

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK
DAN RESIN EPOXY TERHADAP KUAT TEKAN DAN
KUAT TARIK BELAH BETON
(*THE EFFECT OF USING PLASTIC WASTE AND
EPOXY RESIN ON THE COMPRESSIVE AND TENSILE
STRENGTH OF CONCRETE*)**

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



**NAUFAL AKHDAN BAYU RAMADHAN
18511258**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2023**

TUGAS AKHIR

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK DAN RESIN EPOXY TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON *(THE EFFECT OF USING PLASTIC WASTE AND EPOXY RESIN ON THE COMPRESSIVE AND SPLIT TENSILE STRENGTH OF CONCRETE)*

Disusun Oleh

Naufal Akhdan Bayu Ramadhan

18511258

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

Diuji pada tanggal 22 September 2023

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

19/12/23

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

Penguji I

Jafar S.T., MURP., M.T.
NIK: 1865111305

Penguji II

Anggit Mas Arifudin S.T., M.T.
NIK: 185111304

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



21/12/23

Wuntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng). IPM.
NIK: 095110101

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, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 22 September 2023

Penulis,



Naufal Akhdan Bayu Ramadhan
(18511258)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberi rahmat dan ridho-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik Dan Resin Epoxy Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton*. Tugas Akhir yang penulis buat merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi dalam jenjang strata satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah turut membantu penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini. Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi oleh penulis, namun berkat dukungan, semangat, saran, dan juga kritik dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan terlepas dari segala kekurangan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih banyak kepada:

1. Ibu Yunalia Muntafi S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Astriana Hardawati S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing penulis di setiap proses penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Suharyatma, Ir., M.T. selaku dosen penguji I Tugas Akhir.
4. Bapak Anggit Mas Arifudin S.T., M.T. selaku dosen penguji II Tugas Akhir.
5. Bapak Darussalam dan Bapak Suwarno selaku laboran di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik yang telah membantu penulis selama proses pengambilan data untuk Tugas Akhir.
6. Bapak Joko Bagiyo dan Ibu Sri Wahyuningsih selaku orang tua penulis atas doa maupun dukungan yang diberikan secara material maupun non-material sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir.
7. Teman-teman “Crewsuhan” dan angkatan 2018 yang telah membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.

Sekian kata dari penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi segala pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 22 September 2023

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Naufal', written in a cursive style.

Naufal Akhdan Bayu Ramadhan

18511258

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Penelitian Terkini	9
BAB III	10
LANDASAN TEORI	10

3.1	Limbah	10
3.2	Pengolahan Limbah	10
3.3	Plastik	11
3.4	Resin	12
3.5	Katalis (<i>Hardener</i>)	13
3.6	Beton	14
3.7	Beton Polimer	14
3.8	Agregat	15
3.9	Pengecekan Agregat	16
3.7.1	Pengecekan Agregat Halus	16
3.7.2	Pengecekan Agregat Kasar	19
3.10	Mix Design	21
3.11	Pengujian Benda Uji	30
3.9.1	Uji Kuat Tekan	30
3.9.2	Uji Kuat Tarik Belah	31
BAB IV 33		
METODE PENELITIAN		33
4.1	Waktu dan Lokasi Penelitian	33
4.2	Bahan dan Alat Pembuatan Benda Uji	33
4.2.1	Bahan-bahan campuran	33
4.2.2	Alat-Alat	34
4.3	Pembuatan dan Perawatan Terhadap Benda Uji	40
4.4	Data dan Sampel	41
4.5	Diagram Alir Penelitian	42
BAB V 44		

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	44
5.1 Hasil Penelitian	44
5.2 Pengecekan Bahan	44
5.2.1 Pengecekan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	44
5.2.2 Analisa Saringan Pada Agregat Halus	45
5.2.3 Pengecekan Berat Isi Pada Agregat Halus	48
5.2.4 Pengujian Kandungan Lumpur Pada Agregat Halus	49
5.2.5 Pengecekan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	49
5.2.6 Analisa Saringan Pada Agregat Kasar	50
5.2.7 Pengecekan Berat Isi Pada Agregat Kasar	53
5.3 Mix Design	54
5.4 Pengujian Benda Uji Beton	60
5.4.1 Uji <i>Slump</i>	60
5.4.2 Pengukuran Dimensi Benda Uji	62
5.4.3 Kuat Tekan Beton	68
5.4.4 Kuat Tarik Belah Beton	73
5.2 Pembahasan Hasil Pengujian Benda Uji Beton	77
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	83
6.1 Kesimpulan	83
6.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN 88	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1	Spesifikasi Gradasi Agregat Halus	15
Tabel 3.2	Spesifikasi Gradasi Agregat Kasar	16
Tabel 3.3	Nilai Deviasi Standar Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	23
Tabel 3.4	Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan Nilai Faktor Air Semen	23
Tabel 3.5	Persyaratan Fas Maksimum Untuk Pembetonan dan Lingkungan Khusus	25
Tabel 3.6	Penetapan Nilai Slump	25
Tabel 3.7	Perkiraan Kebutuhan Air per-m ³ Beton	26
Tabel 3.8	Kebutuhan Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan	26
Tabel 4.1	Variasi dan Jumlah Benda Uji	42
Tabel 5.1	Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	44
Tabel 5.2	Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1	45
Tabel 5.3	Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2	46
Tabel 5.4	Berat Isi Gembur Agregat Halus	48
Tabel 5.5	Berat Isi Padat Agregat Halus	48
Tabel 5.6	Kandungan Lumpur Agregat Halus	49
Tabel 5.7	Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	49
Tabel 5.8	Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1	50
Tabel 5.9	Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 2	51
Tabel 5.10	Berat Isi Gembur Agregat Kasar	53
Tabel 5.11	Berat Isi Padat Agregat Kasar	53

Tabel 5.12	Rekapitulasi Mix Design	58
Tabel 5.13	Kebutuhan Material Beton Tiap Variasi	59
Tabel 5.14	Kebutuhan Material Beton Tiap Variasi Dengan Angka Penyusutan 20%	59
Tabel 5.14	Kebutuhan Material Beton Tiap Variasi Dengan Angka Penyusutan 20%	60
Tabel 5.15	Nilai <i>Slump</i>	60
Tabel 5.16	Data Pengukuran Dimensi Benda Uji	63
Tabel 5.17	Rekapitulasi Kuat Tekan Beton	69
Tabel 5.18	Rekapitulasi Kuat Tarik Beton	74
Tabel 5.19	Rekapitulasi Peningkatan dan Penurunan Kuat Tekan	78
Tabel 5.20	Rekapitulasi Peningkatan dan Penurunan Kuat Tarik	79
Tabel 5.21	Perbandingan Kuat Tarik Terhadap Kuat Tekan	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Biji Limbah Plastik	12
Gambar 3.2	Resin Epoxy	13
Gambar 3.1	Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan	24
Gambar 3.2.a	Grafik Daerah Gradasi Pasir 1	27
Gambar 3.2.b	Grafik Daerah Gradasi Pasir 2	27
Gambar 3.2.c	Grafik Daerah Gradasi Pasir 3	28
Gambar 3.2.d	Grafik Daerah Gradasi Pasir 4	28
Gambar 3.3.a	Persen Pasir Terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10mm	29
Gambar 3.3.b	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20mm	29
Gambar 3.3.c	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 40mm	30
Gambar 3.4	Sketsa Uji Kuat Tekan Beton	30
Gambar 3.5	Sketsa Uji Kuat Tarik Belah Beton	32
Gambar 4.1	Saringan Agregat	34
Gambar 4.2	Casing Beton	35
Gambar 4.3	Gelas Ukur	35
Gambar 4.4	Ember	36
Gambar 4.5	Sketsa Uji Kuat Tarik Belah Beton	36
Gambar 4.6	Mixer Beton	37
Gambar 4.8	Timbangan	38
Gambar 4.7	Batang Penumbuk	38
Gambar 4.7	Alat Cetakan Capping	39

Gambar 4.8	Mesin Uji Kuat Tekan dan Tarik	39
Gambar 4.9	Kaliper	40
Gambar 4.10	Diagram Alir Metode Penelitian	43
Gambar 5.1	Grafik Gradasi Agregat Halus Sampel 1	47
Gambar 5.2	Grafik Gradasi Agregat Halus Sampel 2	48
Gambar 5.5	Grafik Gradasi Agregat Kasar Sampel 1	52
Gambar 5.6	Grafik Gradasi Agregat Kasar Sampel 2	53
Gambar 5.7	Grafik Faktor Air Semen	55
Gambar 5.8	Grafik Campuran Agregat	56
Gambar 5.9	Grafik Berat Isi Beton	57
Gambar 5.10	Grafik Nilai <i>Slump</i> resin epoxy 3% (cm)	61
Gambar 5.11	Grafik Nilai <i>Slump</i> resin epoxy 5% (cm)	61
Gambar 5.12	Grafik Nilai <i>Slump</i> Gabungan (cm)	62
Gambar 5.13	Grafik Kuat Tekan Beton Resin Epoxy 3%	71
Gambar 5.14	Grafik Kuat Tekan Beton Resin Epoxy 5%	72
Gambar 5.15	Grafik Kuat Tekan Beton Gabungan	72
Gambar 5.16	Grafik Kuat Tarik Belah Beton Resin Epoxy 3%	75
Gambar 5.17	Grafik Kuat Tarik Belah Beton Resin Epoxy 5%	76
Gambar 5.18	Grafik Kuat Tarik Belah Beton Gabungan	77
Gambar 5.19	Grafik Peningkatan dan Penurunan Kuat Tekan	78
Gambar 5.20	Grafik Peningkatan dan Penurunan Kuat Tarik Belah	80
Gambar 5.21	Grafik Perbandingan Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Laporan Sementara Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	89
Lampiran 2.	Laporan Sementara Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	90
Lampiran 3.	Laporan Sementara Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Sampel 1	91
Lampiran 4.	Laporan Sementara Grafik Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Sampel 1	92
Lampiran 5.	Laporan Sementara Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Sampel 2	93
Lampiran 6.	Laporan Sementara Grafik Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Sampel 2	94
Lampiran 7.	Laporan Sementara Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Kasar Sampel 1	95
Lampiran 8.	Laporan Sementara Grafik Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Kasar Sampel 1	96
Lampiran 9.	Laporan Sementara Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Kasar Sampel 2	97
Lampiran 10.	Laporan Sementara Grafik Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Kasar Sampel 2	98
Lampiran 11.	Laporan Sementara Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus	99
Lampiran 12.	Laporan Sementara Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus	100

Lampiran 13.	Laporan Sementara Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Kasar	101
Lampiran 14.	Laporan Sementara Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar	102
Lampiran 15.	Laporan Sementara Pengujian Kandungan Lumpur dalam Agregat Halus	103
Lampiran 16.	Laporan Sementara Pengujian Kuat Tekan Beton	104
Lampiran 17.	Laporan Sementara Pengujian Kuat Tarik Beton	106
Lampiran 18.	Laporan Sementara Proses Pembuatan Benda Uji	108
Lampiran 19.	Dokumentasi Pengujian Kuat Tekan	110
Lampiran 20.	Dokumentasi Pengujian Kuat Tarik	112

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

BRP = Beton Resin Plastik

PCC = Portland Cement Composite

FAS = Faktor Air Semen

F'_c = Kuat Tekan Beton

F'_{cr} = Kuat Tekan Beton Rencana

MHB = Modulus Halus Butir

SNI = Standar Nasional Indonesia

D = Diameter Benda Uji

T = Tinggi Benda Uji

A = Luas Penampang Benda Uji

P = Beban Maksimum

Sr = Standar Deviasi

Wps = Berat Pasir

Wkr = Berat Kerikil

Wbt = Berat Beton

Wh = Kebutuhan Agregat Halus

Wk = Kebutuhan Agregat Kasar

ABSTRAK

penggunaan plastik yang semakin meningkat menjadi salah satu faktor pencemaran lingkungan. Salah satu solusi untuk mengurangi pencemaran limbah plastik yaitu dengan melakukan daur ulang. Pada penelitian ini dilakukan Penambahan limbah plastik yang berbentuk bijih plastik ke dalam campuran beton sebagai langkah daur ulang. Untuk menjaga tercapainya kuat tekan rencana digunakan bahan lain berupa resin epoxy yang bertujuan untuk menambah kekuatan benda uji sehingga tidak terjadi penurunan kekuatan beton pada penambahan bijih plastik.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kuat tekan dan kuat tarik beton yang ditambahkan resin dan plastik. Persentase resin epoxy yang digunakan sebesar 3% dan 5% sedangkan limbah bijih plastik sebesar 3%, 5%, dan 7%. Metode Perhitungan campuran beton yang dilakukan didasarkan pada metode SNI-03-2834-2000 dengan kuat tekan rencana sebesar 25 MPa. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan dimensi sebesar 150 x 300 mm sebanyak 70 buah. Benda uji diteliti dalam umur 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan resin epoxy sebesar 3% dan limbah bijih plastik sebesar 7% memiliki hasil kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 30,88 MPa. Selain nilai tersebut kuat tekan pada variasi lain mengalami penurunan dan yang terbesar pada beton dengan resin epoxy 5% dan limbah bijih plastik 3% sebesar -8,38%. Pada kuat tarik belah nilai terbesar dicapai oleh beton dengan resin epoxy 3% dan limbah bijih plastik 5%. Kuat tarik belah yang dicapai oleh variasi tersebut sebesar 2,96 MPa. Nilai pada kuat tarik belah yang didapat mengalami penurunan secara keseluruhannya dan yang terbesar pada beton dengan resin epoxy 5% dan limbah bijih plastik 7% sebesar -26,55%.

Kata kunci: Resin epoxy, Limbah Bijih Plastik, Kuat Tekan, Kuat tarik belah

ABSTRACT

The increasing use of plastic is one of the factors of environmental pollution. One solution to reduce plastic waste pollution is by recycling. In this study, the addition of plastic waste in the form of plastic ore into the concrete mixture as a recycling step was carried out. To maintain the achievement of the compressive strength of the plan, another material is used in the form of epoxy resin which aims to increase the strength of the test object so that there is no decrease in concrete strength in the addition of plastic waste pellet.

This study aims to determine the compressive strength and tensile strength of concrete added with resin and plastic. The percentage of epoxy resin used was 3% and 5% while the plastic waste pellet was 3%, 5%, and 7%. The concrete mix calculation method is based on the SNI-03-2834-2000 method with a plan compressive strength of 25 MPa. The test specimens used were cylinders with dimensions of 150 x 300 mm as many as 70 pieces. The test specimens were examined at the age of 28 days.

The results showed that concrete with 3% epoxy resin and 7% plastic waste pellet had the highest compressive strength of 30.88 MPa. In addition to this value, the compressive strength in other variations decreased and the largest was in concrete with 5% epoxy resin and 3% plastic waste pellet by -8.38%. In split tensile strength, the largest value was achieved by concrete with 3% epoxy resin and 5% plastic waste pellet. The split tensile strength achieved by this variation was 2.96 MPa. The value of the split tensile strength obtained decreased overall and the largest was in concrete with 5% epoxy resin and 7% plastic waste pellet by -26.55%.

Keywords: Resin Epoxy, Plastic Waste Pellet, Compressive Strength, Tensile Strength

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu elemen yang digunakan dengan jumlah yang sangat banyak pada suatu konstruksi. Pada sebuah pembangunan apartemen beton yang digunakan memiliki rasio sebesar $0,3041 - 0,5891 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (Sutanto, 2009). Beton pada penelitian ini memiliki komposisi yang terdiri dari semen, air, dan agregat. Beton yang dirancang dapat ditambahkan oleh variasi bahan yang beragam.

Variasi bahan campuran maupun rasio dari beton dapat menggunakan beragam jenis bahan. Penggunaan variasi limbah plastik ataupun resin dalam campuran beton juga pernah dilakukan oleh peneliti seperti Angga dkk. (2017), Kumar (2018), Mulyadi dkk. (2018), Zabbar (2019), Pradhana (2021), Ramadhan (2022). Selain itu bahan variasi yang dapat dicampur ke dalam campuran beton yaitu seperti *fly ash*, serabut kelapa, resin, kawat baja, dll. Variasi campuran yang ditambahkan ke campuran beton dapat mempengaruhi kuat Beton. Selain itu variasi dapat mempengaruhi nilai dari suatu aspek yang lain seperti ekonomi, efektivitas, waktu, dll. penelitian.

Seiring berkembangnya zaman dan perindustrian kebutuhan dan penggunaan plastik menjadi salah satu faktor pencemaran lingkungan. Hal ini disebabkan oleh sifat plastik yang sulit terurai dan dapat tahan hingga ratusan tahun lamanya. Disebutkan oleh kementerian lingkungan hidup, sampah plastik di Indonesia pada tahun 2016 dapat mencapai 66 juta ton/tahun dan 16% dari total sampah tersebut berupa sampah plastik. Salah satu solusi yang dapat mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan melakukan daur ulang, pemakaian kembali atau dimanfaatkan menjadi bentuk barang lain. Limbah plastik yang akan digunakan akan dijadikan sebagai bahan campuran sehingga diharapkan dapat mengurangi limbah plastik yang ada. Seperti pada penelitian Wardana dkk (2021) yang memanfaatkan limbah

plastik sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton yang diharapkan dapat mengurangi limbah plastik yang ada.

