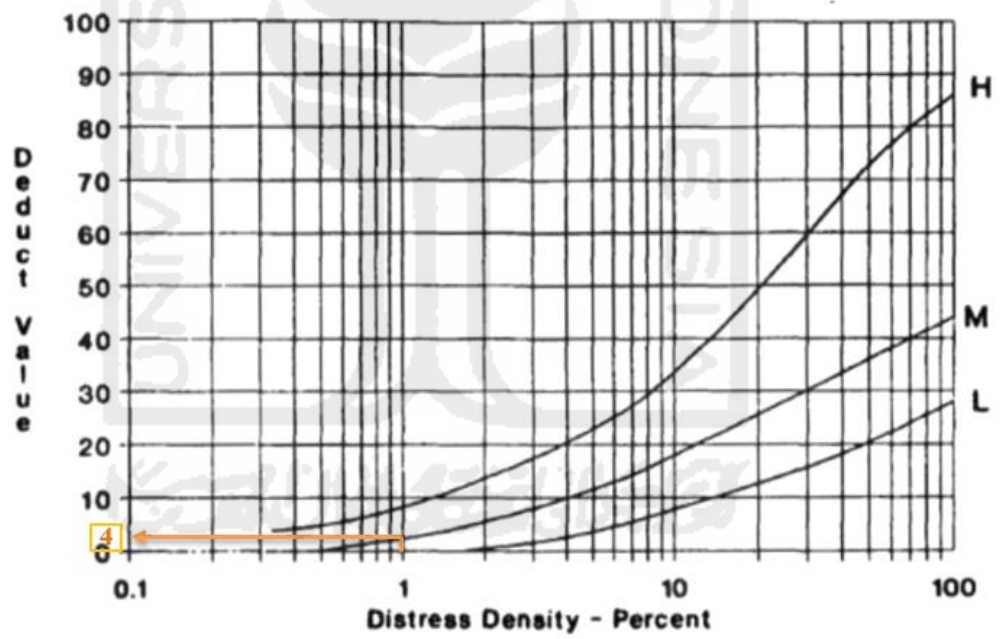
11. Segmen 11



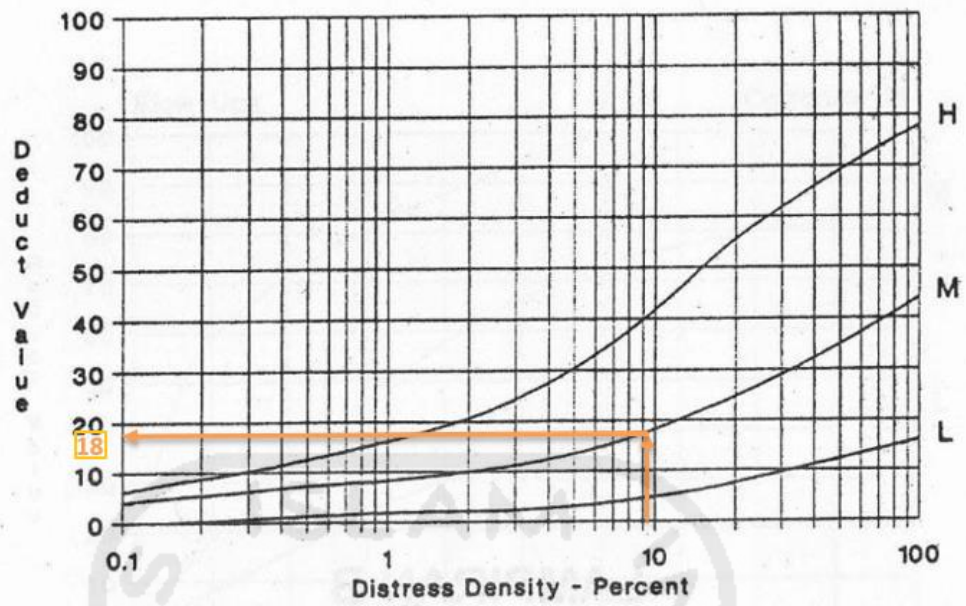
Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



Retak Blok (*Block Cracking*)

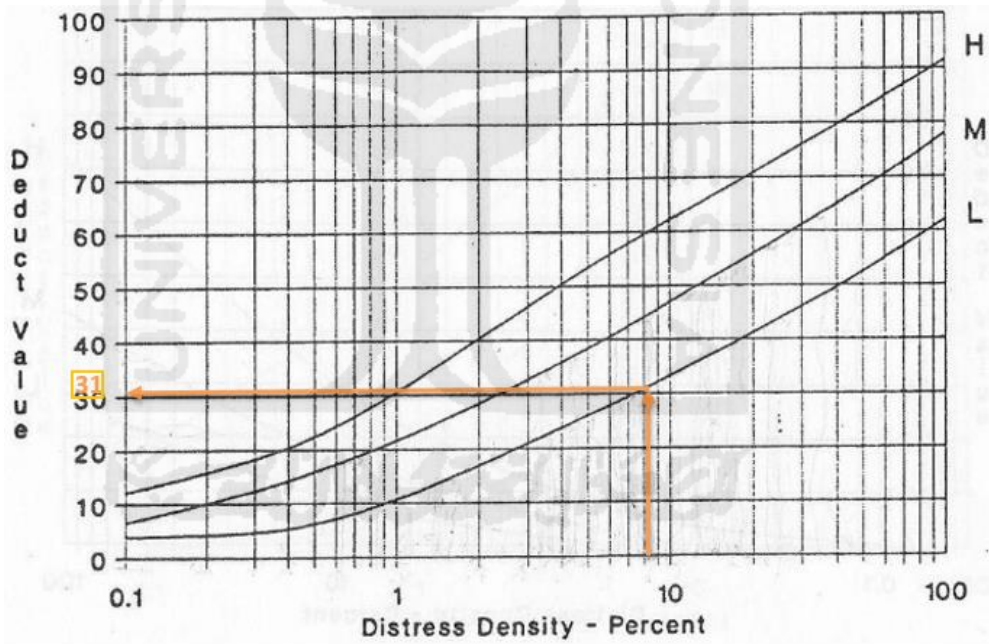


Retak Memanjang dan Melintang (satuan meter)