Variasi yang dapat digunakan selain plastik yaitu dengan penambahan bahan resin. Penambahan resin pada variasi campuran beton diharapkan dapat menambah efisiensi dalam pembuatannya. Hal ini dikarenakan resin memiliki sifat tahan kimia, stabilitas dimensi yang baik, kuat, modulus tinggi dan tahan panas (Salam, 2007). Resin yang akan digunakan pada penelitian ini digunakan jenis resin epoxy yang merupakan resin thermoset. Resin memiliki bentuk berupa cairan kental dan akan mengeras menjadi benda padat yang getas.

Pada penelitian ini penulis akan menjadikan limbah plastik sebagai bahan campuran beton. Selain itu agar pembuatan beton lebih baik dan efisien dibantu dengan bahan tambahan resin epoxy agar kekuatan maupun ketahanan beton meningkat. Hal ini diharapkan agar pilihan menggunakan limbah plastik dalam campuran beton dapat dipertimbangkan sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang ada. Selain itu pada penelitian ini bentuk beton yang akan dipakai merupakan bentuk silinder dengan dimensi 150x300 mm.

1.2 Rumusan Masalah

Dari Latar belakang di atas maka didapatkan rumusan masalah berikut ini.

1. Bagaimana pengaruh penambahan limbah plastik dan resin terhadap kuat tekan beton?
2. Bagaimana pengaruh penambahan limbah plastik dan resin terhadap kuat tarik belah beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari rumusan masalah di atas adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui nilai kuat tekan setelah ditambah dengan limbah plastik dan resin.
2. Untuk mengetahui nilai kuat tarik belah setelah ditambah dengan limbah plastik dan resin.

1.4 Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dapat memberikan informasi terhadap pengaruh kuat tekan dan tarik beton yang dipengaruhi tambahan limbah plastik dan resin.
2. Memberikan alternatif beton yang ramah lingkungan dengan menggunakan limbah plastik kepada masyarakat.

1.5 Batasan Penelitian

1. Limbah plastik yang digunakan adalah PP (*Polypropylene*)
2. Jenis semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen PCC (*Portland Cement Composit*)
3. Bentuk benda uji yang digunakan yaitu bentuk silinder.
4. Penelitian ini mengacu kepada aturan SNI 2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana beton normal
5. pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini mengacu kepada SNI 03-1974-2011 tentang metode pengujian kuat tekan.
6. pengujian kuat tarik belah beton pada penelitian ini mengacu kepada SNI 03-2491-2002 tentang metode pengujian kuat tarik belah beton.
7. Bentuk bijih plastik yang dipakai di penelitian ini berbentuk butiran kecil dengan ukuran 3 mm.
8. Pengaruh dari suhu, udara dan faktor lainnya diabaikan.
9. Variasi penambahan resin dalam beton menggunakan variasi sebesar 3%, dan 5% dari berat semen.
10. Variasi penambahan plastik dalam campuran beton menggunakan variasi sebesar 3%, 5%, dan 7% dari berat semen.
11. Kuat tekan yang direncanakan sebesar 25 MPa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam tinjauan pustaka diperlukan untuk mengetahui perkembangan dari penelitian yang telah dilakukan. Penelitian yang dimaksud yaitu penelitian yang berkaitan dengan analisis kuat tekan menggunakan bahan limbah plastik dan resin. Berikut ini adalah penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Angga, dkk (2017) meneliti tentang pengaruh penambahan limbah plastik polypropylene sebagai campuran agregat kasar terhadap kuat tekan dan tarik pada beton f_c' 25 MPa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh penggunaan limbah plastik polypropylene (PP) sebagai campuran agregat kasar pada campuran beton normal f_c' 25 terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan cara melakukan eksperimen di dalam laboratorium. Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah kuat tekan pada campuran limbah plastik polypropylene 5%, 10%, dan 15% pada umur 28 hari dalam campuran agregat kasar mengalami penurunan sebesar 5,15%, 6,89%, dan 13,53%. Sedangkan pada kuat tarik belah tekan pada campuran limbah plastik polypropylene 5%, 10%, dan 15% pada umur 28 hari dalam campuran agregat kasar mengalami penurunan sebesar 17,61%, 24,13%, dan 23,24%.

Kumar (2018) meneliti tentang beton polimer dengan menggunakan resin epoxy. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbandingan penambahan resin dan juga serat polimer terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah dengan melakukan penelitian di dalam laboratorium. Hasil dari penelitian ini adalah kuat tekan beton CC, PRC3%, PRC5%, PFC0,5%, PFC1% pada 28 hari didapat sebesar 27,59 MPa, 26,7 MPa, 28,07 MPa, 29,81 MPa, dan 30,72 MPa..

Penelitian Mulyadi, dkk. (2018) meneliti tentang pengaruh penambahan limbah plastik terhadap kuat tekan mutu beton k-175. Tujuan dari penelitian ini

adalah untuk mengetahui kuat tekan beton dengan memanfaatkan limbah plastik dan agregat halus dari sungai musi, sedangkan untuk agregat kasar menggunakan koral dari lahat. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah dengan melakukan penelitian di dalam laboratorium. Hasil yang didapat dalam penelitian tersebut yaitu kuat tekan pada beton normal dengan umur 28 hari sebesar 175,12 Kg/cm², Pada penambahan campuran limbah plastik 10x10⁻³ Kg dengan umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 172,19 Kg/cm², pada penambahan campuran limbah plastik 20x10⁻³ Kg dengan umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 163,04 Kg/cm², dan pada penambahan campuran limbah plastik 30x10⁻³ Kg didapat kuat tekan sebesar 158,51 Kg/cm².

Zabbar (2019) meneliti tentang beton polimer dengan bahan campuran perekat resin terhadap kuat tekan beton dengan pengujian kuat tekan beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik, pengaruh kuat tekan beton, pengaruh penggantian zat perekat, dan perubahan dari penambahan filler. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah dengan melakukan eksperimen di dalam laboratorium. Hasil yang didapat dalam penelitian tersebut yaitu 29,5 MPa pada *polygrout* + kerikil, 36,6 MPa pada *polygrout* + 75% kerikil + 25% pasir, dan 39,0 MPa pada *polygrout* + 50% kerikil + 50% pasir.

Pradhana (2021) meneliti tentang penambahan biji plastik polypropylene terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan agregat kasar ex. Palu dan agregat halus ex. Palu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kuat tekan beton terhadap penambahan biji plastik polypropylene. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan cara melakukan eksperimen di dalam laboratorium. Hasil yang didapat pada penelitian ini tersebut yaitu kuat tekan yang dihasilkan campuran biji plastik polypropylene 3% adalah 306.098 Kg/cm², sedangkan pada campuran biji plastik polypropylene 5% adalah 218.047 Kg/cm².

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Angga dkk. (2017)	Kumar (2018)	Mulyadi dkk. (2018)	Zabbar (2019)	Pradhana (2021)
Judul Penelitian	Pengaruh penambahan limbah plastik polypropylene sebagai campuran agregat kasar terhadap kuat tekan dan tarik pada beton f_c' 25 MPa	Studi experimental pada beton polimer dengan resin epoxy	Pengaruh penambahan limbah plastik terhadap kuat tekan mutu beton K-175	Kajian beton polimer menggunakan bahan campuran perekat resin terhadap kuat tekan beton dengan pengujian kuat tekan beton	Analisis pengaruh penambahan biji plastik polypropylene terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan agregat kasar ex. palu dan agregat halus ex. palu

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Angga, dkk. (2017)	Kumar (2018)	Mulyadi, dkk. (2018)	Zabbar (2019)	Pradhana (2021)
Tujuan Penelitian	Menganalisis pengaruh penggunaan limbah plastik polypropylene sebagai campuran agregat kasar pada campuran beton normal fc' 25 terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton	mengetahui perbandingan penambahan resin dan juga serat polimer terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton	Mengetahui kuat tekan beton dengan memanfaatkan limbah plastik dan agregat halus dari sungai musi, sedangkan untuk agregat kasar menggunakan koral dari lahat	Mengetahui karakteristik, pengaruh kuat tekan beton, pengaruh penggantian zat perekat, dan perubahan dari penambahan filler	Mengetahui pengaruh kuat tekan beton terhadap penambahan biji plastik polypropylene

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Angga dkk. (2017)	Kumar (2018)	Mulyadi dkk. (2018)	Zabbar (2019)	Pradhana (2021)
Metode Penelitian	Eksperimen di dalam laboratorium.	Eksperimen di dalam laboratorium.	Eksperimen di dalam laboratorium.	Eksperimen di dalam laboratorium.	Eksperimen di dalam laboratorium.
Hasil	Kuat tekan pada campuran limbah plastik polypropylene 5%, 10%, dan 15% pada umur 28 hari dalam campuran agregat kasar mengalami penurunan sebesar 5,15%, 6,89%, dan 13,53%. Sedangkan pada kuat tarik tekan pada campuran limbah plastik polypropylene 5%, 10%, dan 15% pada umur 28 hari dalam campuran agregat kasar mengalami penurunan sebesar 17,61%, 24,13%, dan 23,24%	kuat tekan beton pada 28 hari didapat sebesar CC, PRC3%, PRC5%, PFC0,5%, PFC1% pada 28 hari didapat sebesar 27,59 MPa, 26,7 MPa, 28,07 MPa, 29,81 MPa, dan 30,72 MPa..	Kuat tekan beton normal sebesar 175,12 Kg/cm ² , Pada penambahan campuran limbah plastik 10x10 ⁻³ Kg kuat tekan sebesar 172,19 Kg/cm ² , pada penambahan campuran limbah plastik 20x10 ⁻³ Kg didapat kuat tekan sebesar 163,04 Kg/cm ² , dan pada penambahan campuran limbah plastik 30x10 ⁻³ Kg didapat kuat tekan sebesar 158,51 Kg/cm ²	Kuat tekan beton 29,5 MPa pada <i>polygrout</i> + kerikil, 36,6 MPa pada <i>polygrout</i> + 75% kerikil + 25% pasir, dan 39,0 MPa pada <i>polygrout</i> + 50% kerikil + 50% pasir.	Kuat tekan pada campuran biji plastik polypropylene 3% adalah 306.098 Kg/cm ² , sedangkan pada campuran biji plastik polypropylene 5% adalah 218.047 Kg/cm ² .

2.2 Penelitian Terkini

Ramadhan (2023) meneliti tentang pengaruh penambahan resin epoxy dan bijih limbah plastik terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah pada campuran beton yang berupa resin epoxy dengan kadar 3% dan 5% dan biji limbah plastik dengan kadar 3%, 5%, dan 7%.

Pada penelitian kumar (2018), Angga dkk. (2017), dan Zabbar (2019), menggunakan resin sebagai fokus utama penelitian terhadap sifat mekanis beton. Penelitian di atas juga memiliki fokus penelitian pada pengaruh jenis resin pada sifat mekanis beton.

Pada penelitian Mulyadi dkk. (2018), dan Pradhana (2021), mempunyai fokus penelitian pada beton dengan bahan tambah limbah plastik. Pada penelitian mulyadi dkk. (2018), menggunakan bentuk pecahan plastik sebagai bahan tambahnya.

Pada penelitian ini penulis menggabungkan kedua jenis penelitian terhadap beton yang ditambahkan resin epoxy dan bijih limbah plastik. Dengan adanya penambahan bijih limbah plastik dan resin epoxy pada campuran beton diharapkan dapat menghasilkan beton yang kuat dan juga ramah lingkungan. Penggunaan resin epoxy pada kadar 3% dan 5% diharapkan cukup untuk meningkatkan kuat tekan beton agar dapat bersaing dengan beton normal dan penggunaan bijih limbah plastik pada kadar 3%, 5%, dan 7% diharapkan dapat membuat beton yang ramah lingkungan tetapi tidak menyebabkan dampak buruk terhadap sifat mekanis beton terlalu banyak. Hipotesis pada pemilihan persentase di atas mengacu terhadap penelitian terdahulu.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Limbah

Limbah adalah suatu benda yang berasal dari pemakaian atau sisa hasil pengolahan suatu benda yang tidak terpakai. Limbah dapat berasal dari mana saja seperti limbah industri maupun limbah domestik (rumah tangga). Hasil limbah yang dihasilkan dapat berupa berbagai macam selama benda tersebut merupakan hasil sisa atau benda yang tidak digunakan lagi. Jenis limbah dapat dikelompokkan menjadi 4 jenis yaitu limbah cair, limbah padat, limbah gas, dan limbah suara. Bagaimanapun bentuk maupun jenis limbahnya dapat membahayakan lingkungan sekitar. Salah satu dampak yang dihasilkan oleh pencemaran limbah terhadap lingkungan yaitu pencemaran lingkungan.

Dari hasil dampak pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh limbah yang tidak terurus dibutuhkan solusi yang efektif. Hal yang sering dan efektif untuk mengurangi dampak yang dihasilkan oleh limbah yaitu dengan dilakukan pengolahan limbah. pengolahan limbah yang dimaksud yaitu dengan melakukan berbagai hal untuk mengurangi maupun menghilangkan limbah sisa yang tersedia.

3.2 Pengolahan Limbah

Pada pengolahan limbah dapat digunakan beberapa macam metode. Metode yang dapat diterapkan pada pengolahan limbah ini yaitu dengan menggunakan metode 6M (Arief, 2016), yaitu:

1. Mencegah

Pada langkah ini dilakukan untuk mencegah bertambahnya limbah yang berasal dari sumbernya sehingga tidak menimbulkan limbah-limbah baru.

2. Mengurangi

Pada langkah yang kedua yaitu mengurangi atau meminimalisir limbah yang dihasilkan. Langkah ini dapat dilakukan dengan menerapkan produksi bersih.

Menggunakan teknologi terbaik dapat mengurangi sumber daya yang digunakan sehingga dapat meminimalisir limbah yang dihasilkan.

3. Menggunakan kembali

Pada langkah ketiga yaitu menggunakan kembali (*reuse*) dengan pemanfaatan kembali limbah yang ada. Penggunaan kembali limbah dilakukan tanpa melalui proses tambahan secara fisika maupun kimia.

4. Mendaur ulang

Pada langkah yang keempat yaitu dengan mendaur ulang. Langkah ini dilakukan dengan menambah proses secara kimia maupun fisika. Hal ini dilakukan untuk menciptakan hal yang baru untuk digunakan dengan keperluan lain.

5. Memperoleh kembali

Pada langkah kelima yaitu memperoleh kembali. Pada langkah ini dilakukan peroleh kembali komponen-komponen berharga yang dibutuhkan dengan melalui proses kimia maupun fisika.

6. Mengolah secara aman

Pada langkah keenam yaitu mengolah secara aman. Pada langkah ini dilakukan pengolahan limbah dengan menggunakan metode yang memenuhi syarat pada lingkungan dan keselamatan manusia.

3.3 Plastik

Plastik merupakan suatu penemuan yang sangat memudahkan pada kehidupan sehari-hari. Pemakaian plastik digunakan oleh banyak orang seperti perumahan maupun industri. Pemakaian yang masif ini dikarenakan oleh sifat plastik yang kuat, ringan, dan praktis. Sifat-sifat plastik berasal dari zat pembentuk plastik itu sendiri.

Plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang terbentuk dari hasil proses polimerisasi. Plastik ini juga merupakan senyawa polimer yang penyusun utamanya berupa karbon dan hidrogen. Bahan baku utama dalam pembuatan plastik berasal dari hasil penyulingan minyak bumi atau gas alam yang disebut dengan *naphtha* (Suro, 2016).



Gambar 3.1 Biji Limbah Plastik

3.4 Resin

Resin adalah sebuah senyawa kimia alami maupun buatan yang termasuk ke dalam salah satu jenis polimer dari kelompok thermoset. Resin ini memiliki sifat padat, bening, tidak dapat meleleh, atomnya berikatan dengan kuat. Dan tidak dapat mengalami pergeseran rantai. Resin dapat berasal dari alam maupun dari campuran senyawa kompleks seperti alkohol, asam resinat, dan resinatannol ester (Siregar, 2009).

Resin banyak digunakan untuk bahan lainnya. Di dalam bagian struktural, resin dapat digunakan juga sebagai bahan cetakan dan perekat. Resin ini sangat baik digunakan kepada bahan tambahan campuran beton karena penggunaan resin dapat mempercepat proses pengerasan. Resin yang dicampurkan ke dalam beton dapat menghasilkan panas sehingga dapat mempercepat pengerasan beton. Ada 2 jenis resin yang biasanya digunakan dalam konstruksi yaitu resin epoxy dan resin polyester.

1. Resin Polyester

Resin polyester memiliki bentuk fisik cair dan dapat mengering pada suhu ruang dengan menggunakan bantuan berupa katalis. Dalam penggunaannya resin polymer digunakan sebagai *casting*, pelapis lantai, dan pelapis material lainnya. Polyester memiliki sifat daya rekat yang baik, stabilitas bentuk yang baik pada lingkungan panas dan basah (Maghfirah, 2019). Polyester memiliki

kandungan senyawa yang berupa ethylene glycol dan asam tereftalat yang dicampurkan dengan polyethelene terephthalate (PET).