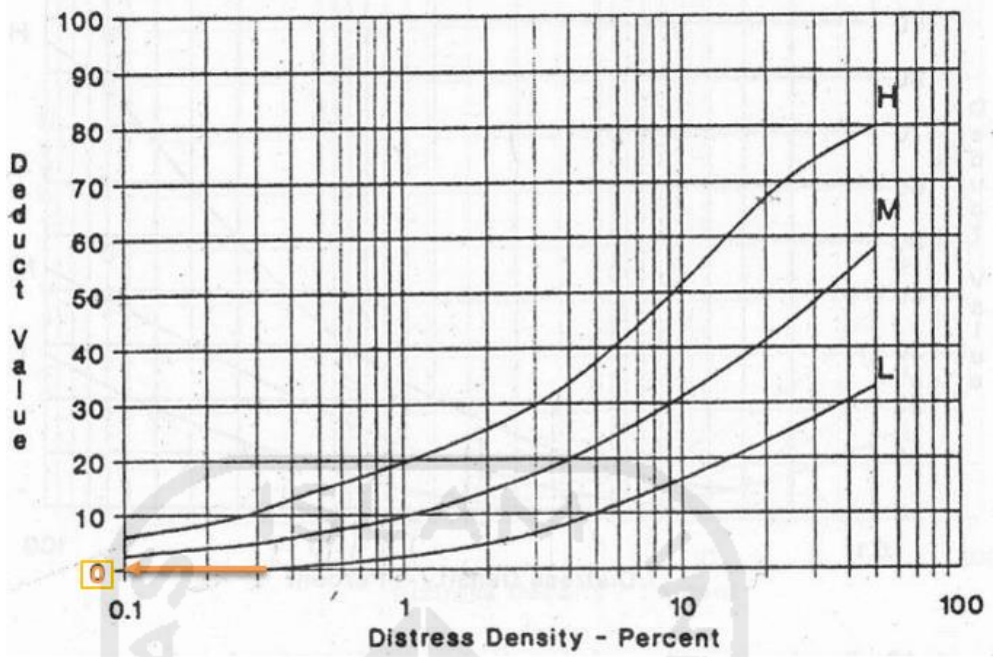


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

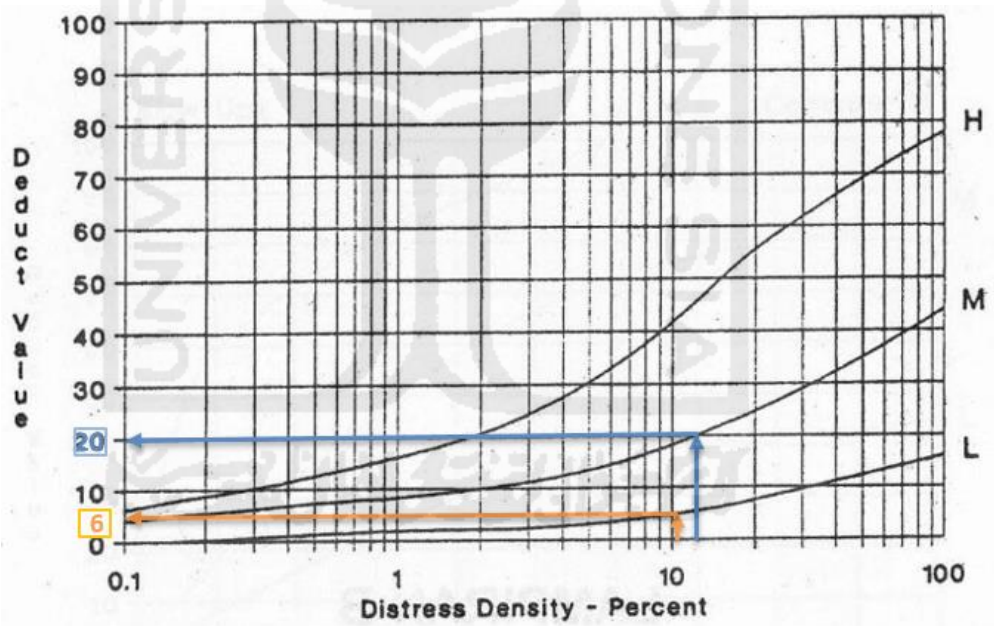
12. Segmen 12



Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

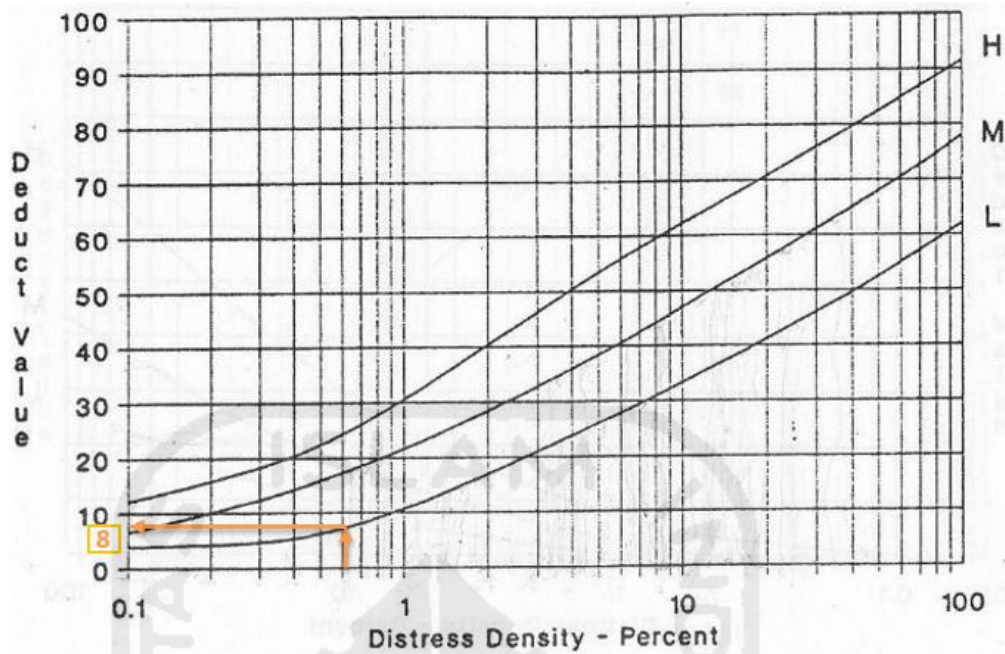


Tambalan dan tambalan Galian Utilitas (*patching and utility cut patching*)