2. Resin Epoxy

Resin epoxy merupakan salah satu jenis polimer dengan gugus epoxy. Resin epoxy termasuk dalam golongan thermoset. Resin epoxy memiliki sifat yang keras dan mengikat pada bahan lain. Resin epoxy berasal dari reaksi epichlorohydrin dan bisphenol-A. Resin epoxy dapat mengeras secara sempurna dengan bantuan katalis atau *hardener* yang terdiri dari monomer polyamine. Ketika resin epoxy dan *hardener* bercampur maka kelompok amina dan epoksida akan membentuk ikatan kovalen yang dimana polimer yang dihasilkan akan sangat kuat dan kaku (Huda, 2023).



Gambar 3.2 Resin Epoxy

3.5 Katalis (*Hardener*)

Katalis merupakan zat kimia yang bertujuan untuk mempercepat reaksi suatu campuran tanpa mengubah komposisi kimia pada akhir reaksi campuran. Katalis pada campuran mempengaruhi molekul lain agar bereaksi dengan lebih cepat atau dengan pola yang berbeda. Katalis sendiri dapat terdiri dari logam, enzim, dan senyawa organik.

3.6 Beton

Beton adalah salah satu unsur yang paling penting dalam suatu bangunan. Pada umumnya beton merupakan bahan konstruksi yang terdiri atas semen yang menjadi perekat dan bahan pengisinya yaitu agregat kasar yang berupa kerikil dan agregat halus yang berupa pasir. Beton banyak dimanfaatkan dalam pembangunan infrastruktur dalam skala kecil maupun besar seperti pembangunan gedung, rumah, jembatan, jalan, dan lain-lain (Mulyadi dkk., 2018).

Beton memiliki sifat yang kuat menahan kuat tekan, lemah terhadap kuat tarik belah. Kuat tarik belah beton yang lemah menjadi masalah utama pada pembuatan beton. Hal ini biasanya diatasi dengan memberi baja atau tulangan pada beton sehingga kuat tarik belah struktur menjadi tinggi. Pada fase awal pembuatan, beton memiliki sifat yang sangat rapuh dan tidak dapat menahan beban yang diberikan sehingga beton yang dibuat belum bisa digunakan sesuai fungsinya. Pada fase pengerasan beton yaitu pada umumnya 28 hari, beton sudah dapat difungsikan. Waktu 28 hari ditentukan sebagai waktu optimum dalam pengerasan beton dimana kekuatan beton sudah hampir mencapai titik tertingginya. Setelah 28 hari beton tetap dapat bertambah kekuatannya walau tidak signifikan penambahannya dibandingkan dengan interval pada waktu 28 hari.

3.7 Beton Polimer

Beton polimer merupakan beton yang memiliki bahan penyusun polimer dalam campurannya. Beton polimer mengganti keseluruhan atau sebagian semen sebagai pengikat beton. Pada awalnya beton polimer digunakan sebagai perbaikan kerusakan beton dan komponen beton pra-cetak.

Bahan polimer terbagi dalam dua jenis yaitu termoplastik dan termoset. Pada pembuatan beton polimer biasa digunakan polimer dengan jenis termoset. Penggunaan ini didasarkan pada sifat polimer termoset yang tahan terhadap suhu yang tinggi dan bahan kimia atau pelarut yang disebabkan oleh wujudnya yang cair dan kekentalan yang tidak terlalu tinggi sehingga dapat menyelimuti seluruh area permukaan (Nasution, 2020).

Polimer terbentuk dari reaksi kimia monomer-monomer yang bersatu hingga menjadi rangkaian polimer hal ini disebut polimerisasi. Polimerisasi dapat terjadi dalam fase gas, cair, maupun padat. Salah satu contoh polimer yang dapat digunakan pada beton yaitu resin epoxy atau resin polyester.

3.8 Agregat

Agregat adalah salah satu unsur pembentuk beton. Pada umumnya agregat mengisi sekitar 60% - 70% berat beton. Angka ini cukup besar sehingga agregat menjadi komponen yang penting pada beton.

Agregat pada beton dibagi menjadi dua jenis yaitu agregat kasar dan agregat halus. Menurut SNI 1969:2008 agregat kasar yaitu kerikil yang berasal dari pecahan alami batu ataupun batu pecah yang diperoleh dari alat industri dan memiliki dan memiliki ukuran butiran yang berkisar antara 4,75 mm hingga 40 mm. Menurut SNI 1970:2008 agregat halus adalah suatu butiran hasil dari disintegrasi alami batuan atau pasir yang berasal dari industri dan ukurannya lebih kecil dari 4,75 mm. Agregat memiliki ketentuan dalam spesifikasi agar rencana campuran beton dapat mencapai nilai aktualnya. Berikut spesifikasi agregat halus dan kasar.

Tabel 3.1 Spesifikasi Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen lolos ayakan (%)			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
9,60	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber: SNI 03-2834-2000

Tabel 3.2 Spesifikasi Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen lolos ayakan (%)		
	Daerah I	Daerah II	Daerah III
40,00	95-100	100	-
20,00	37-70	95-100	100
10,00	10-40	30-60	50-85
4,80	0-5	0-10	0-10

Sumber: SNI 03-2834-2000

3.9 Pengecekan Agregat

Pengecekan agregat dilakukan untuk memastikan campuran pada rencana akan sesuai pada saat pengujian. Tahap ini akan mengukur sifat-sifat agregat yang akan dipakai apakah memenuhi persyaratan yang dipakai.

3.7.1 Pengecekan Agregat Halus

1. Pengecekan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pengujian ini memiliki tujuan untuk menentukan berat jenis curah, SSD, Semu, dan angka penyerapan di dalam agregat halus. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengecekan berat jenis dan penyerapan agregat halus.

- a. Mengeringkan benda uji di oven pada suhu sekitar $110 \pm 5^\circ\text{C}$, sampai berat tetap. Jika berat benda sudah tetap maka, benda uji didinginkan pada suhu ruangan dan direndam di dalam air selama 24 ± 4 jam.
- b. Setelah itu air perendaman dibuang secara hati-hati, jangan sampai ada butiran agregat yang terbang. Lalu, agregat ditebar secara merata di atas talam dan dikeringkan dengan udara panas hingga tercapai kering permukaan jenuh.
- c. Permukaan kering jenuh diuji dengan mengisikan agregat pada kerucut dan dipadatkan dengan penumbuk sebanyak 25 kali, lalu diangkat. Keadaan permukaan kering jenuh sudah tercapai jika agregat yang dipadatkan di kerucut masih dalam keadaan tercetak.
- d. Setelah itu maka benda uji sebanyak 500 gram dimasukkan ke dalam piknometer. Lalu dimasukkan air suling hingga permukaan air mencapai

90% isi piknometer, putar dan guncangkan piknometer hingga tidak ada gelembung yang terlihat.

- e. Piknometer direndam di dalam air dan suhunya diukur untuk penyesuaian dengan suhu standar 25°C.
- f. Tambahkan air hingga mencapai tanda batas.
- g. Piknometer yang berisi air dan benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,1 gr.
- h. Benda uji dikeluarkan dari piknometer dan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 110±5°C hingga berat tetap, lalu benda uji didinginkan.
- i. Timbang benda uji setelah didinginkan.
- j. Piknometer yang berisi air penuh ditimbang dan diukur suhunya untuk penyesuaian suhu standar (25°C).

setelah dilakukan pengujian maka data yang didapatkan dalam pengujian dapat diolah menggunakan rumus berikut ini.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{B+500-Bt} \quad (3.1)$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{500}{B+500-Bt} \quad (3.2)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{Bk}{B+Bk} \quad (3.3)$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% \quad (3.4)$$

Dengan :

Bk = Berat Benda Uji Kering Oven (gr)

Bt = Berat piknometer berisi benda uji dan air (gr)

B = Berat piknometer berisi air (gr)

500 = Berat benda uji SSD (gr)

2. Analisa saringan pada agregat halus

Pengujian ini memiliki tujuan untuk mengetahui gradasi agregat halus yang digunakan. Untuk pengujian ini dapat mengikuti langkah-langkah berikut ini.

- a. Ayakan agregat disusun dari yang paling besar lubangnya ditaruh di paling atas dan yang pan di paling bawah.
- b. Benda uji dimasukkan pada ayakan teratas. Lakukan pengayakan dengan bantuan mesin pengguncang selama 10 – 15 menit.

- c. Setelah pengayakan selesai maka benda uji ditimbang di tiap pan dan dicatat beratnya.

Setelah pengujian maka data yang didapat pada pengujian ini dihitung menggunakan rumus berikut.

$$MHB = \frac{\Sigma \% \text{ tertinggal kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100} \quad (3.5)$$

Dengan :

MHB = Modulus halus butir

3. Pengecekan berat isi pada agregat halus

Pengujian ini memiliki tujuan untuk mengetahui berat isi agregat halus. Berikut ini langkah-langkah pengujian berat isi agregat.

- a. Cetakan silinder kosong ditimbang dan diukur dimensi.
- b. Pada berat isi padat, benda uji dimasukkan ke dalam silinder tiap 1/3 volume silinder dan dipadatkan menggunakan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali. Pada berat isi gembur, benda uji dimasukkan ke dalam silinder tanpa adanya proses pemadatan.
- c. Selanjutnya berat benda uji dan volumenya dihitung.

Setelah didapatkan data dari pengujian tersebut, maka dapat diolah menggunakan rumus berikut.

$$\text{Berat isi} = \frac{W3}{V} \quad (3.6)$$

Dengan :

W3 = Berat benda uji (gr)

V = Volume silinder (cm³)

4. Pengujian kandungan lumpur pada agregat halus

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kadar lumpur yang ada di agregat halus. Pengujian ini dilakukan dengan memeriksa butiran yang lolos saringan No. 200. Berikut ini langkah-langkah dalam melakukan pengujian kandungan lumpur pada agregat halus.

- a. Benda uji diletakkan di dalam saringan dan dialirkan dengan air.

- b. Saringan yang berisi benda uji di gerakkan dengan air yang mengalir hingga agregat yang lebih kecil lolos dari saringan dan yang sedikit kasar masih tertinggal.
- c. Lakukan pengerjaan hingga air pencucian menjadi jernih.
- d. Benda uji diletakkan dalam cawan dan dikeringkan dengan oven hingga berat tetap.
- e. Setelah benda uji tetap catat hasil timbangan beratnya.

Setelah didapatkan data dari pengujian tersebut, maka dapat diolah menggunakan rumus berikut.

$$\text{Berat isi} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \quad (3.7)$$

Dengan :

W1 = Berat sampel awal

W2 = Berat sampel sesudah dicuci

3.7.2 Pengecekan Agregat Kasar

1. Pengecekan berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pengujian ini memiliki tujuan untuk menentukan berat jenis curah, SSD, Semu, dan angka penyerapan di dalam agregat kasar. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengecekan berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

- a. Mengeringkan benda uji di oven pada suhu sekitar $110 \pm 5^\circ\text{C}$, sampai berat tetap. Jika berat benda sudah tetap maka, benda uji didinginkan pada suhu ruangan selama kurang lebih 1 – 3 jam lalu direndam di dalam air pada suhu ruangan selama (24 ± 4) jam.
- b. Setelah itu benda uji dikeluarkan dari dalam air dan di lap dengan kain hingga air pada permukaan benda uji hilang (SSD). Pada benda uji yang besar dilap satu persatu.
- c. Timbang benda uji dalam keadaan SSD.
- d. Permukaan kering jenuh diuji dengan meletakkan benda uji pada keranjang air, lalu benda uji digoncangkan untuk mengeluarkan udara yang ada di dalam pori agregat dan timbang beratnya di dalam air. Suhu air diukur untuk penyesuaian pada suhu standar yaitu 25°C .

e. Letakkan benda uji ke dalam pan dan masukkan ke dalam oven yang bersuhu $110 \pm 5^\circ\text{C}$ selama (24 ± 4) jam.

setelah dilakukan pengujian maka data yang didapatkan dalam pengujian dapat diolah menggunakan rumus berikut ini.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{Bj - Ba} \quad (3.8)$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{Bj}{Bj - Ba} \quad (3.9)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{Bk}{Bk - ba} \quad (3.10)$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (3.11)$$

Dengan :

Bk = Berat Benda Uji Kering Oven (gr)

Bj = Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh (gr)

Ba = Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh Dalam Air (gr)

2. Analisa saringan pada agregat kasar

Pengujian ini memiliki tujuan untuk mengetahui gradasi agregat kasar yang digunakan. Untuk pengujian ini dapat mengikuti langkah-langkah berikut ini.

- a. Ayakan agregat disusun dari yang paling besar lubangnya ditaruh di paling atas dan yang pan di paling bawah.
- b. Benda uji dimasukkan pada ayakan teratas. Lakukan pengayakan dengan bantuan mesin pengguncang selama 10 – 15 menit.
- c. Setelah pengayakan selesai maka benda uji ditimbang di tiap pan dan dicatat beratnya.

Setelah pengujian maka data yang didapat pada pengujian ini dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\text{MHB} = \frac{\Sigma \% \text{ tertinggal kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100} \quad (3.12)$$

Dengan :

MHB = Modulus halus butir

3. Pengecekan berat isi pada agregat kasar

Pengujian ini memiliki tujuan untuk mengetahui berat isi agregat kasar Berikut ini langkah-langkah pengujian berat isi agregat.

- d. Cetakan silinder kosong ditimbang dan diukur dimensinya.
- e. Pada berat isi padat, benda uji dimasukkan ke dalam silinder tiap 1/3 volume silinder dan dipadatkan menggunakan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali. Pada berat isi gembur, benda uji dimasukkan ke dalam silinder tanpa adanya proses pemadatan.
- f. Selanjutnya berat benda uji dan volumenya dihitung.

Setelah didapatkan data dari pengujian tersebut, maka dapat diolah menggunakan rumus berikut.

$$\text{Berat isi} = \frac{W_3}{V} \quad (3.13)$$

Dengan :

W_3 = Berat benda uji (gr)

V = Volume silinder (cm³)

3.10 Mix Design

Berikut ini langkah-langkah dalam melakukan *mix design* untuk pembuatan benda uji dalam penelitian ini.

1. Menentukan kuat tekan beton dengan umur 28 hari.
2. Menentukan deviasi standar dari tabel 3.1.
3. Menentukan kuat tekan beton rencana (f'_{cr}).
4. Menentukan jenis semen.
5. Menentukan jenis kerikil.
6. Menentukan faktor air semen (f_{as}) dari grafik 3.1 dengan acuan tabel 3.4.
7. Menentukan faktor air semen maksimum pada tabel 3.2 dan dipilih yang terkecil antara kedua f_{as} .
8. Menentukan nilai slump dari tabel 3.3.
9. Mencari kebutuhan air berdasarkan ukuran maksimum butiran pada tabel 3.4.
10. Menentukan kebutuhan semen dengan rumus

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{f_{as}} \quad (3.14)$$

Dimana :

Kebutuhan semen = kebutuhan semen dalam 1m³ campuran

Kebutuhan air = kebutuhan air dalam 1m^3 campuran

Fas = Nilai fas pada campuran

11. Menentukan kebutuhan semen minimum dengan membandingkan nilai terbesar dari tabel 3.5 dengan nilai di langkah 10.
12. Penyesuaian air dan fas jika ada perubahan dalam penyesuaian kebutuhan semen.
13. Menentukan daerah tipe pasir pada grafik 3.3.
14. Menentukan persentase pasir terhadap agregat campuran pada grafik 3.4.
15. Menentukan berat jenis campuran.
16. Menentukan berat beton.
17. Menghitung kebutuhan pasir dan kerikil dengan rumus :

$$Wps + Wkr = Wbtn - A - S \quad (3.15)$$

Dimana :

Wps = Berat pasir
 Wkr = Berat Kerikil
 Wbtn = Berat beton
 A = Kebutuhan air
 S = Kebutuhan Semen

18. Menghitung kebutuhan pasir

$$Wps = \frac{P}{100} x (Wps + Wkr) \quad (3.16)$$

Dimana :

Wps = Berat pasir
 Wkr = Berat Kerikil
 P = Persentase pasir

19. Menghitung kebutuhan kerikil

$$Wkr = (Wps + Wkr) - Wps \quad (3.17)$$

Dimana :

Wps = Berat pasir
 Wkr = Berat Kerikil

20. Menarik kesimpulan kebutuhan material dalam membuat 1m^3 beton.

Tabel 3.3 Nilai Deviasi Standar Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan