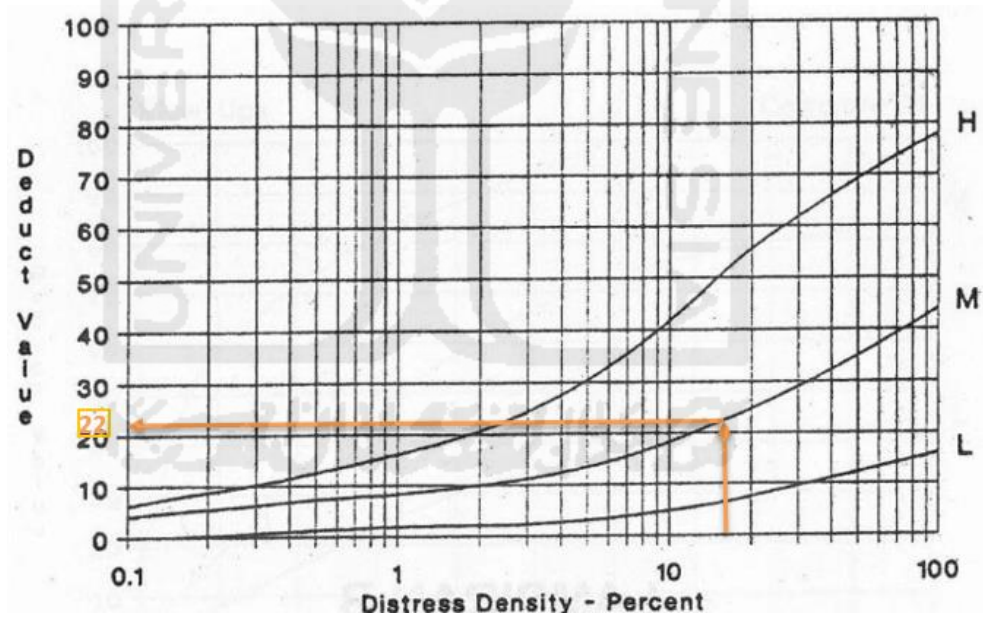


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

13. Segmen 13

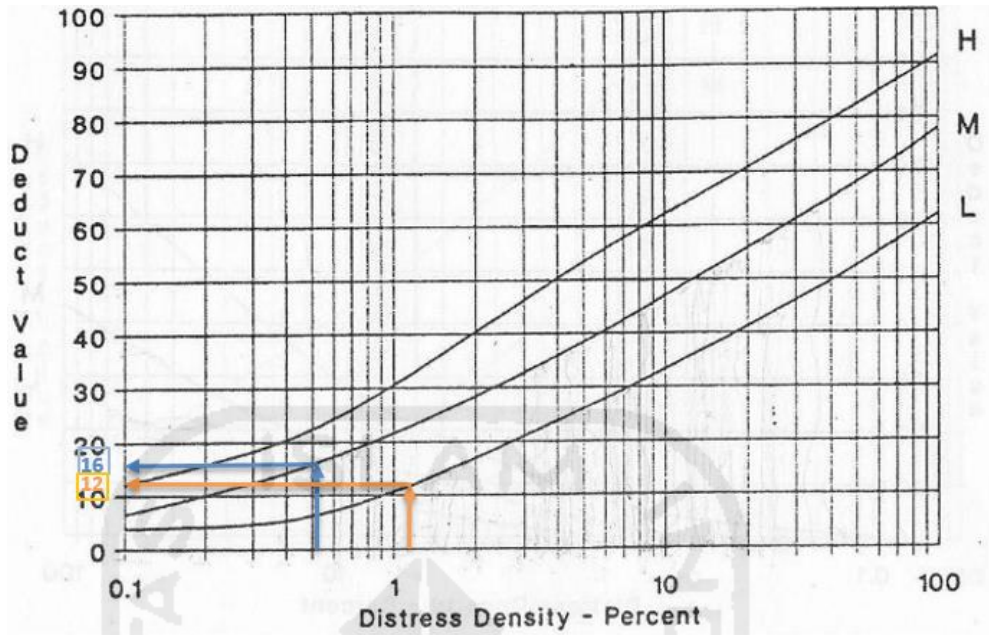


Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

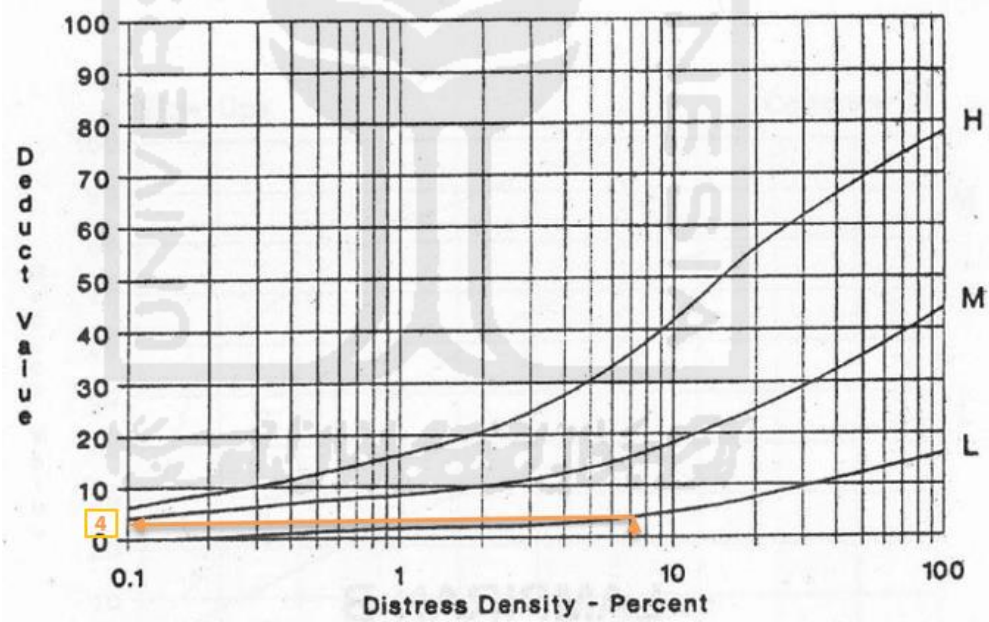


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

14. Segmen 14

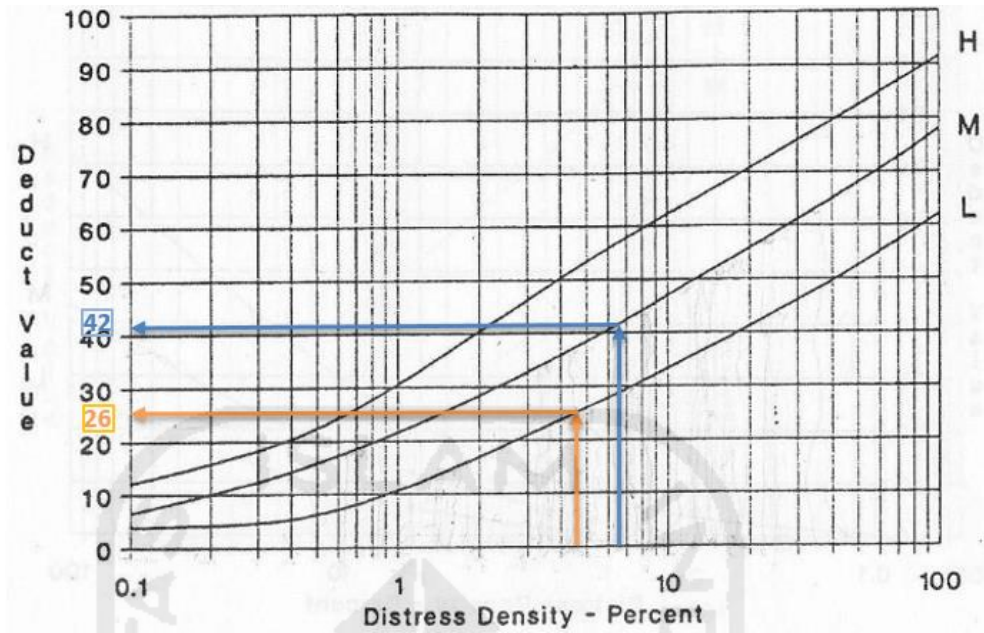


Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

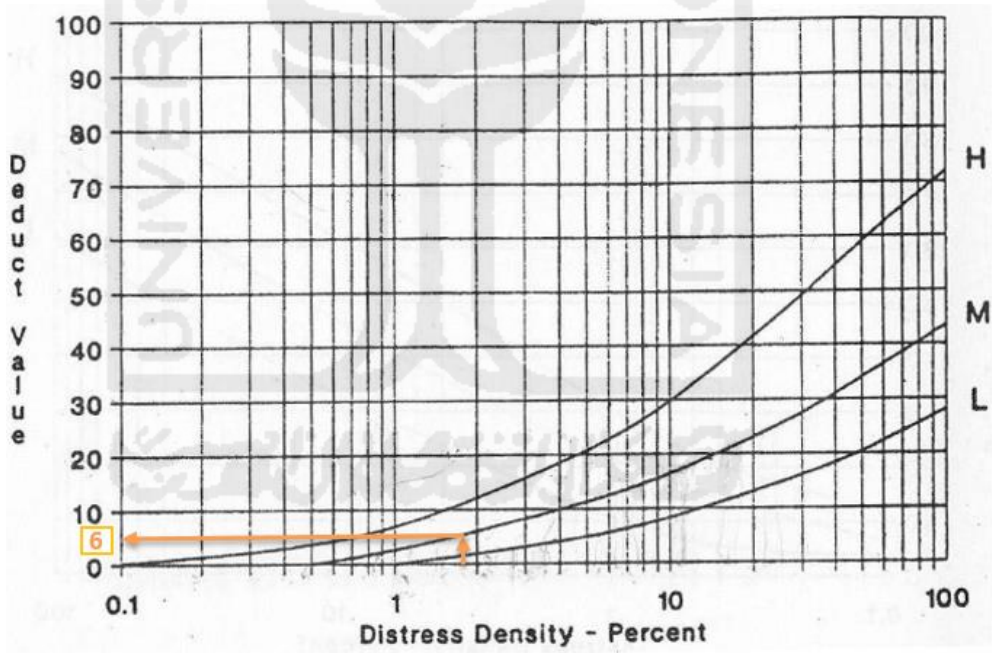


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

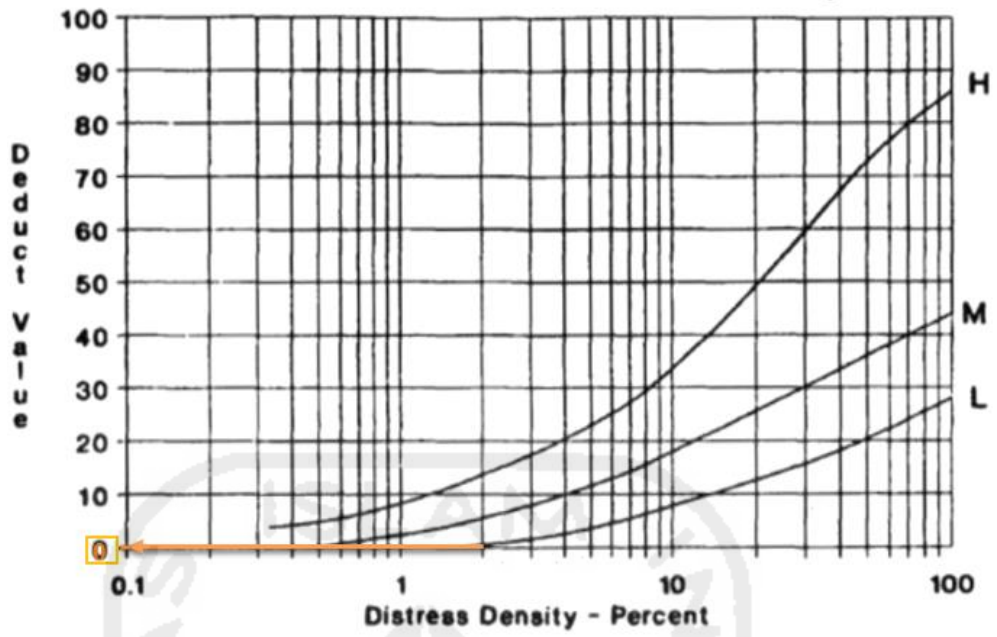
15. Segmen 15



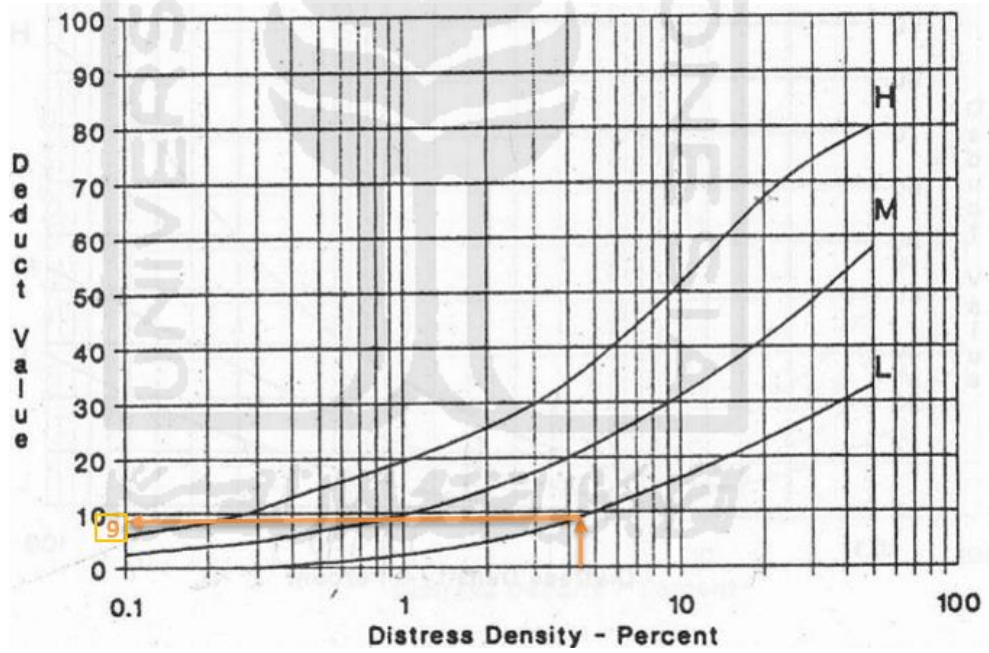
Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



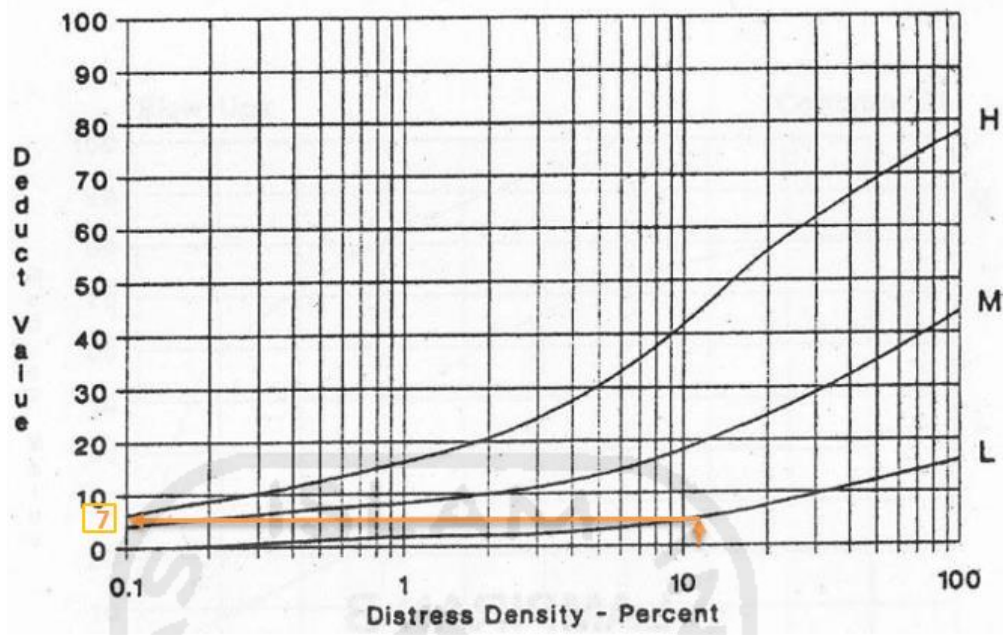
Retak Blok (*Block Cracking*)



Retak Memanjang dan Melintang (satuan meter)