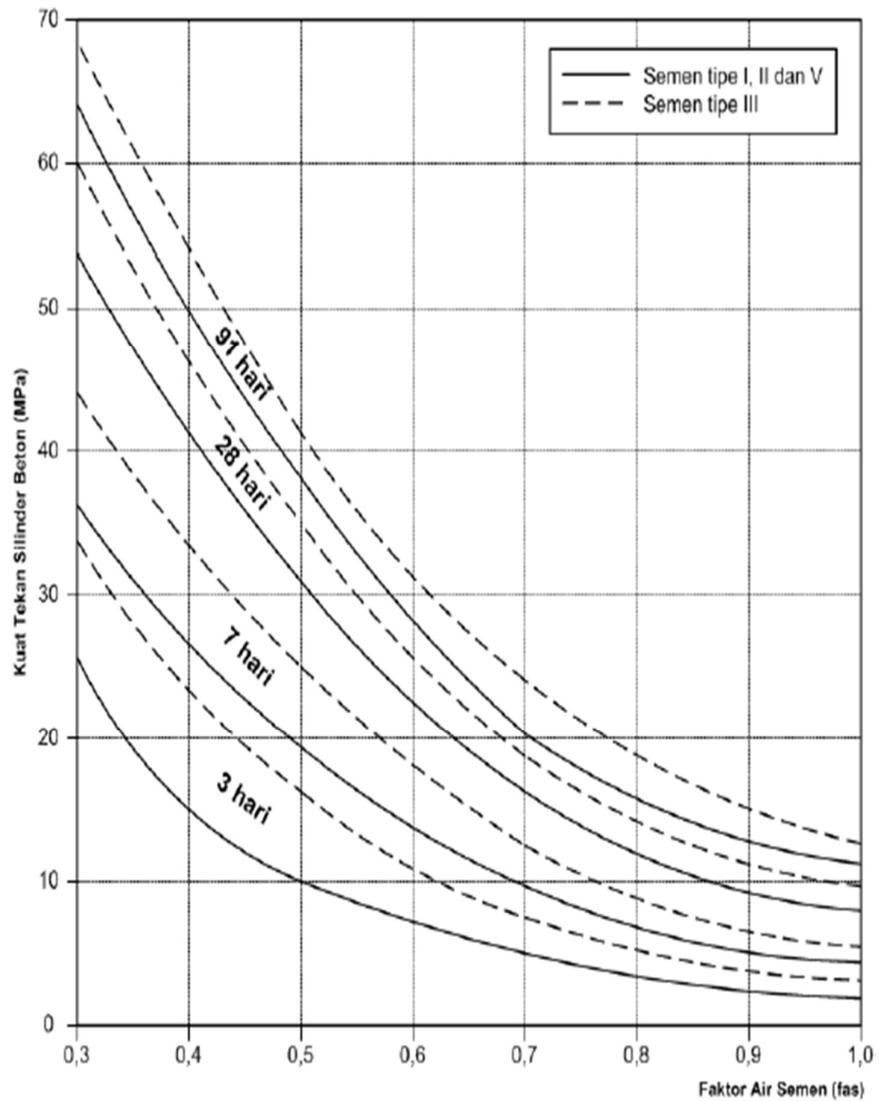
Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Sd (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

Sumber: SNI 03-2834-2000

Tabel 3.4 Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan Nilai Faktor Air Semen

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)				Bentuk Uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe I		17	23	33	40	Silinder
		19	27	37	45	
Semen Tahan Sulfat Tipe II, V		20	28	40	48	Kubus
		25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III		21	28	38	44	Silinder
		25	33	44	48	
		25	31	46	53	Kubus
		30	40	53	60	

Sumber: SNI 03-2834-2000



Gambar 3.1 Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan

Sumber: SNI 03-2834-2000

Tabel 3.5 Persyaratan Fas Maksimum Untuk Pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Fas Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan	
a. Keadaan keliling non-korosif	0,60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	0,52
Beton di luar ruang bangunan	
a. Tidak terlindungi oleh hujan dan terik matahari langsung	0,55
b. Terlindung oleh hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton di dalam ruang bangunan	
a. Mengalami keadaan basah-kering berganti-ganti	0,55
b. Mendapat pengaruh sifat dan alkali dari tanah	Lihat tabel 3.b
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/laut	Lihat tabel 3.c

Sumber: SNI 03-2834-2000

Tabel 3.6 Penetapan Nilai Slump

pemakaian beton	Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, Pelat Fondasi dan Fondasi Telapak bertulang	12,50	5,00
Fondasi Telapak tidak bertulang, Kaison dan struktur di bawah tanah	9,00	2,50
Pelat, Balok, Kolom dan Dinding	15,00	7,50
Perkerasan Jalan	7,50	5,00
Pembetonan masal	7,50	2,50

Sumber: SNI 03-2834-2000

Tabel 3.7 Perkiraan Kebutuhan Air per-m³ Beton

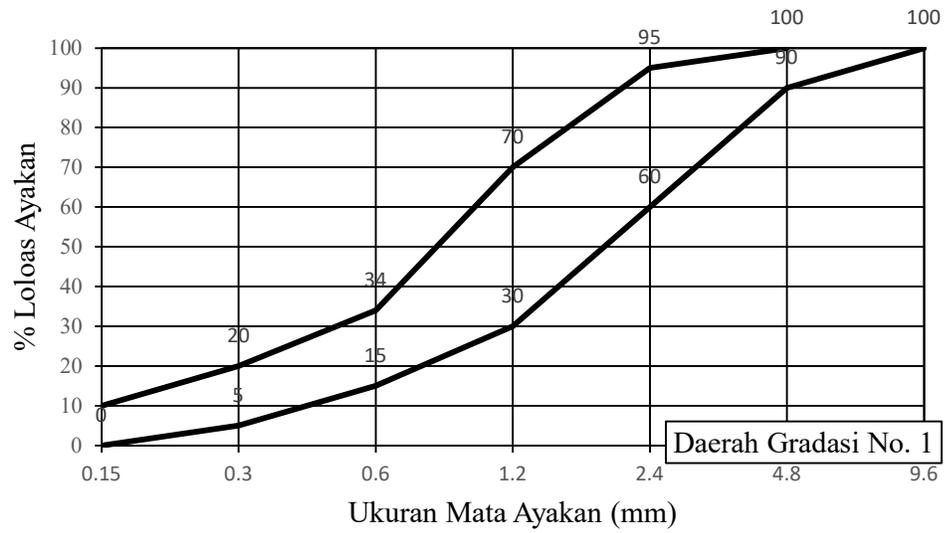
Ukuran maks. Agregat (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

Sumber: SNI 03-2834-2000

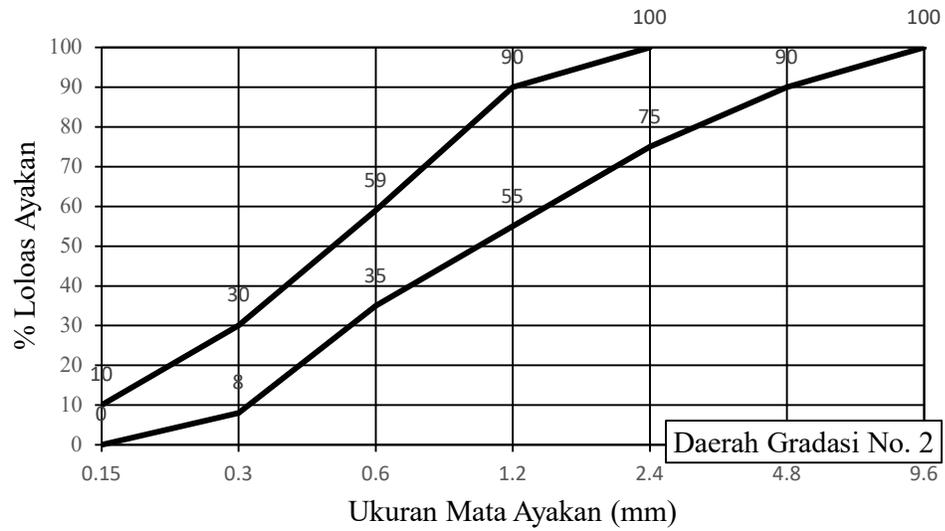
Tabel 3.8 Kebutuhan Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan

Jenis Pembetonan	Semen Minimum (Kg/m ³ beton)
Beton di dalam ruang bangunan	
c. Keadaan keliling non-korosif	275
d. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325
Beton di luar ruang bangunan	
c. Tidak terlindungi oleh hujan dan terik matahari langsung	325
d. Terlindung oleh hujan dan terik matahari langsung	275
Beton di dalam ruang bangunan	
c. Mengalami keadaan basah-kering berganti-ganti	325
d. Mendapat pengaruh sifat dan alkali dari tanah	Lihat tabel 6.b
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/laut	Lihat tabel 6.c

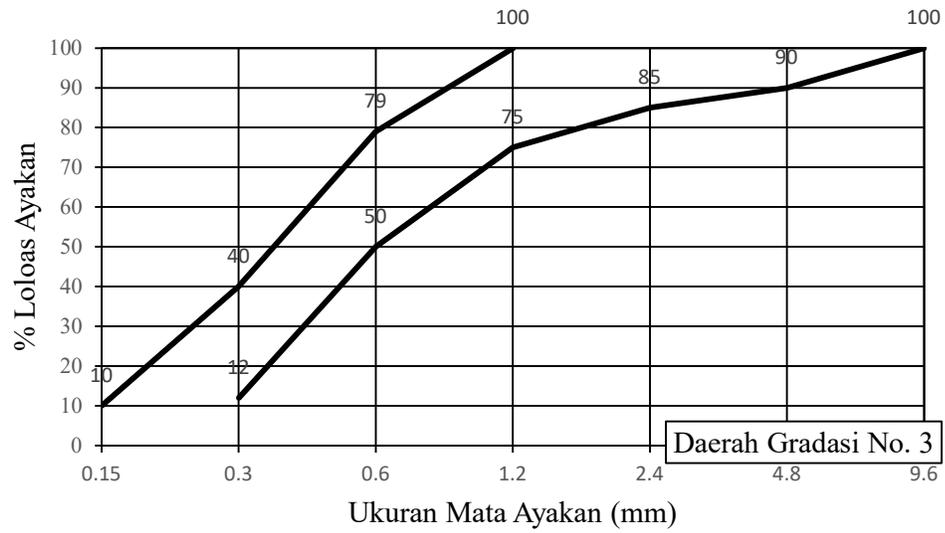
Sumber: SNI 03-2834-2000



Gambar 3.2.a Grafik Daerah Gradasi Pasir 1
 Sumber: SNI 03-2834-2000

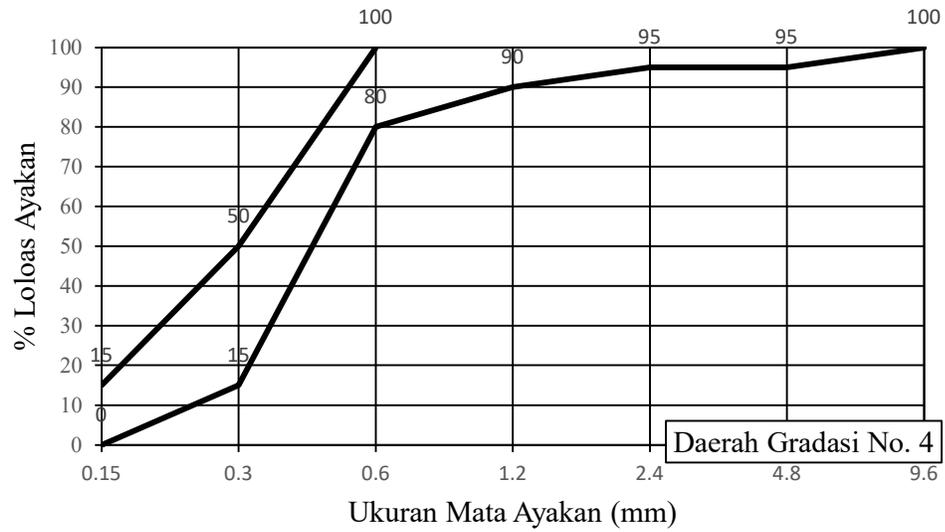


Gambar 3.2.b Grafik Daerah Gradasi Pasir 2
 Sumber: SNI 03-2834-2000



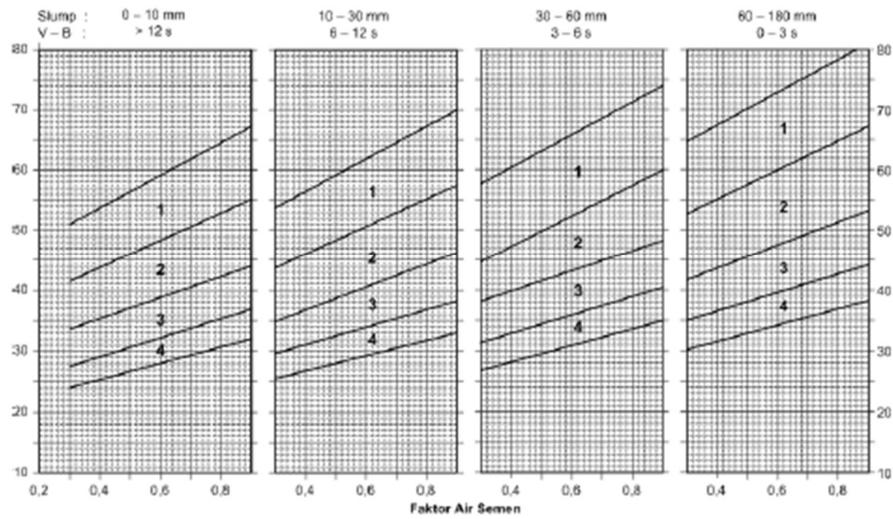
Gambar 3.2.c Grafik Daerah Gradasi Pasir 3

Sumber: SNI 03-2834-2000



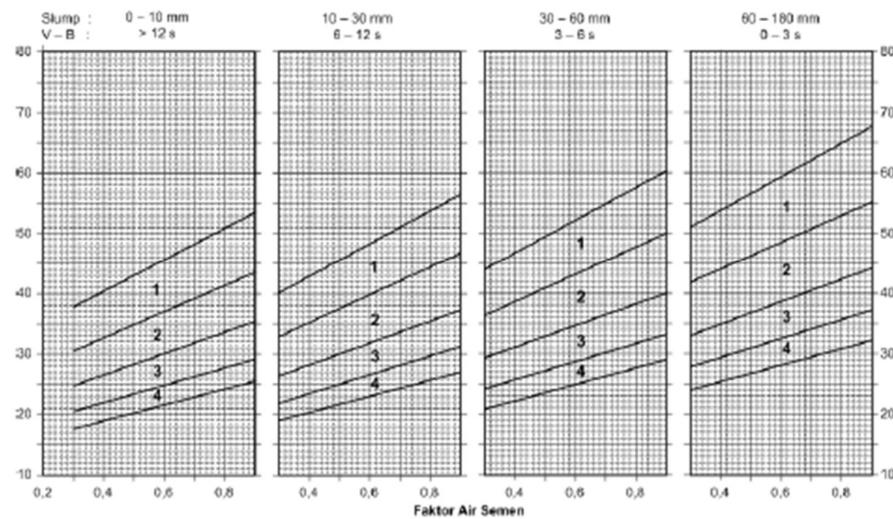
Gambar 3.2.d Grafik Daerah Gradasi Pasir 4

Sumber: SNI 03-2834-2000



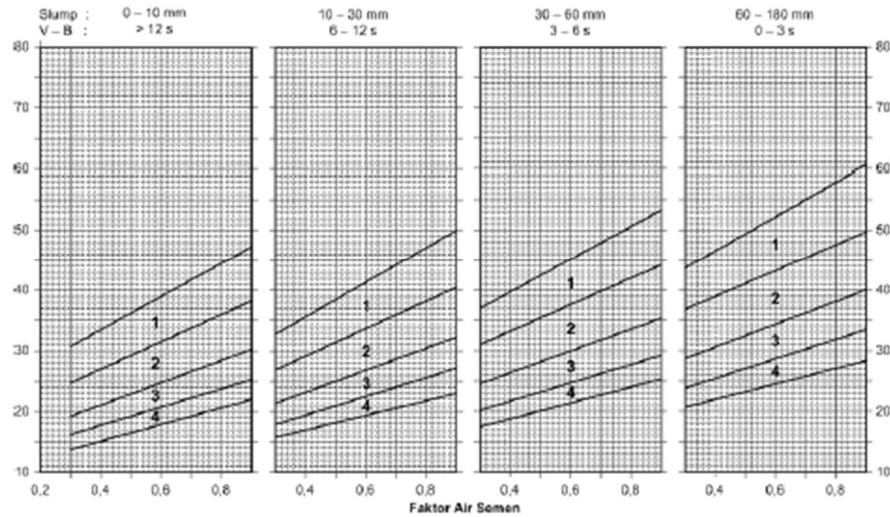
Gambar 3.3.a Persen Pasir Terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10mm

Sumber: SNI 03-2834-2000



Gambar 3.3.b Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20mm

Sumber: SNI 03-2834-1993



Gambar 3.3.c Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 40mm

Sumber: SNI 03-2834-1993

3.11 Pengujian Benda Uji

3.9.1 Uji Kuat Tekan

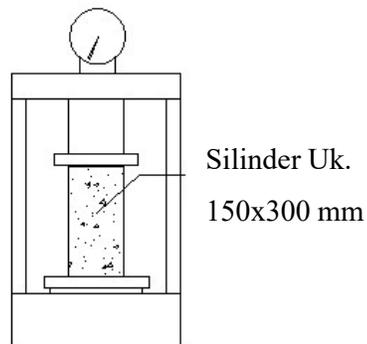
Kuat tekan pada beton dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \quad (3.18)$$

Dimana :

P = gaya tekan aksial (N)

A = luas penampang melintang benda uji (mm²)



Gambar 3.4 Sketsa Uji Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan ini bertujuan untuk menentukan kuat tekan beton. Pada pengujian ini digunakan benda uji yang berbentuk silinder. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian kuat tekan beton :

1. Menyiapkan benda uji yang akan diuji dari bak perendaman 24 jam sebelumnya dan membersihkannya dengan lap agar tidak ada kotoran yang menempel.
2. Menimbang dan mengukur benda uji.
3. Melapisi permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang jika benda uji berbentuk selain kubus.
4. Meletakkan benda uji pada mesin tekan.
5. Jalankan mesin dengan memberi penambahan beban konstan sekitar 0,15 MPa/detik sampai 0,35 MPa/detik.
6. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catat beban maksimum yang terjadi.
7. Gambarlah sketsa bentuk pecah benda uji dan catat keadaan benda uji.