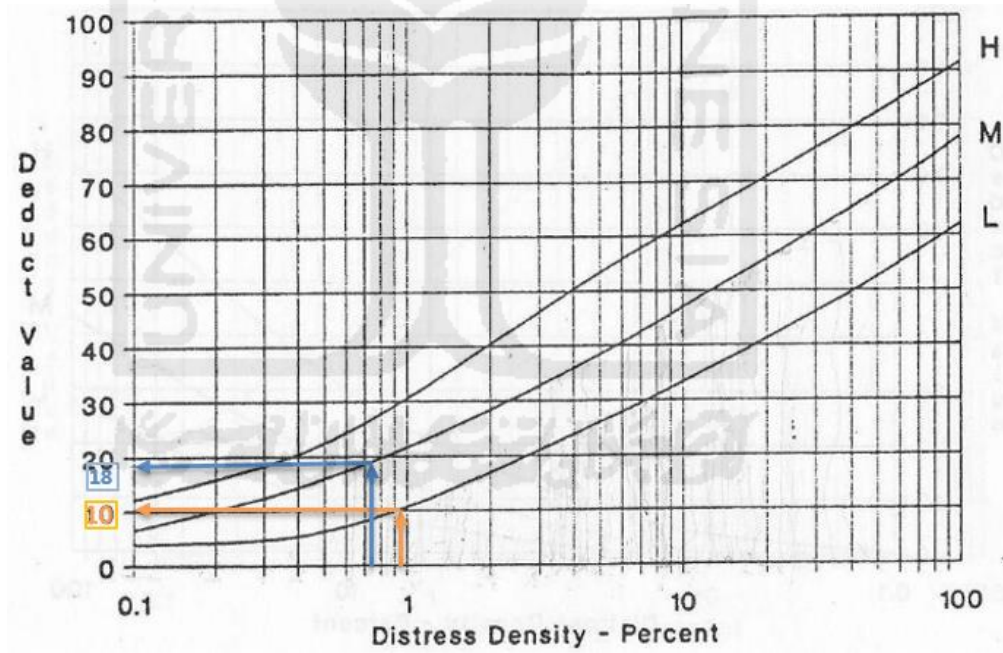


Tambalan dan tambalan Galian Utilitas (*patching and utility cut patching*)



Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

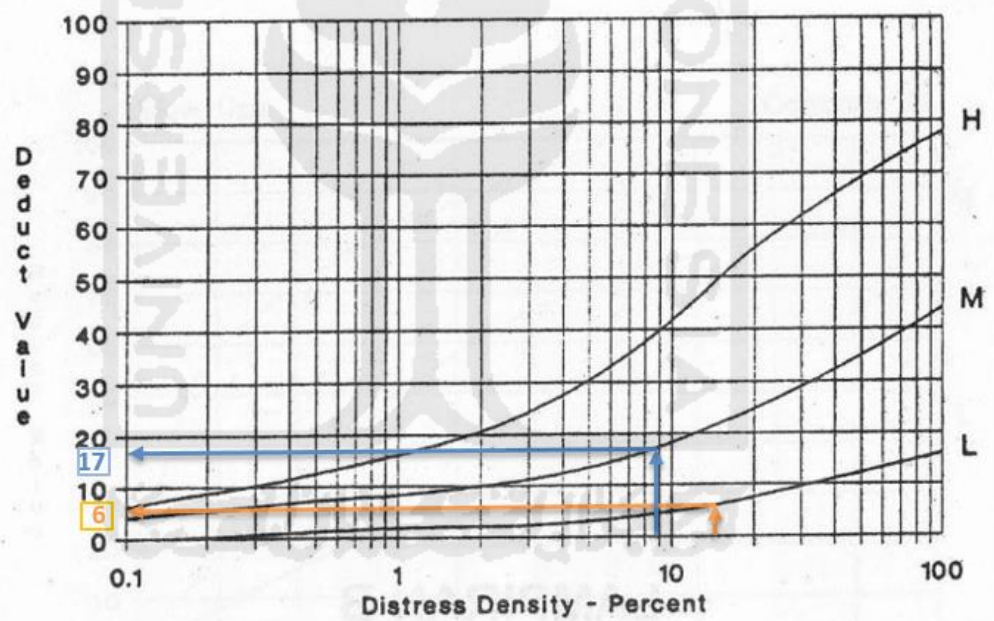
16. Segmen 16



Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



Retak Memanjang dan Melintang (satuan meter)

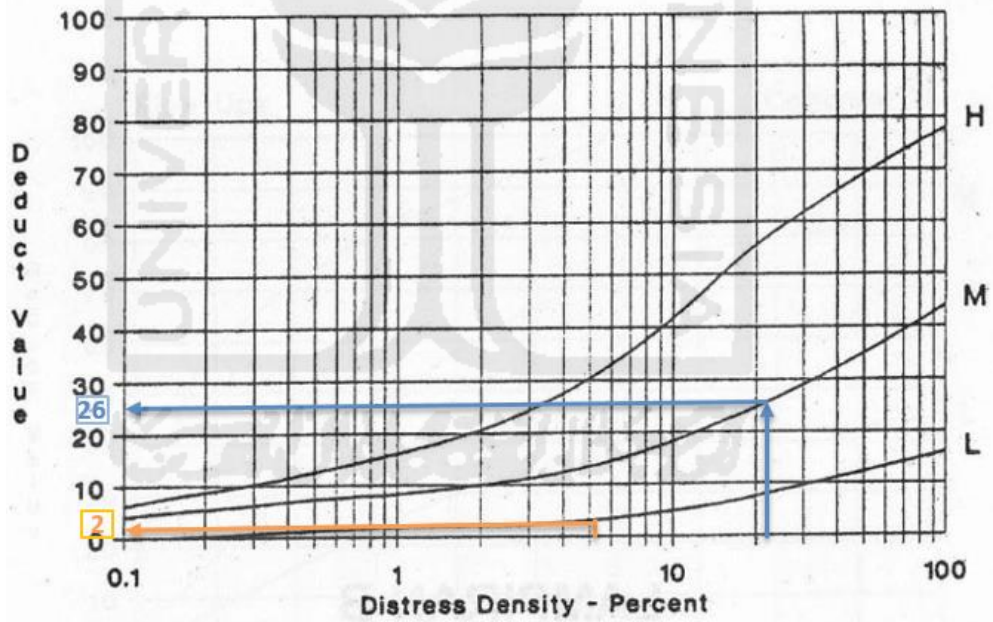


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

17. Segmen 17

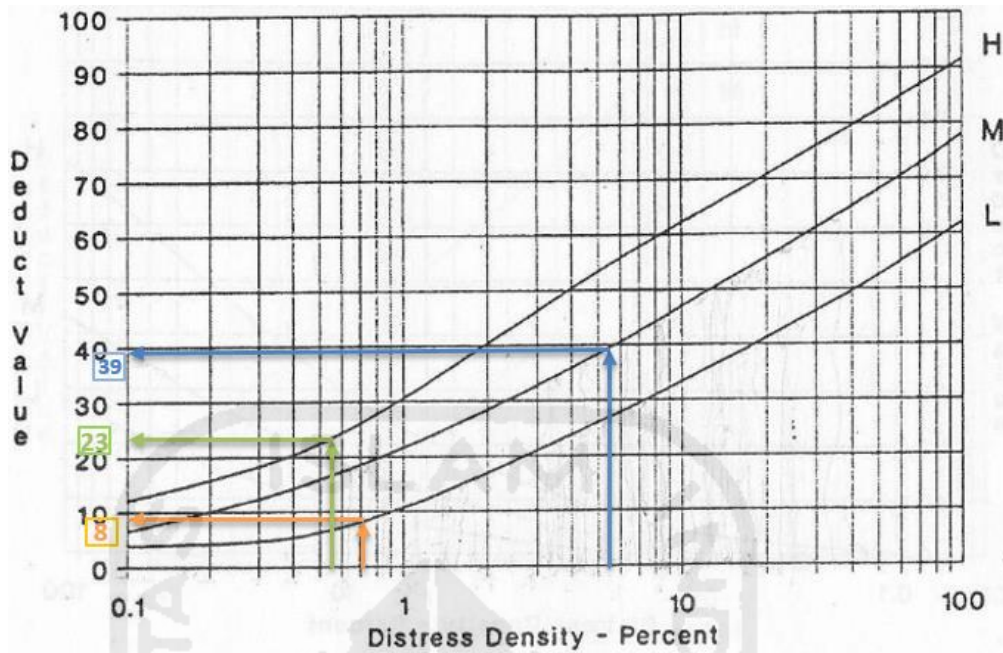


Retak Memanjang dan Melintang (satuan meter)

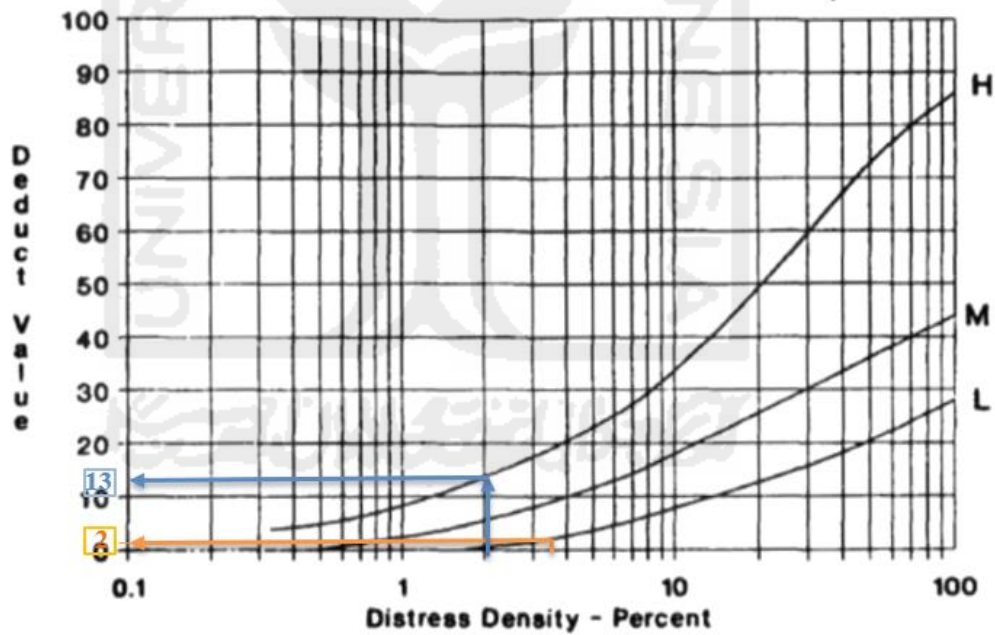


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

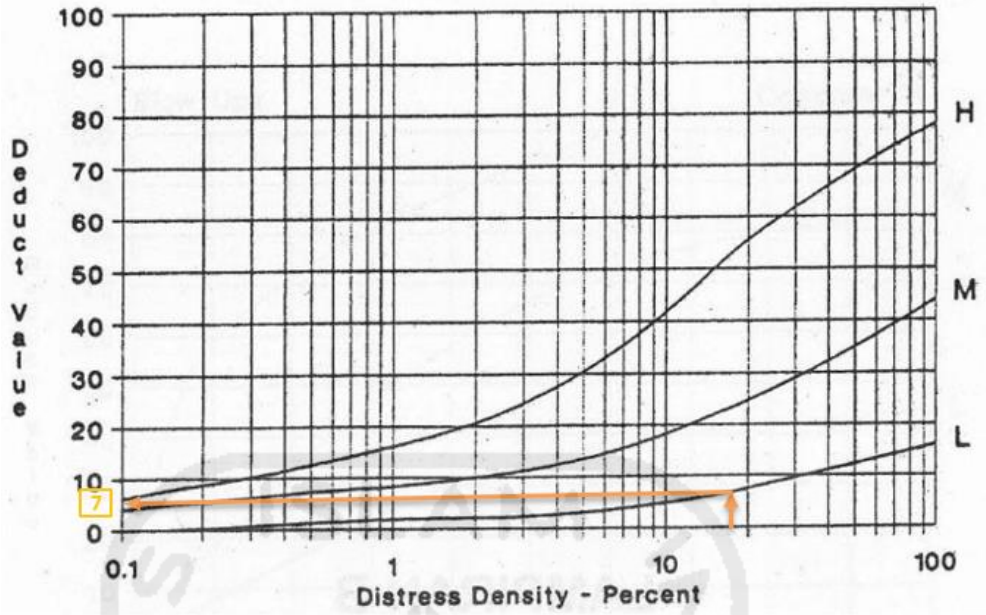
18. Segmen 18



Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

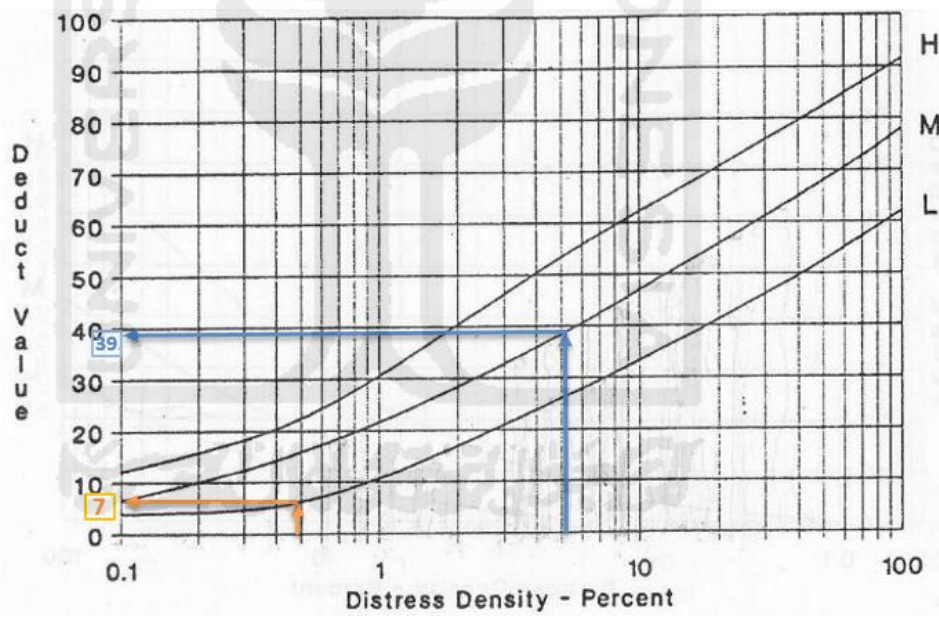


Retak Memanjang dan Melintang (satu meter)