3.9.2 Uji Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah pada beton dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

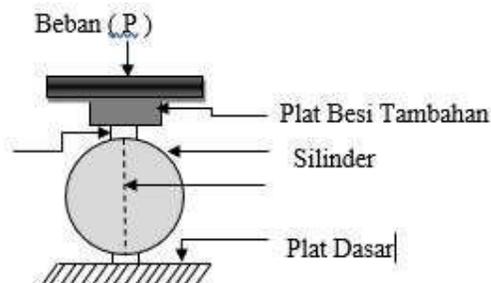
$$\text{Kuat tarik} = \frac{2P}{\pi \times D \times T} \quad (3.19)$$

Dimana :

P = gaya tarik belah (N)

D = Diameter benda uji (mm)

T = Tinggi benda uji (mm)



Gambar 3.5 Sketsa Uji Kuat Tarik Belah Beton

Uji kuat tarik belah ini bertujuan untuk menentukan kuat tarik belah beton. Pada pengujian ini digunakan benda uji yang memiliki bentuk silinder. Berikut ini langkah-langkah dalam pengujian kuat tarik belah beton :

1. Ukur diameter dan tinggi benda uji.
2. Memberi titik di tengah benda uji dengan alat bantu.
3. Meletakkan sebuah pelat (bila digunakan) di atas meja tekan bagian bawah mesin uji tekan secara simetris.
4. Meletakkan sebuah dari dua buah bantalan bantu pembebanan yang terbuat dari kayu lapis di atas meja tekan bagian bawah dari mesin uji tekan di atas pelat atau batang penekan tambahan bila digunakan.
5. Meletakkan bantalan bantu pembebanan yang terbuat dari kayu lapis kedua di atas benda uji.
6. Atur posisi pengujian hingga tercapai kondisi, Proyeksi dari bidang yang ditandai oleh garis tengah pada kedua ujung dari benda uji tempat berpotongan dengan titik tengah meja penekan bagian atas mesin uji.
7. Jalankan mesing dengan pemberian beban secara konstan sebesar 0,7 hingga 1,4 MPa per-detik hingga benda uji terbelah.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu pelaksanaan dilakukan sejak bulan September 2022. Lokasi penelitian ini dilakukan di daerah kampus Universitas Islam Indonesia di kota Yogyakarta. Waktu dan lokasi pada saat penelitian menyesuaikan dengan situasi dan kondisi saat itu di lapangan.

4.2 Bahan dan Alat Pembuatan Benda Uji

4.2.1 Bahan-bahan campuran

1. Semen

Salah satu bahan utama dalam pembuatan beton ini adalah semen. Semen yang digunakan memiliki fungsi sebagai perekat agregat dan bahan tambah. Jenis semen yang akan digunakan pada penelitian ini menggunakan jenis semen tipe *portland cement composite* (PCC).

2. Agregat

Agregat yang digunakan berupa dua jenis yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar yang akan digunakan pada penelitian ini berupa batu pecah dengan ukuran maksimal 20 mm. Agregat halus yang akan digunakan pada penelitian ini berupa pasir yang mempunyai butir paling besar 5,0 mm.

3. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi sebagai bahan yang beraksi dengan semen agar mengikat dengan bahan lainnya. Selain itu air juga digunakan dalam perawatan beton. Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Fakultas Teknik sipil dan perencanaan.

4. Biji plastik

Pada penelitian ini digunakan biji plastik yang berjenis plastik polypropylene (PP). Biji plastik yang digunakan tidak menggunakan yang baru melainkan hasil dari daur ulang.

5. Resin

Resin yang digunakan pada penelitian ini merupakan resin epoxy. Resin pada penambahan benda uji memiliki sifat fisik yang cair. Penggunaan resin diharapkan dapat menambah kuat tekan beton saat diuji.

6. *Hardener*

Hardener/katalis digunakan untuk mempercepat reaksi resin epoxy. Resin yang ditambahkan katalis dapat mengeras dengan cepat. Katalis tidak mengubah reaksi campuran yang ada.

4.2.2 Alat-Alat

1. Saringan/Ayakan Agregat



Gambar 4.1 Saringan Agregat

2. Casing/Cetakan Beton Silinder



Gambar 4.2 Casing Beton

3. Gelas Ukur



Gambar 4.3 Gelas Ukur

4. Ember



Gambar 4.4 Ember

5. Kerucut Abrams



Gambar 4.5 Sketsa Uji Kuat Tarik Belah Beton

6. Pengaduk Beton



Gambar 4.6 Mixer Beton

7. Sendok Semen



8. Timbangan



Gambar 4.8 Timbangan

9. Batang Penumbuk



Gambar 4.7 Batang Penumbuk

10. Cetakan *Capping*



Gambar 4.7 Alat Cetakan *Capping*

11. Mesin Kuat Tekan dan Tarik



Gambar 4.8 Mesin Uji Kuat Tekan dan Tarik

12. Kaliper



Gambar 4.9 Kaliper

4.3 Pembuatan dan Perawatan Terhadap Benda Uji

Berikut ini ialah tata cara dalam pembuatan benda uji beton silinder dan perawatan benda uji yang telah dibuat.

1. Melakukan persiapan peralatan yang akan digunakan seperti *casting* silinder, *mixer* beton, penumbuk, kerucut slump, ember, sekop, timbangan, dan lain-lain.
2. Membersihkan bagian dalam *casting* dan melapisi bagian dalam *casting* dengan oli agar mudah dibuka.
3. Menyiapkan agregat kasar dan halus pada kondisi SSD agar tidak ada penambahan ataupun pengurangan air.
4. Menimbang bahan yang akan digunakan untuk membuat benda uji dan menambahkan 10% - 20% benda uji untuk mengantisipasi kurangnya bahan dari menempelnya bahan ke dinding *mixer*.
5. Menimbang *casting* silinder.
6. Campurkan bahan kedalam *mixer* secara kering kemudian air dan seterusnya.

7. Tunggu hingga campuran homogen lalu tuang adukan dan lakukan uji slump.
8. Jika nilai slump sudah sesuai dengan rencana, masukkan campuran ke dalam *casting* tiap 1/3 volume dan ditumbuk sebanyak 25 kali di tiap pengisiannya. Pematatan juga dapat dilakukan dengan cara menggunakan palu karet yang dipukulkan ke area *casting*.
9. Meratakan permukaan beton dengan cetok atau alat lainnya.
10. Timbang beton dan cetak dalam kondisi basah.
11. Menunggu 1 jam hingga beton mengeluarkan air yang disebabkan oleh tidak bereaksinya air dengan semen (*bleeding*) dengan menggunakan pipet dan dihitung jumlah airnya (mm).
12. Buka *casting* setelah 24 jam dengan hati-hati dan beri kode pada beton agar tidak tertukar.
13. Lakukan perendaman pada beton sesuai dengan rencana dalam bak air.
14. Setelah beton mencapai durasi yang direncanakan, keluarkan benda uji dari bak air kurang lebih 24 jam sebelum pengujian.

4.4 Data dan Sampel

Pada penelitian ini menggunakan data yang bersifat primer dan sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Data sekunder yang digunakan berasal dari jurnal, literatur, dan buku yang dapat mendukung penelitian ini. Dari literatur maupun jurnal yang telah ditelaah, diketahui bahwa resin memiliki sifat yang kuat dan dapat menambah kuat tekan dari beton uji dan pada pemakaian bahan bijih plastik dapat mengurangi kuat tekan beton uji. Pada penelitian Shahab, Dkk. (2019) penambahan resin pada beton cenderung meningkatkan kuat tekan beton seiring penambahan persentase resin dan pada penelitian Mulyadi, Dkk. (2018) penambahan limbah plastik pada beton cenderung menurunkan nilai kuat tekan seiring penambahan persentase limbah plastik. Pada penggunaan resin dalam campuran beton mengacu pada berat keseluruhan semen (Setiyarto, 2022). Diharapkan pada penelitian ini

resin yang ditambahkan dapat mengurangi atau menghilangkan penurunan kuat tekan yang disebabkan penambahan limbah plastik.

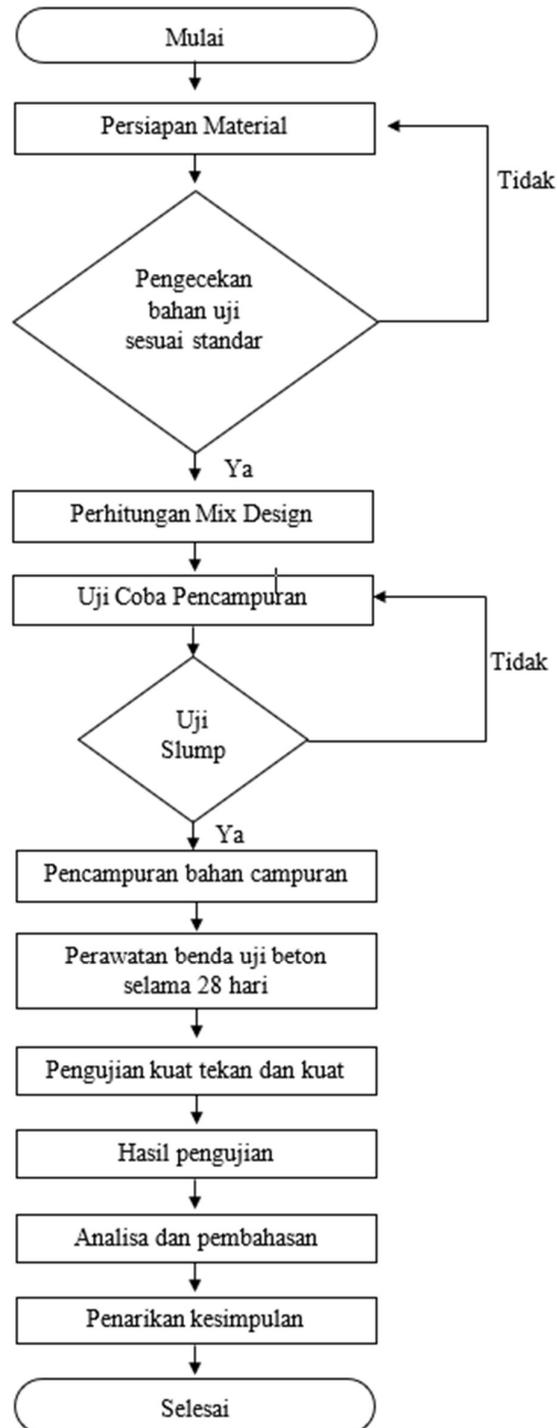
Berdasarkan SNI 03-2834-2000 benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Jumlah sampel dan variasi campuran yang akan digunakan dapat dilihat di tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Variasi dan Jumlah Benda Uji

Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji		Komposisi Campuran	
	Tekan	Tarik	Resin	Plastik
	28 Hari	28 Hari		
BN	5	5	0%	0%
BRP33	5	5	3%	3%
BRP35	5	5	3%	5%
BRP37	5	5	3%	7%
BRP53	5	5	5%	3%
BRP55	5	5	5%	5%
BRP57	5	5	5%	7%

4.5 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yang terstruktur. Berikut ini adalah diagram alir pelaksanaan penelitian yang dimulai dengan persiapan hingga dapat ditarik kesimpulannya. Berikut ini adalah beberapa tahapan dalam penelitian ini yaitu :



Gambar 4.10 Diagram Alir Metode Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian ini didapatkan dari pengujian benda uji dan pemeriksaan bahan benda uji yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Teknik Sipil UII. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengecekan bahan benda uji yaitu agregat kasar, dan agregat halus. Selain itu pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton juga dilakukan untuk mengetahui kekuatan beton normal dan beton dengan penambahan bahan limbah plastik dan resin.

5.2 Pengecekan Bahan

Pemeriksaan bahan dilakukan untuk mengetahui apakah bahan pembentuk benda uji telah memenuhi persyaratan. Hal ini dilakukan agar kuat tekan rencana yang akan diinginkan dapat tercapai. Pemeriksaan benda uji dilakukan melewati beberapa tahap pengujian sebagai berikut.

5.2.1 Pengecekan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Berikut ini hasil pengujian dari berat jenis dan penyerapan agregat halus yang dilakukan berdasarkan SNI 1970:2008.

Tabel 5.1 Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Pasir Kering Mutlak gr	486	489	487,5
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka (SSD) gr	500	500	500
Berat Piknometer Berisi Air dan Pasir gr	1013	1015	1014
Berat Piknometer Berisi Air gr	699	700	699,5
Berat Jenis Curah	2,613	2,643	2,628
Berat Jenis Jenuh Kering Muka	2,688	2,703	2,695
Berat Jenis Semu	2,826	2,810	2,818
Penyerapan Air %	2,88	2,25	2,57

Dari hasil pengecekan yang dilakukan didapat berat jenis jenuh kering muka (SSD) agregat halus sebesar 2,695 dan penyerapan sebesar 2,6%. Hasil dari pengecekan agregat sudah sesuai dengan persyaratan dari kriteria agregat normal rata-rata sebesar 2,5 – 2,7 dan penyerapan sebesar $\leq 5\%$ (Sujatmiko,2019).

5.2.2 Analisa Saringan Pada Agregat Halus

Berikut ini adalah pengecekan analisa saringan agregat halus yang dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Data yang didapat dari hasil pengecekan ini dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 5.2 Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	0	0	0	100
10,00	0	0	0	100
4,80	3	0,15	0,15	99,85
2,40	44	2,2	2,35	97,65
1,20	254	12,7	15,05	84,95
0,60	698	34,9	49,95	50,05
0,30	617	30,85	80,8	19,2
0,15	295	14,75	95,55	4,45
Sisa	89	4,45	100	0
Jumlah	2000	100	343,85	656,15

Tabel 5.3 Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	0	0	0	100
10,00	0	0	0	100
4,80	2	0,1	0,1	99,9
2,40	43	2,15	2,25	97,75
1,20	263	13,15	15,4	84,6
0,60	674	33,7	49,1	50,9
0,30	636	31,8	80,9	19,1
0,15	282	14,1	95	5
Sisa	100	5	100	0
Jumlah	2000	100	342,750	657,25

Dari hasil pengecekan yang telah dilakukan maka dapat dihitung modulus halus butir (MHB) menggunakan rumus di bawah ini.

$$\text{MHB} = \frac{\Sigma \text{tertinggal kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100}$$

$$\begin{aligned} \text{MHB}_1 &= \frac{343,85}{100} \\ &= 3,438 \end{aligned}$$

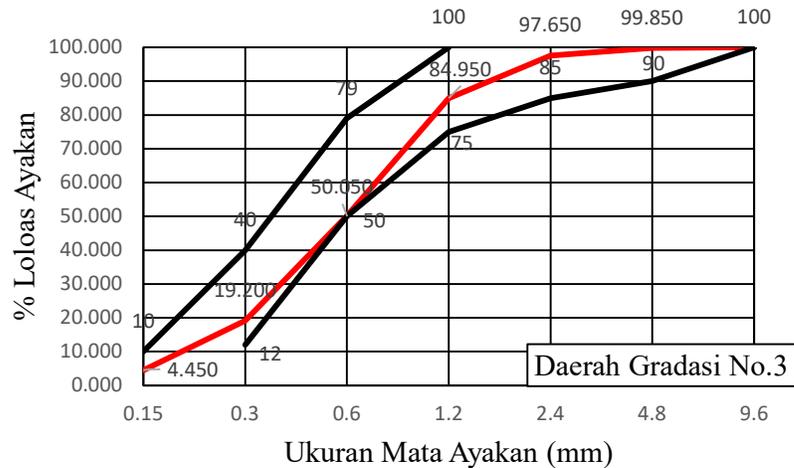
$$\begin{aligned} \text{MHB}_2 &= \frac{342,75}{100} \\ &= 3,427 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MHB} &= \frac{\text{MHB}_1 + \text{MHB}_2}{2} \\ &= \frac{3,438 + 3,427}{2} \end{aligned}$$

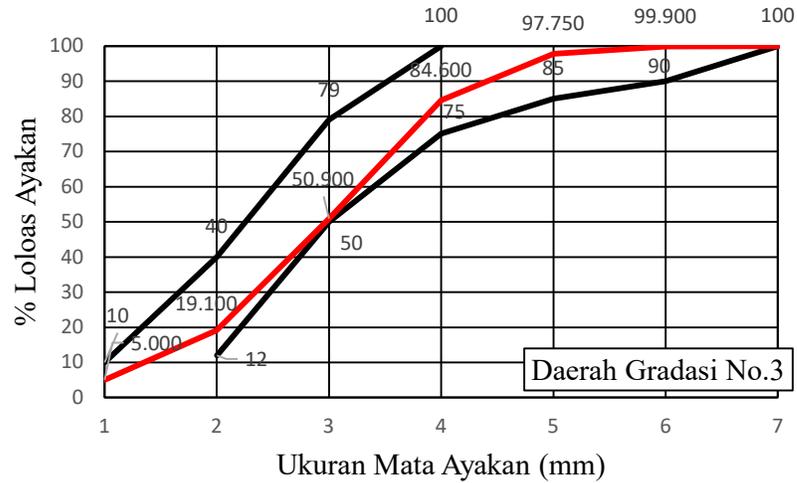
= 3,433

Dari hasil pengecekan di atas, didapatkan nilai modulus halus butir sebesar 3,433. Diketahui di dalam SK SNI S-04-1989-F bahwa modulus halus butir agregat halus sebesar 2,5 – 3,8. Dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai modulus halus butir yang didapat telah memenuhi persyaratan tersebut.