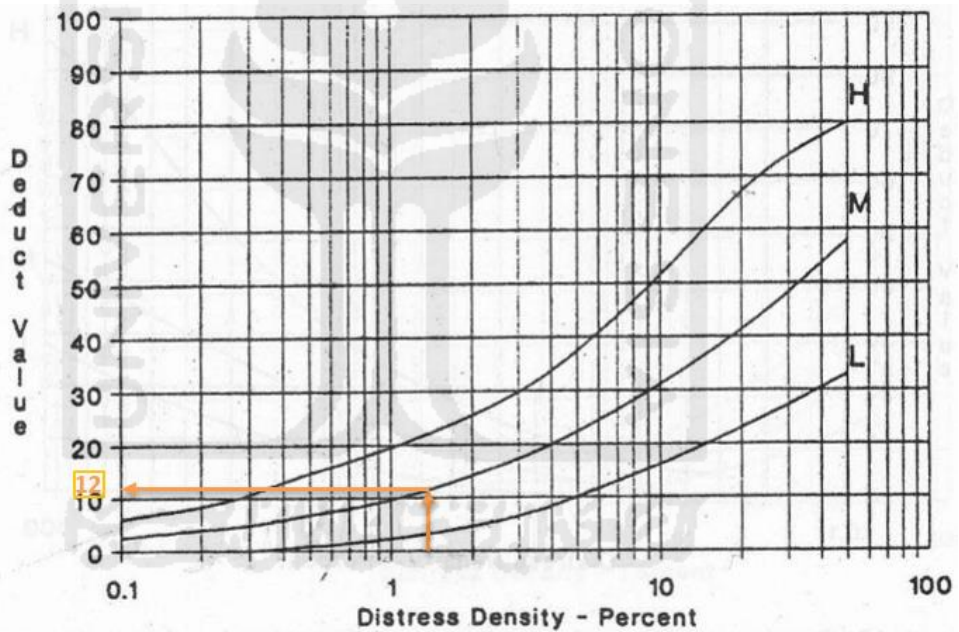
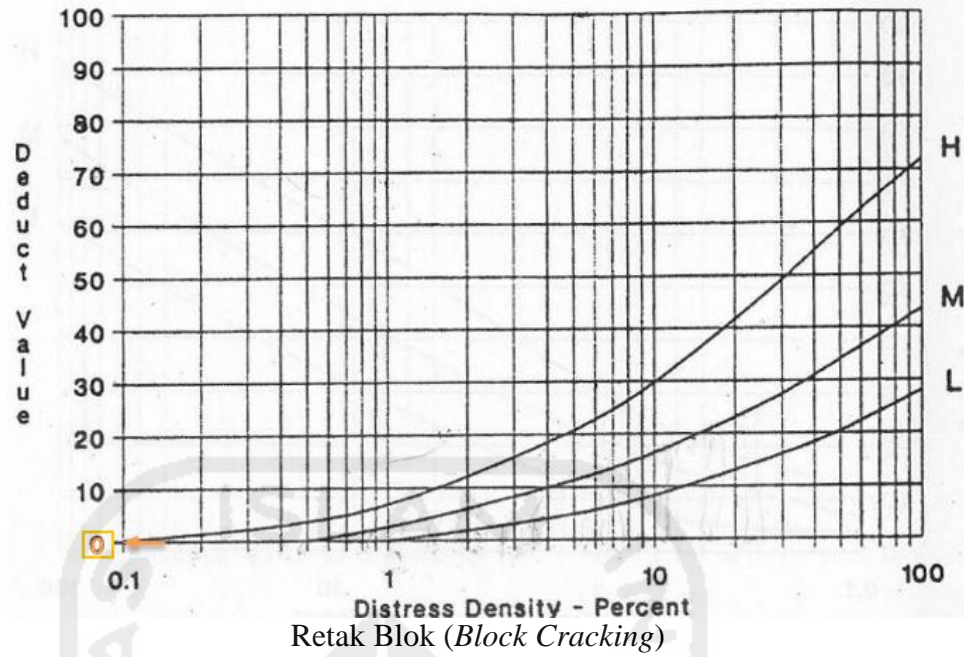


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

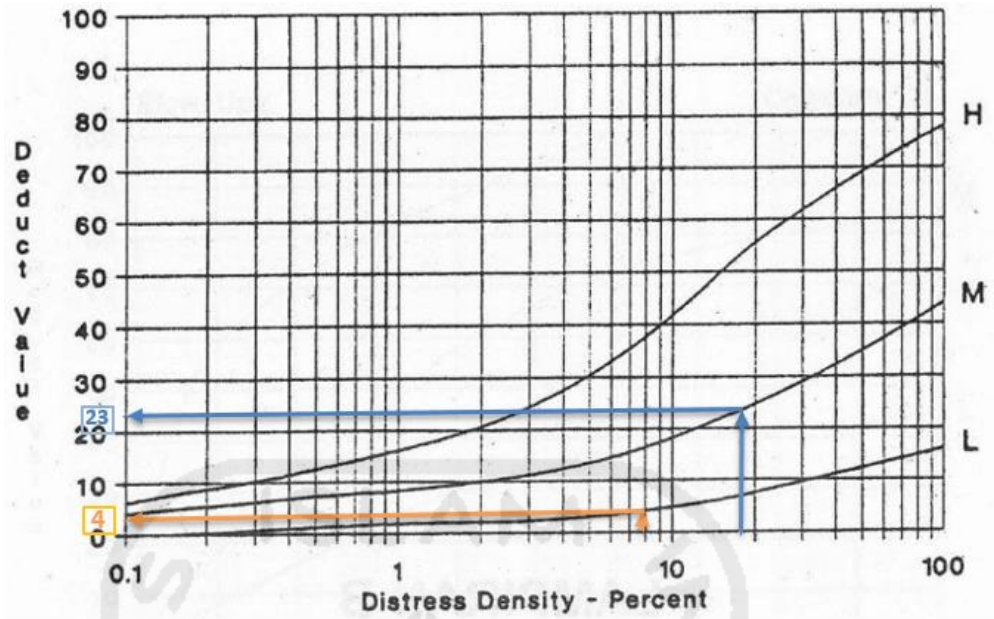
19. Segmen 19



Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

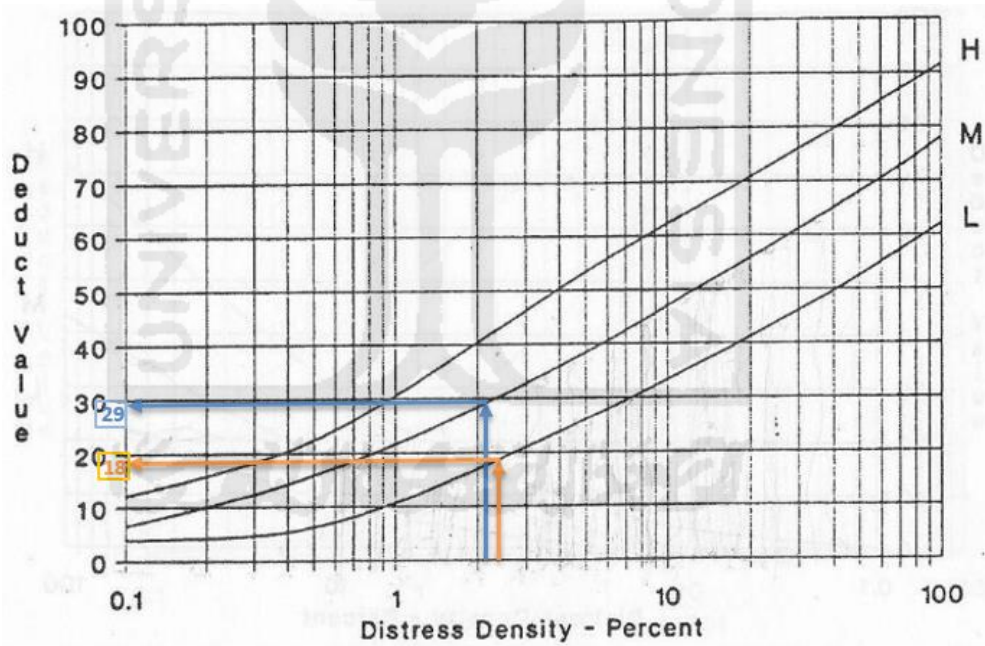


Tambalan dan tambalan Galian Utilitas (*patching and utility cut patching*)