Berikut ini adalah grafik modulus halus butir yang menghubungkan nilai % lolos saringan dengan lubang ayakan. Grafik ini dibuat untuk menentukan daerah gradasi agregat halus yang telah ditetapkan di dalam SNI 03-2834-2000. Berdasarkan hasil pengecekan analisa saringan agregat halus yang telah dilakukan, didapatkan daerah gradasi tipe III (pasir agak halus). Grafik analisa saringan dapat dilihat pada gambar 5.1 dan 5.2.



Gambar 5.1 Grafik Gradasi Agregat Halus Sampel 1



Gambar 5.2 Grafik Gradasi Agregat Halus Sampel 2

5.2.3 Pengecekan Berat Isi Pada Agregat Halus

Berikut ini adalah pengecekan berat isi yang mengacu kepada SNI 03-4804-1998. Data yang diperoleh dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 5.4 Berat Isi Gembur Agregat Halus

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Tabung	10451	10591	10521
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	18070	18566	18318
Berat Agregat	7619	7975	7797
Volum Tabung	5344,541	5423,496	5384,019
Berat Volume Gembur	1,425	1,470	1,448

Tabel 5.5 Berat Isi Padat Agregat Halus

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Tabung	10451	10591	10521
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	18723	19131	18927
Berat Agregat	8272	8540	8406
Volum Tabung	5344,541	5423,496	5384,019
Berat Volume Padat	1,547	1,574	1,561

Dari hasil pengecekan yang telah dilakukan didapat nilai berat isi gembur sebesar 1,448 gr/cm² dan berat isi pada sebesar 1,561 gr/cm². Jika selisih antara gembur dengan padat semakin kecil maka semakin baik gradasinya.

5.2.4 Pengujian Kandungan Lumpur Pada Agregat Halus

Berikut ini adalah pengujian kandungan lumpur pada agregat halus yang mengacu kepada SNI 03-4142-1996. Data yang didapat di dalam pengujian dapat dilihat di tabel di bawah ini.

Tabel 5.6 Kandungan Lumpur Agregat Halus

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Agregat Kering Oven	500	500	500
Berat Agregat Kering Oven setelah dicuci	493	494	493,5
Berat Lolos Ayakan No, 200	1,40%	1,20%	1,30%

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapat besar kandungan lumpur pada agregat halus sebesar 1,30%. Besar nilai kandungan lumpur yang terkandung pada agregat halus disyaratkan tidak lebih dari 5% sehingga agregat halus telah masuk persyaratan.

5.2.5 Pengecekan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Berikut ini hasil pengujian dari berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang dilakukan berdasarkan SNI 1969:2016.

Tabel 5.7 Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Uraian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Kerikil Kering Mutlak	4935	4926	4930,5
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka (SSD)	5000	5000	5000
Berat Kerikil di Dalam air	3139	3155	3147
Berat Jenis Curah	2,6518	2,66992	2,66086
Berat Jenis Jenuh Kering Muka	2,687	2,710	2,698
Berat Jenis Semu	2,74777	2,78148	2,765
Penyerapan Air	1,3%	1,5%	1,4%

Dari hasil pengecekan yang dilakukan didapat berat jenis jenuh kering muka (SSD) agregat kasar sebesar 2,698 dan penyerapan sebesar 1,4 %. Hasil dari pengecekan agregat sudah sesuai dengan persyaratan dari kriteria agregat normal sebesar 2,5 – 2,7 dan penyerapan sebesar $\leq 3\%$ (Sujatmiko, 2019).

5.2.6 Analisa Saringan Pada Agregat Kasar

Berikut ini adalah pengecekan analisa saringan agregat kasar yang dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Data yang didapat dari hasil pengecekan ini dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 5.8 Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	64	1,28	1,28	98,72
10,00	3249	64,98	66,26	33,74
4,80	1590	31,8	98,06	1,94
2,40	72	1,44	99,5	0,5
1,20	2	0,04	99,54	0,46
0,60	0	0	99,54	0,46
0,30	0	0	99,54	0,46
0,15	0	0	99,54	0,46
Sisa	23	0,460	100,000	100,000
Jumlah	5000	100	663,26	336,74

Tabel 5.9 Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	159	3,18	3,18	96,82
10,00	3452	69,04	72,22	27,78
4,80	1312	26,24	98,46	1,54
2,40	64	1,28	99,74	0,26
1,20	3	0,06	99,8	0,2
0,60	0	0	99,8	0,2
0,30	0	0	99,8	0,2
0,15	0	0	99,8	0,2
Sisa	10	0,200	100	100
Jumlah	5000	100	672,8	327,2

Dari hasil pengecekan yang telah dilakukan maka dapat dihitung modulus halus butir (MHB) menggunakan rumus di bawah ini.

$$MHB = \frac{\Sigma \% \text{tertinggal kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100}$$

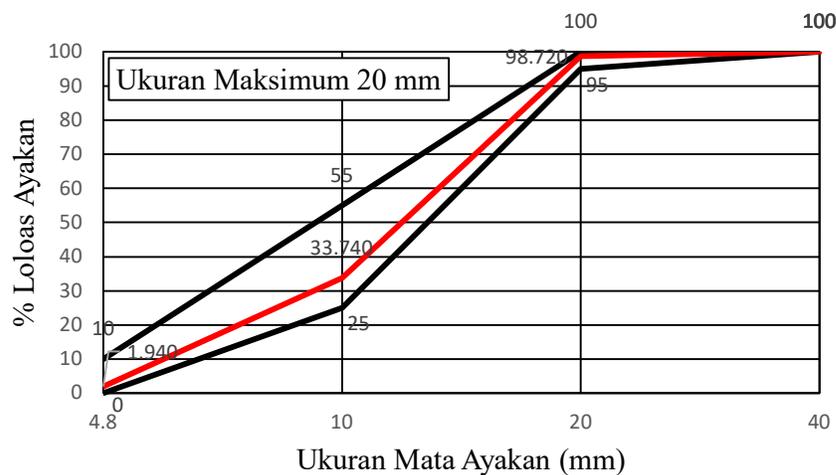
$$MHB_1 = \frac{663,26}{100}$$

$$MHB_2 = \frac{672,8}{100}$$

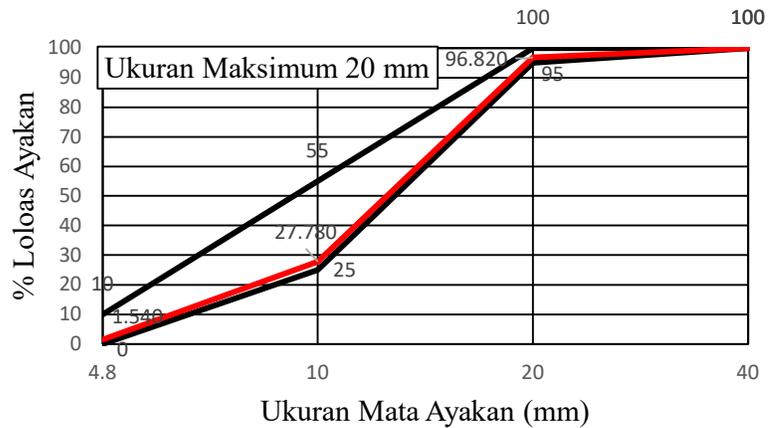
$$\begin{aligned} MHB_1 &= \frac{MHB_1 + MHB_2}{2} \\ &= \frac{6,632 + 6,728}{2} \\ &= 6,680 \end{aligned}$$

Hasil MHB rata-rata agregat kasar yang didapatkan sebesar 6,680. Nilai MHB menurut SK SNI S – 04 – 1989 - F yaitu sebesar 6 – 7,10. Nilai MHB yang telah didapat sudah masuk di dalam rentang nilai yang telah disyaratkan sehingga agregat kasar dapat dipakai.

Berikut ini adalah grafik modulus halus butir yang menghubungkan nilai % lolos saringan dengan lubang ayakan. Grafik ini dibuat untuk menentukan daerah gradasi agregat halus yang telah ditetapkan di dalam SNI 03-2834-2000. Berdasarkan hasil pengecekan analisa saringan agregat halus yang telah dilakukan, didapatkan daerah gradasi ukuran maksimum 20 mm. Grafik analisa saringan dapat dilihat pada gambar 5.3 dan 5.4



Gambar 5.5 Grafik Gradasi Agregat Kasar Sampel 1



Gambar 5.6 Grafik Gradasi Agregat Kasar Sampel 2

5.2.7 Pengecekan Berat Isi Pada Agregat Kasar

Berikut ini adalah pengecekan berat isi yang mengacu kepada SNI 03-4804-1998. Data yang diperoleh dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 5.10 Berat Isi Gembur Agregat Kasar

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Tabung	10595	10456	10525,5
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	17320	18074	17697
Berat Agregat	6725	7618	7171,5
Volum Tabung	5979,632	5949,450	5964,541
Berat Volume Gembur	1,125	1,280	1,203

Tabel 5.11 Berat Isi Padat Agregat Kasar

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Tabung	10595	10456	10525,5
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	19173	18854	19013,5
Berat Agregat	8578	8398	8488
Volum Tabung	5979,632	5949,450	5964,541
Berat Volume Padat	1,435	1,412	1,423

Dari hasil pengecekan yang telah dilakukan didapat nilai berat isi gembur sebesar $1,203 \text{ gr/cm}^2$ dan berat isi pada sebesar $1,423 \text{ gr/cm}^2$. Jika selisih antara gembur dengan padat semakin kecil maka semakin baik gradasinya.

5.3 Mix Design

Mix design atau perencanaan campuran mortar beton dilakukan setelah mendapatkan seluruh data *properties* agregat. Tahap ini dilakukan agar beton yang direncanakan dapat mencapai target yang dimiliki. Metode *mix design* dikerjakan berdasarkan SNI 03-2834-2000 dengan batas atau ketentuan sebagai berikut.

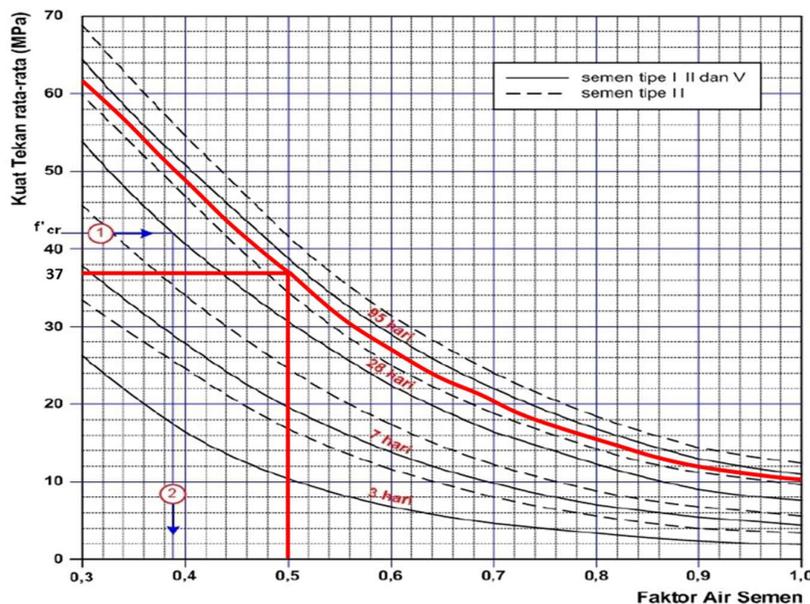
1. Kuat tekan yang telah direncanakan sebesar $f'c = 25 \text{ MPa}$.
2. Nilai slump yang telah ditetapkan sebesar 60 – 180 mm.
3. Ukuran maksimum agregat sebesar 20 mm.
4. Gradasi agregat halus yang digunakan memiliki daerah gradasi tipe III.
5. Berat jenis Agregat kasar dan Agregat Halus sebesar 2,695 dan 2,698.
6. Penggunaan variasi resin sebesar 3% dan 5% dan juga variasi biji plastik sebesar 3%, 5%, dan 7% terhadap berat semen.
7. Semen yang digunakan dalam pembuatan beton yaitu merek Semen Padang jenis *Portland Cement Composite (PCC)*.
8. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan dimensi 15x30 cm.

Perencanaan campuran yang akan dilakukan melihat ketentuan-ketentuan di atas. Perencanaan campuran beton yang dilakukan dapat dilihat sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan beton yang direncanakan yaitu sebesar 25 MPa.
2. Berikut ini langkah-langkah dalam melakukan *mix design* untuk pembuatan benda uji dalam penelitian ini.
3. Menentukan deviasi standar (Sr)
Dikarenakan tidak adanya data uji lapangan yang digunakan untuk menentukan nilai standar deviasi, maka kuat tekan beton rencana harus diambil tidak kurang dari $f'c + 12 \text{ MPa}$.
4. Menentukan kuat tekan beton rencana ($f'cr$)

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= f'_c + 12 \text{ MPa} \\
 &= 25 + 12 \\
 &= 37 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

5. Menentukan jenis semen
Jenis semen yang dipakai yaitu *Portland Cement Composite (PCC)*.
6. Menentukan jenis kerikil
Jenis kerikil yang digunakan yaitu ukuran maksimum 20 mm.
7. Menentukan faktor air semen (fas)



Gambar 5.7 Grafik Faktor Air Semen

Sumber: SNI 03-2834-2000

Dari grafik di atas didapatkan nilai fas sebesar 0,5.

8. Menentukan faktor air semen maksimum pada tabel 3.2 dengan ketentuan beton berada di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non-korosif. Dari tabel 3.2 diambil nilai faktor air semen 0,6. Nilai fas diambil yang terkecil yaitu 0,5.
9. Nilai slump yang ditetapkan yaitu 60-180 mm.
10. Mencari kebutuhan air berdasarkan ukuran maksimum butiran pada tabel 3.4.

$$\text{Kebutuhan air} = \frac{2}{3} \times 195 + \frac{1}{3} \times 225$$

$$\text{Kebutuhan air} = 205 \text{ Kg/m}^3$$

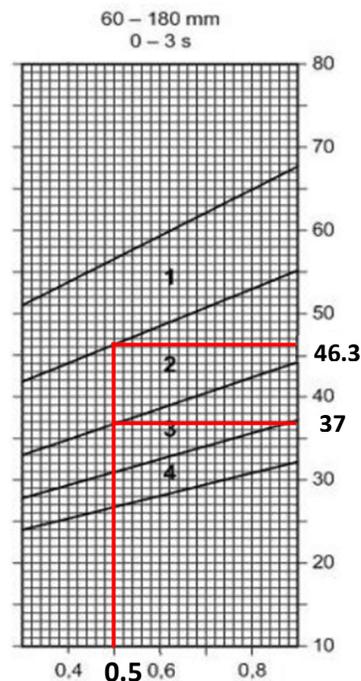
11. Menentukan kebutuhan semen dengan rumus

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{fas}$$

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{205}{0,5}$$

$$\text{Kebutuhan semen} = 410 \text{ Kg/m}^3$$

12. Menentukan kebutuhan semen minimum dengan membandingkan nilai terbesar dari tabel 3.5 dengan ketentuan beton berada di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non-korosif. Dari tabel 3.5 didapat nilai kebutuhan semen 275 Kg/m^3 . Nilai kebutuhan semen diambil yang terbesar yaitu 410 Kg/m^3 .
13. Golongan pasir yaitu daerah gradasi III.
14. Menentukan persentase pasir terhadap agregat campuran pada grafik 3.3.



Gambar 5.8 Grafik Campuran Agregat

Sumber: SNI 03-2834-2000

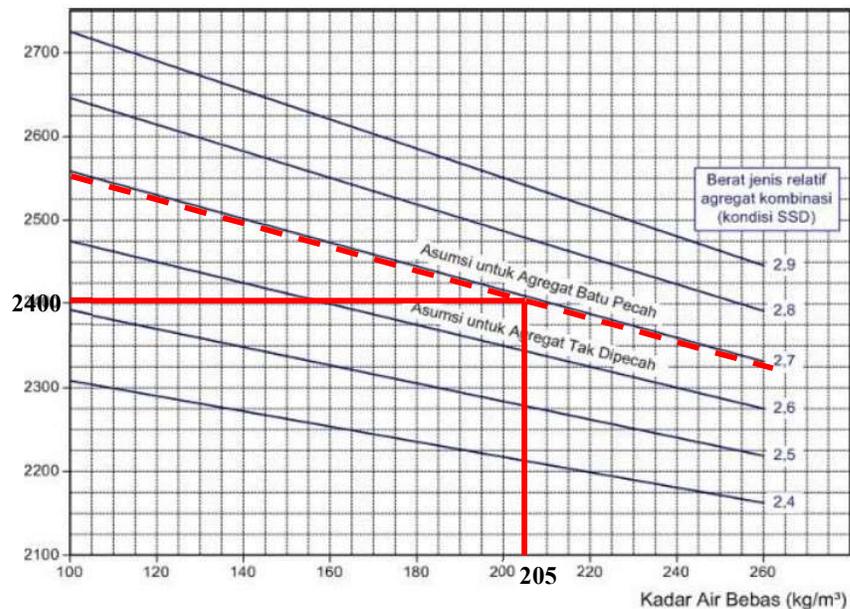
15. Berat jenis campuran

Berat jenis kerikil + Berat jenis pasir = Berat jenis campuran

Berat jenis kerikil + Berat jenis pasir = 2,695 + 2,698

Berat jenis kerikil + Berat jenis pasir = 2,697

16. Menentukan berat beton.



Gambar 5.9 Grafik Berat Isi Beton

Sumber: SNI 03-2834-2000

Dari grafik di atas didapatkan berat isi beton sebesar 2400 Kg/m³.

17. Menghitung kebutuhan pasir dan kerikil dengan rumus :

$$W_{ps} + W_{kr} = W_{btn} - A - S$$

$$W_{ps} + W_{kr} = 2500 - 205 + 410$$

$$W_{ps} + W_{kr} = 1785 \text{ Kg/m}^3$$

18. Menghitung kebutuhan pasir

$$W_{ps} = \frac{P}{100} \times (W_{ps} + W_{kr})$$

$$W_{ps} = \frac{41,65\%}{100} \times 1785$$

$$W_{ps} = 743,45 \text{ Kg/m}^3$$

19. Menghitung kebutuhan kerikil

$$Wkr = (Wps + Wkr) - Wps$$

$$Wkr = 2500 - 1785$$

$$Wkr = 1042 \text{ Kg/m}^3$$

20. Rekapitulasi Mix Design

Tabel 5.12 Rekapitulasi Mix Design

No.	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat Tekan Rencana (F'c)	25	MPa
2	Standar Deviasi (Sr)	-	-
3	Nilai Tambah	12	MPa
4	Kuat Tekan Rata-Rata (F'cr)	37	MPa
5	Jenis Semen	Tipe I	-
6	Faktor Air Semen (Fas)	0,5	-
7	<i>Slump</i>	60 - 180	mm
8	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm
9	Kebutuhan Pasir (Wh)	743,453	Kg/m ³
10	Kebutuhan Kerikil (Wk)	1042	Kg/m ³
11	Kadar Air Bebas	205	Kg/m ³
12	Kadar Semen	410	Kg/m ³
13	Gradasi Agregat Halus	Daerah III	-
14	Persentase Agregat Halus	41,65	%
15	Persentase Agregat Kasar	58,35	%
16	Berat Jenis Agregat Halus	2,695	-
17	Berat Jenis Agregat Kasar	2,698	-
18	Berat Jenis Relatif Gabungan	2,697	-
19	Berat Isi Beton	2400	Kg/m ³
20	Kadar Agregat Gabungan	1785	Kg/m ³
21	Kadar Agregat Halus	743,453	Kg/m ³
22	Kadar Agregat Kasar	1042	Kg/m ³
23	Angka Penyusutan	20	%
24	Volume Silinder	0,00530	m ³
25	Jumlah Benda Uji Silinder Tiap Variasi	10	buah

21. Menarik kesimpulan kebutuhan material dalam membuat beton.

Tabel 5.13 Kebutuhan Material Beton Tiap Variasi

Kode Benda Uji	Jumlah benda uji	Berat Material Campuran						
		Resin (Kg)	Hardener (Kg)	Plastik (Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)	Semen (Kg)	Air (Kg)
BN	10	0,000	0,000	0,000	39,414	55,217	21,736	10,868
BRP33	10	0,435	0,217	0,652	39,414	55,217	21,736	10,868
BRP35	10	0,435	0,217	1,087	39,414	55,217	21,736	10,868
BRP37	10	0,435	0,217	1,522	39,414	55,217	21,736	10,868
BRP53	10	0,725	0,362	0,652	39,414	55,217	21,736	10,868
BRP55	10	0,725	0,362	1,087	39,414	55,217	21,736	10,868
BRP57	10	0,725	0,362	1,522	39,414	55,217	21,736	10,868
Total	70	3,478	1,739	6,521	275,896	386,519	152,151	76,076

Jumlah total material tiap variasi telah ditemukan berdasarkan data dari mix design. Kebutuhan material kemudian ditambahkan dengan angka penyusutan yang memiliki nilai sebesar 20% dari berat material. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi mortar beton dari tumpah, menempel pada mixer, ataupun terjatuh. Sehingga mortar beton yang akan digunakan mencukupi kebutuhan yang ada. Berikut ini adalah kebutuhan material beton yang telah ditambahkan angka penyusutan.

Tabel 5.14 Kebutuhan Material Beton Tiap Variasi Dengan Angka Penyusutan 20%

Kode Benda Uji	Jumlah benda uji	Berat Material Campuran						
		Resin (Kg)	Hardener (Kg)	Plastik (Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)	Semen (Kg)	Air (Kg)
BN	10	0,000	0,000	0,000	47,296	66,260	26,083	13,042
BRP33	10	0,522	0,261	0,782	47,296	66,260	26,083	13,042
BRP35	10	0,522	0,261	1,304	47,296	66,260	26,083	13,042
BRP37	10	0,522	0,261	1,826	47,296	66,260	26,083	13,042
BRP53	10	0,869	0,435	0,782	47,296	66,260	26,083	13,042

Tabel 5.14 Kebutuhan Material Beton Tiap Variasi Dengan Angka Penyusutan 20%

BRP55	10	0,869	0,435	1,304	47,296	66,260	26,083	13,042
BRP57	10	0,869	0,435	1,826	47,296	66,260	26,083	13,042
Total	70	4,173	2,087	7,825	331,075	463,823	182,582	91,291

5.4 Pengujian Benda Uji Beton

Pengujian pada benda uji beton dilakukan mulai dari benda uji masih berbentuk mortar hingga sudah menjadi beton keras. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data yang diinginkan. Pengujian yang akan dilakukan uji slump, kuat tekan, dan kuat tarik belah. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton dilakukan saat beton telah berumur 28 hari.

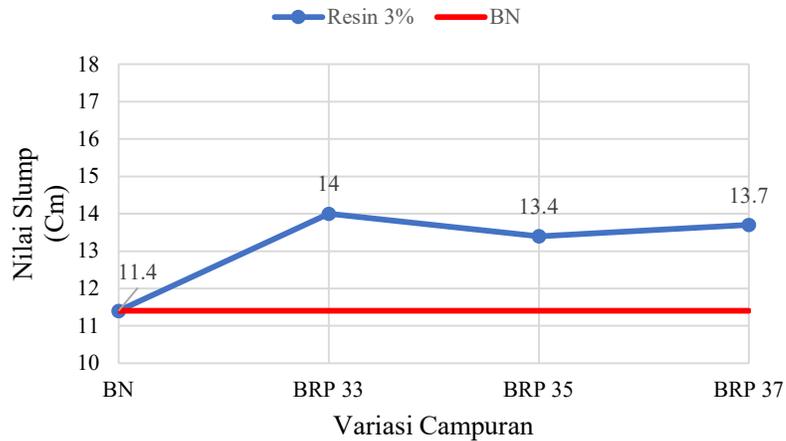
5.4.1 Uji *Slump*

Pengujian *slump* merupakan pengujiannya yang bertujuan untuk mengetahui viskositas dari mortar beton. Nilai *slump* yang dimiliki dapat mengetahui apakah campuran antara semen dan air sudah optimal sehingga mortar beton dapat mudah dikerjakan (*workability*). Semakin tinggi nilai *slump* maka mortar lebih cair sehingga mudah dikerjakan dan begitu juga sebaliknya. Nilai *slump* pada penelitian ini ditetapkan yaitu 60 – 180 mm. Nilai *slump* mortar beton pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.14 di bawah ini.

Tabel 5.15 Nilai *Slump*

No.	Kode	Nilai <i>Slump</i> (mm)
1	BN	114
2	BRP 33	140
3	BRP 35	134
4	BRP 37	137
5	BRP 53	140
6	BRP 55	155
7	BRP 57	156

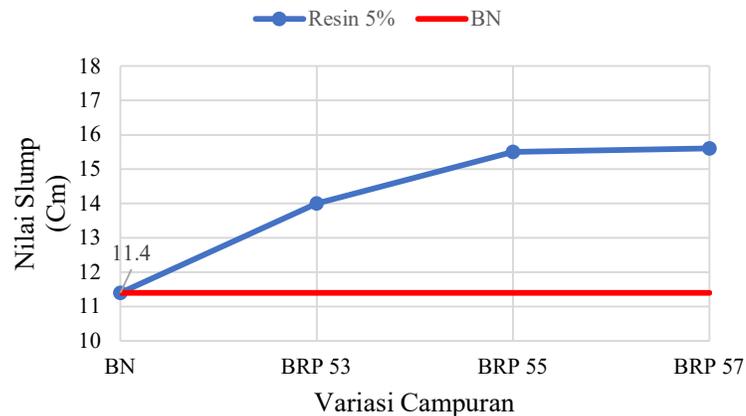
1. Slump resin 3%



Gambar 5.10 Grafik Nilai *Slump* resin epoxy 3% (cm)

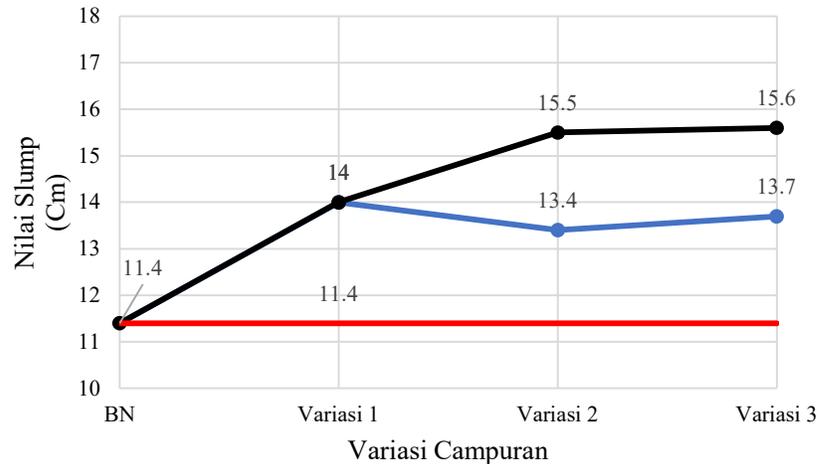
Pada nilai slump campuran beton dengan resin 3% mengalami kenaikan pada seluruh variasinya. Hal ini disebabkan oleh penambahan resin yang cair dan juga limbah bijih plastik yang memiliki ukuran butiran yang kecil. Walau mengalami kenaikan pada nilai slumpnya, campuran ini masih dalam batas slump yang telah ditentukan yaitu sebesar 60 – 180 mm.

2. Slump resin 5%



Gambar 5.11 Grafik Nilai *Slump* resin epoxy 5% (cm)

Pada nilai slump campuran beton dengan resin 5% mengalami kenaikan pada seluruh variasinya. Kenaikan nilai slump yang terjadi disebabkan oleh sifat resin yang cair dan juga limbah bijih plastik yang memiliki ukuran butiran yang kecil. Pada nilai slump resin 5% masih dalam batasan nilai yang ditentukan yaitu sebesar 60 – 180 mm.



Gambar 5.12 Grafik Nilai *Slump* Gabungan (cm)

Pada grafik nilai slump diatas dapat dilihat bahwa nilai slump resin 5% lebih tinggi nilainya dibandingkan nilai slump resin 3%. Hal ini disebabkan oleh kenaikan dalam penggunaan resin sehingga campuran beton semakin encer. Walaupun demikian nilai slumpnya masih dalam batas yang ditentukan yaitu sebesar 60 – 180 mm.

5.4.2 Pengukuran Dimensi Benda Uji

Pengukuran dimensi benda uji dilakukan untuk mendapatkan data dimensi benda uji yang berbentuk silinder. Hal ini dilakukan dikarenakan dimensi silinder aktual memiliki deviasi dari ukuran cetakan beton yang berukuran 150x300 mm. Dimensi benda uji diukur menggunakan jangka sorong. Data pengukuran beton dapat dilihat pada tabel 5.15 di bawah ini.

Tabel 5.16 Data Pengukuran Dimensi Benda Uji

Kode Benda Uji			Diameter	Tinggi	Rerata Diameter	Rerata Tinggi
			mm	mm	mm	mm
BN	1	A	152,4	301	152,067	301,93
		B	151,1	302,85		
		C	152,7	301,5		
	2	A	148,9	305,1	150,233	304,5
		B	150,8	303,9		
		C	151	302,1		
	3	A	150,5	302,8	150,867	303,3
		B	151,3	303,8		
		C	150,8	301,8		
	4	A	151,7	300,25	150,9	301,23
		B	150,8	302,2		
		C	150,2	304,5		
	5	A	151,9	301,5	151,5	301,45
		B	151,8	301,4		
		C	150,8	302		
	6	A	151,5	301,5	151,2	301,43
		B	150,4	301,35		
		C	151,7	301		
	7	A	150,2	302,3	150,4	301,95
		B	150	301,6		
		C	151	301,2		
	8	A	152,5	302,95	151,4	303,03
		B	150,5	303,1		
		C	151,2	301,4		
	9	A	150,5	300,45	150,2	299,5
		B	149,3	298,55		
		C	150,8	302,1		
	10	A	151	303,65	150,533	303,88
		B	150,6	304,1		
		C	150	301,6		
BRP 33	1	A	151	303,4	150,633	304
		B	149,2	304,2		
		C	151,7	304,4		
	2	A	149,8	303,8	150,267	302,3
		B	151	301,2		

Lanjutan Tabel 5.16 Data Pengukuran Dimensi Benda Uji

BRP 35	3	C	150	301,9	150,767	302,3
		A	151,5	302,5		
		B	149,1	302		
	4	C	151,7	302,4	151,367	302,97
		A	152,2	301,4		
		B	150,8	303		
	5	C	151,1	304,5	150,483	301,2
		A	150,9	300,35		
		B	149,75	301,25		
	6	C	150,8	302	150,167	301,87
		A	149,7	301		
		B	150,5	303,3		
	7	C	150,3	301,3	151,433	302,77
		A	151,4	304,2		
		B	151,5	302,2		
	8	C	151,4	301,9	150,513	300,33
		A	152,2	298,3		
		B	149,8	303,1		
	9	C	149,54	299,6	149,533	299,57
		A	149,65	300,55		
		B	149,25	299,65		
	10	C	149,7	298,5	151,1	304,63
		A	150,8	303,9		
		B	149,6	306,1		
	1	C	152,9	303,9	152,567	303,53
		A	149	302,3		
		B	148,3	302,4		
	2	C	149,7	301,8	149,867	302,43
		A	148,5	308,3		
		B	152,8	303		
3	C	153,8	304	151,1	302,5	
	A	152,4	304,4			
	B	149,8	303,1			
4	C	155,5	303,1	151,1	302,5	
	A	149,9	302			
	B	149,9	303,5			
5	C	149,8	301,8	151,1	302,5	
	A	150,6	302,8			
	B	150,4	302,4			
		C	152,3	302,3		

Lanjutan Tabel 5.16 Data Pengukuran Dimensi Benda Uji

	6	A	150	302,7	150,433	301,97
		B	151,4	300,7		
		C	149,9	302,5		
	7	A	149,5	302,7	150,033	302,3
		B	150,3	302,7		
		C	150,3	301,5		
	8	A	150,6	303,8	149,533	302,37
		B	150	301,2		
		C	148	302,1		
	9	A	151	151	150,867	150,87
B		151,6	151,6			
C		150	150			
10	A	150,8	303,9	151,1	304,63	
	B	149,6	306,1			
	C	152,9	303,9			
BRP 37	1	A	151,1	306,5	151,4	305,47
		B	152,4	306,6		
		C	150,7	303,3		
	2	A	151,2	304	150,4	303,9
		B	150	303,5		
		C	150	304,2		
	3	A	151,5	306,1	151	306,5
		B	150,8	305,2		
		C	150,7	308,2		
	4	A	151,3	303,1	150,933	305,47
		B	151,7	305,1		
		C	149,8	308,2		
	5	A	148,8	302,2	150,067	302,52
		B	150,5	304,15		
		C	150,9	301,2		
	6	A	151,2	304,1	149,9	304,73
		B	149,5	304,9		
		C	149	305,2		
	7	A	151,3	305,7	151,533	304,37
		B	150,6	302,3		
		C	152,7	305,1		
	8	A	151,7	303,1	151,6	304,5
		B	151,6	306,4		
		C	151,5	304		
	9	A	150,2	302,2	150,267	302,77

Lanjutan Tabel 5.16 Data Pengukuran Dimensi Benda Uji

		B	149,8	305		
		C	150,8	301,1		
	10	A	152,2	303,7	152,5	304,8
		B	151,5	305,5		
		C	153,8	305,2		
BRP 53	1	A	148,1	299,5	149	301,27
		B	149,1	303,5		
		C	149,8	300,8		
	2	A	150,6	301,5	150,833	301,77
		B	152,7	302,3		
		C	149,2	301,5		
	3	A	149,9	304,6	150,217	303,73
		B	150	303,4		
		C	150,75	303,2		
	4	A	150,8	302,8	151,833	304,5
		B	152,4	306,2		
		C	152,3	304,5		
	5	A	152,1	305,7	151,4	305,33
		B	151,2	305,4		
		C	150,9	304,9		
	6	A	149	304,5	149,533	305,47
		B	149,3	306,9		
		C	150,3	305		
	7	A	150,5	303,3	150	304,47
		B	149,4	305,1		
		C	150,1	305		
	8	A	152,7	304,9	151,967	304,57
		B	153,4	304,7		
		C	149,8	304,1		
	9	A	149,5	302,2	149,667	303,17
		B	149,8	303,4		
		C	149,7	303,9		
	10	A	149,6	303,5	148,8	304,23
		B	148	305,7		
		C	148,8	303,5		
BRP 55	1	A	150,9	302,1	152,3	302,27
		B	154,5	303,4		
		C	151,5	301,3		
	2	A	150,7	304,5	150,7	304,57