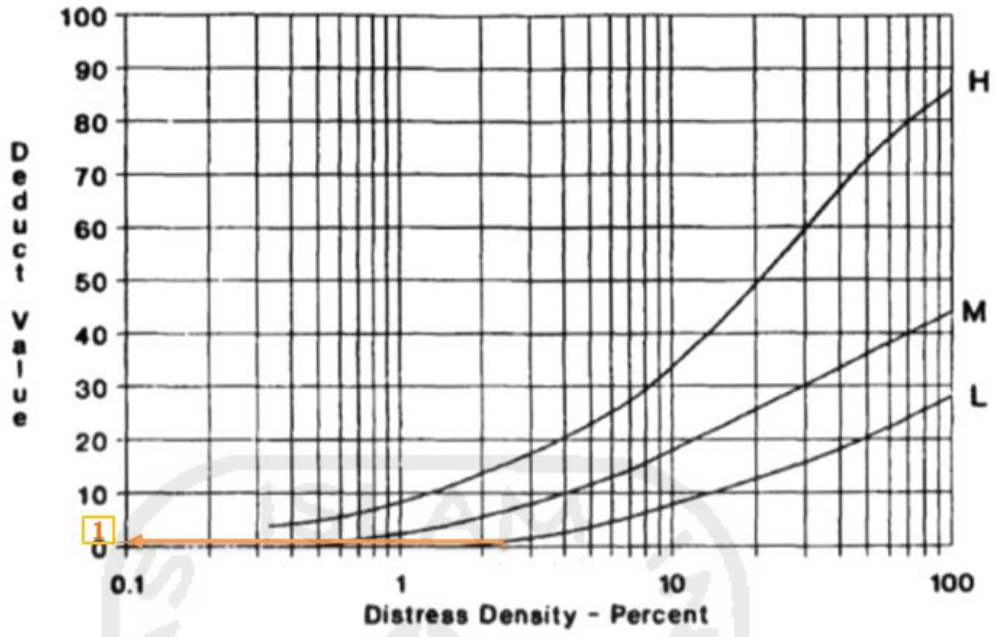


Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

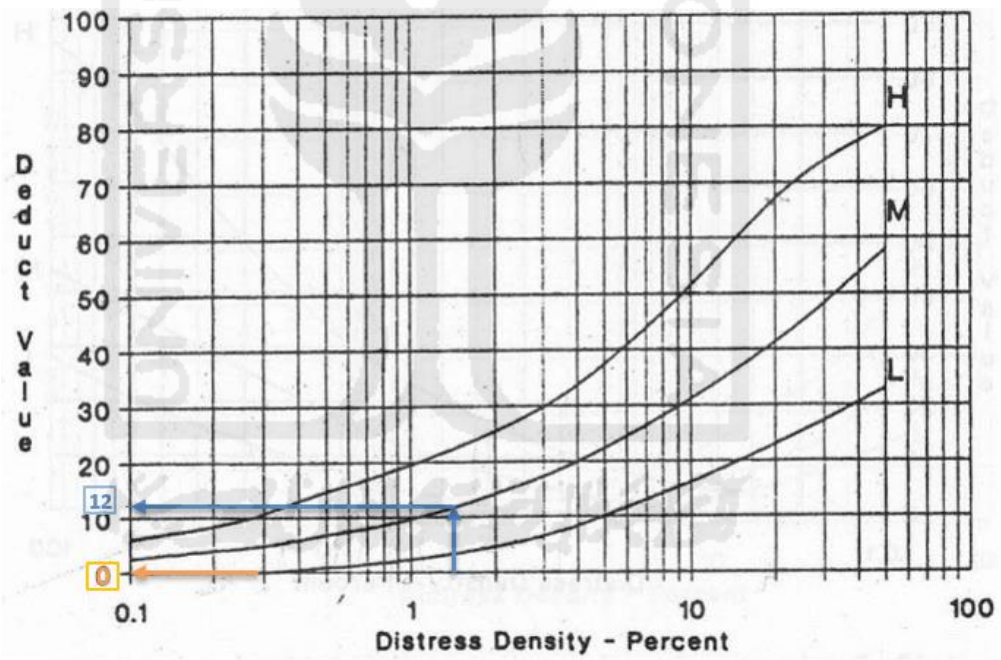
20. Segmen 20



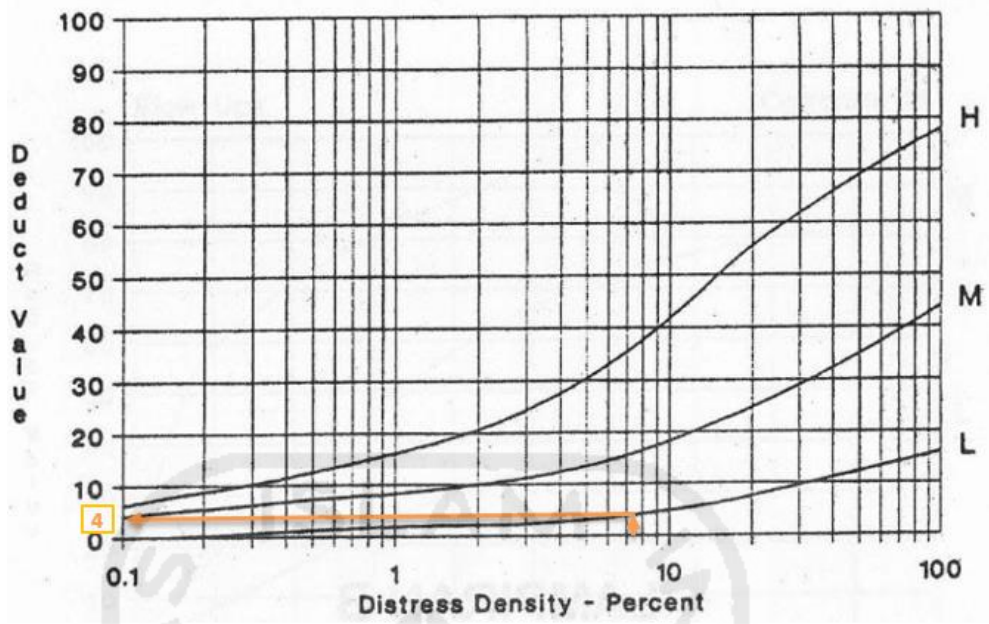
Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



Retak Memanjang dan Melintang (satuan meter)



Tambalan dan tambalan Galian Utilitas (*patching and utility cut patching*)



Pelapukan dan Butiran lepas (*weathering and raveling*)