Lanjutan Tabel 5.16 Data Pengukuran Dimensi Benda Uji

		B	150,4	303,5		
		C	151	305,7		
	3	A	152,1	301,1	152,333	302,4
		B	152,7	303,1		
		C	152,2	303		
	4	A	149	303,1	150,233	303,4
		B	150	303		
		C	151,7	304,1		
	5	A	150,9	303,8	150,967	303,07
		B	150,1	303,8		
		C	151,9	301,6		
	6	A	150	302,1	151,033	301,93
		B	152	302,5		
		C	151,1	301,2		
	7	A	151,1	303,4	150,7	303,8
		B	150,6	304		
		C	150,4	304		
	8	A	152,2	305,9	151,567	305,33
		B	149,8	306,3		
		C	152,7	303,8		
9	A	151,2	304,3	150,767	304,57	
	B	150,4	304,1			
	C	150,7	305,3			
10	A	150,6	308	150,267	305,5	
	B	149,9	304,5			
	C	150,3	304			
BRP 57	1	A	150,4	301,5	151,133	303,3
		B	153,1	305		
		C	149,9	303,4		
	2	A	150	300,1	149,9	302,83
		B	149,7	303,7		
		C	150	304,7		
	3	A	150,7	303,1	151,1	304,57
		B	151,6	305		
		C	151	305,6		
	4	A	151,4	304,4	151,533	304,2
		B	151,3	304,5		
		C	151,9	303,7		
	5	A	150,1	299	150,067	300,57

Lanjutan Tabel 5.16 Data Pengukuran Dimensi Benda Uji

		B	150,3	300,9		
		C	149,8	301,8		
	6	A	148,9	308,8	149,233	307,5
		B	149,4	309		
		C	149,4	304,7		
	7	A	150,1	303,4	150,8	304,57
		B	151,5	306,7		
		C	150,8	303,6		
	8	A	150,8	302,8	150,267	303,97
		B	150,6	304,2		
		C	149,4	304,9		
	9	A	150	304	150,667	304,53
		B	151,6	304,3		
		C	150,4	305,3		
	10	A	152,3	302,3	151,9	302,77
		B	152,9	303,4		
		C	150,5	302,6		

5.4.3 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kuat tekan maksimum yang dapat diterima benda uji dengan menggunakan mesin kuat tekan hingga benda uji mengalami kegagalan dalam menahan beban. Pengujian ini dilakukan dengan melihat ketentuan-ketentuan yang ada di dalam SNI 03-1974-2011. Benda uji yang akan diuji memiliki bentuk silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Banyak benda uji yang akan diuji berjumlah 35 buah dengan 6 variasi.

Di bawah ini merupakan salah satu contoh perhitungan kuat tekan beton pada beton kode BN yang dapat dilihat sebagai berikut.

$$D = 152,067 \text{ mm}$$

$$T = 301,925 \text{ mm}$$

$$P = 535 \text{ kN}$$

$$= 535000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 152,067^2 \\
 &= 18161,76 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tekan} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{535000}{18161,76} \\
 &= 29,457 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan kuat tekan sebesar 29,457 MPa dari beton BN sampel 1. Berikut ini adalah rekapitulasi kuat tekan beton pada tabel 5.16.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Kuat Tekan Beton

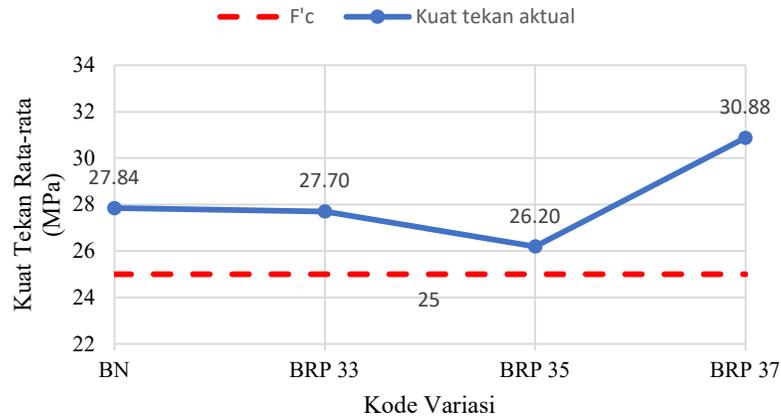
Kode Benda Uji		Kuat Tekan	Rerata Kuat Tekan
		MPa	MPa
BN	1	29,457	28,373
	2	27,964	
	3	26,113	
	4	29,305	
	5	29,024	
BRP 33	1	25,779	27,752
	2	27,089	
	3	26,114	
	4	28,219	
	5	31,559	
BRP 35	1	26,014	26,299
	2	26,247	
	3	24,189	
	4	29,303	
	5	25,742	

Lanjutan Tabel 5.17 Rekapitulasi Kuat Tekan Beton

BRP 37	1	30,301	30,878
	2	33,317	
	3	30,724	
	4	29,929	
	5	30,118	
BRP 53	1	23,216	25,511
	2	27,507	
	3	22,237	
	4	24,478	
	5	30,117	
BRP 55	1	29,526	25,915
	2	24,606	
	3	27,434	
	4	21,014	
	5	26,994	
BRP 57	1	29,839	27,435
	2	27,873	
	3	24,889	
	4	26,261	
	5	28,314	

1. Kuat tekan beton dengan bahan tambah resin epoxy 3%

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada benda uji dengan bahan tambah resin 3% didapatkan sebesar BN, BRP33, BRP35, BRP37 sebesar 27,84 MPa, 27,70 MPa, 26,20 MPa, 30,88 MPa. Grafik kuat tekan beton dengan bahan tambah resin 3% dapat dilihat sebagai berikut.

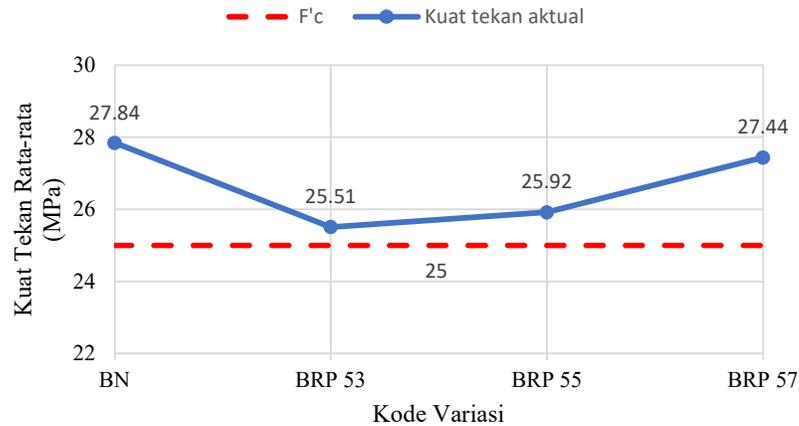


Gambar 5.13 Grafik Kuat Tekan Beton Resin Epoxy 3%

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai optimum yang didapat pada pengujian ini yaitu pada BRP37 sebesar 30,88 MPa. Selain BRP37, kuat tekan benda uji lainnya mengalami penurunan dari beton normal. Penurunan yang terjadi dapat disebabkan oleh permukaan plastik yang licin dan tidak berongga sehingga semen kurang maksimal mengikat bijih limbah plastik dengan agregat yang lain.

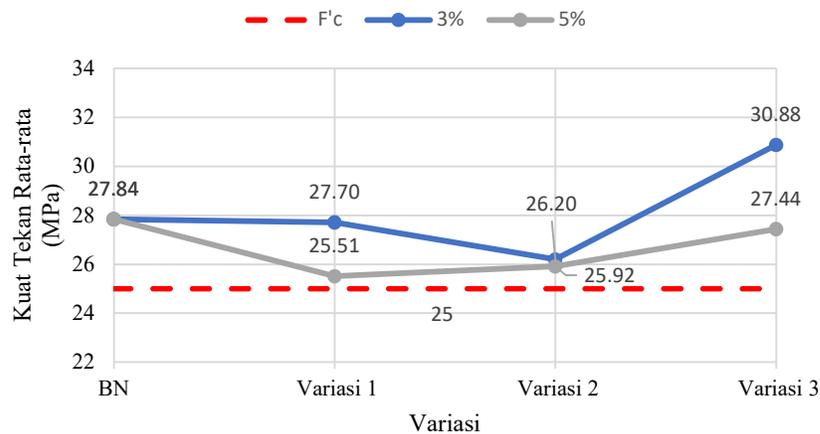
2. Kuat tekan beton dengan bahan tambah resin 5%

Dari hasil pengujian kuat tekan pada benda uji dengan bahan tambah resin 5% didapatkan hasil sebesar BN, BRP53, BRP55, dan BRP57 sebesar 27,84 MPa, 25,51 MPa, 25,92 MPa, 27,44 MPa. Grafik kuat tekan benda uji dengan bahan tambah resin 5% dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 5.14 Grafik Kuat Tekan Beton Resin Epoxy 5%

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa tidak didapatkannya nilai optimum. Hal ini dikarenakan kuat tekan benda uji mengalami penurunan dari nilai kuat tekan beton normal. Penurunan kuat tekan yang terjadi dapat disebabkan oleh permukaan plastik yang licin dan tidak berongga.



Gambar 5.15 Grafik Kuat Tekan Beton Gabungan

Dari perbandingan kedua variasi dapat dilihat bahwa kuat tekan beton dengan campuran resin 3% lebih tinggi daripada campuran resin 5%. Hal ini disebabkan oleh penambahan kadar resin yang dapat mempengaruhi penurunan kuat tekan karena tingginya kadar resin dalam suatu campuran sehingga resin tidak dapat

mengeras secara menyeluruh atau secara sempurna. Walaupun demikian seluruh kuat tekan beton di setiap variasi memiliki kuat tekan yang berada di atas kuat tekan rencana. Sehingga beton dengan campuran resin 3% dan 5% dapat dikatakan layak atau sudah mencapai standar.

5.4.4 Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan untuk mendapatkan belah beton maksimum pada beton sebelum terbelah. Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan benda uji silinder yang memiliki dimensi 150x300 mm. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Untuk pengujian kuat tarik belah beton menggunakan pedoman SNI 03-2491-2002 sebagai landasannya. Contoh perhitungan kuat tarik belah beton dapat dilihat sebagai berikut.

$$D = 151,2 \text{ mm}$$

$$T = 301,43 \text{ mm}$$

$$P = 244,4 \text{ kN}$$

$$= 244400 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 151,2^2$$

$$= 17955,333 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kuat tarik} = \frac{2P}{\pi \times D \times T}$$

$$= \frac{2 \times 244400}{\pi \times 151,2 \times 301,43}$$

$$= 3,414 \text{ MPa}$$

Perhitungan di atas merupakan perhitungan kuat tarik beton BN sampel 1. Hasil perhitungan yang didapat yaitu 3,414 MPa. hasil rekapitulasi data kuat tarik belah beton dapat dilihat di tabel 5.17 sebagai berikut.

Tabel 5.18 Rekapitulasi Kuat Tarik Belah Beton

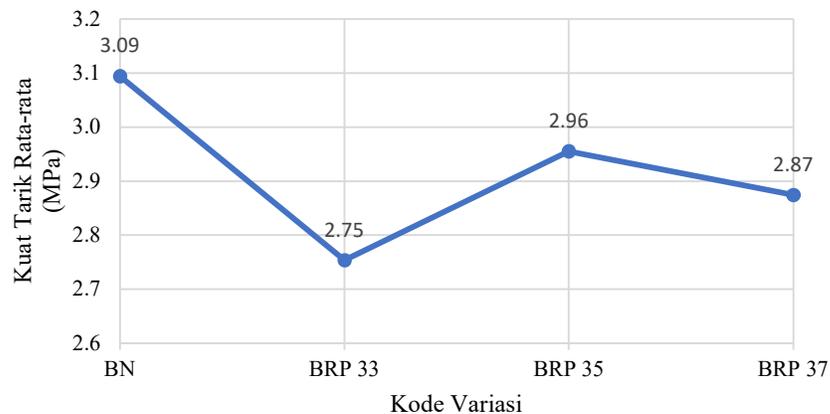
Kode Benda Uji		Kuat Tarik Belah	Rerata Kuat Tarik Belah
		MPa	MPa
BN	6	3,414	3,094
	7	2,150	
	8	3,555	
	9	3,470	
	10	2,882	
BRP 33	6	2,987	2,753
	7	2,874	
	8	2,574	
	9	2,379	
	10	2,951	
BRP 35	6	2,617	2,955
	7	2,484	
	8	2,533	
	9	4,962	
	10	2,181	
BRP 37	6	3,083	2,874
	7	3,224	
	8	2,547	
	9	2,621	
	10	2,897	
BRP 53	6	1,960	2,604
	7	2,778	
	8	2,413	
	9	2,774	
	10	3,097	
BRP 55	6	2,858	2,763
	7	2,755	
	8	2,482	
	9	3,300	
	10	2,420	

Lanjutan Tabel 5.18 Rekapitulasi Kuat Tarik Belah Beton

BRP 57	6	2,007	1,995
	7	2,700	
	8	2,238	
	9	0,783	
	10	2,248	

1. Kuat tarik beton dengan bahan tambah resin 3%

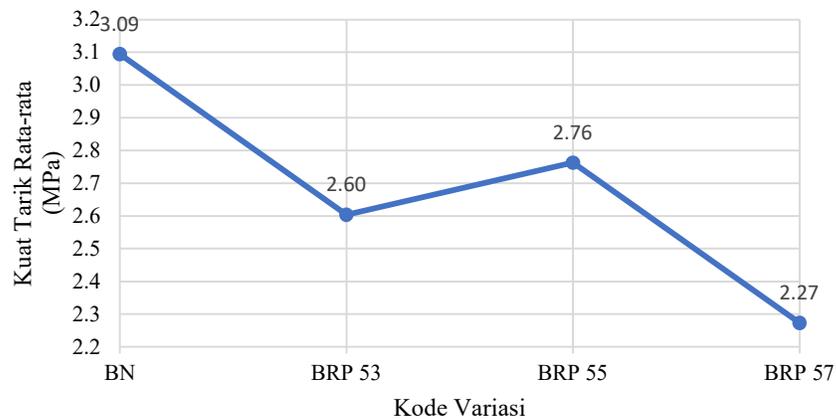
Dari hasil pengujian kuat tarik belah beton resin 3% didapatkan nilai BN, BRP33, BRP35, BRP37 sebesar 3,09 MPa, 2,75 MPa, 2,96 MPa, dan 2,87 MPa. Grafik kuat tarik belah beton resin 3% dapat dilihat sebagai berikut.

**Gambar 5.16 Grafik Kuat Tarik Belah Beton Resin Epoxy 3%**

Dari hasil pengujian kuat tarik belah beton 3% tidak didapatkan nilai optimum. Hal ini dikarenakan nilai kuat tarik belah tidak mengalami peningkatan dari beton normalnya. Penurunan yang terjadi disebabkan oleh sifat plastik yang memiliki permukaan yang licin sehingga kekuatan ikat antar agregat dapat berkurang. Selain itu limbah biji plastik dapat membuat beton lebih getas sehingga kuat tariknya menurun.

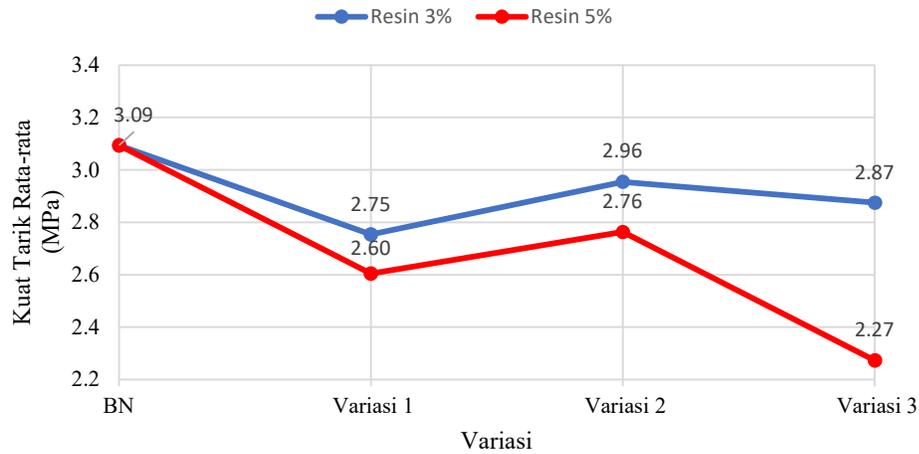
2. Kuat tarik beton dengan bahan tambah resin 5%

Dari hasil pengujian kuat tarik belah beton didapatkan hasil pengujian beton BN, BRP53, BRP55, dan BRP57 sebesar 3,09 MPa, 2,60 MPa, 2,76 MPa, 2,00 MPa.



Gambar 5.17 Grafik Kuat Tarik Belah Beton Resin Epoxy 5%

Dari data di atas tidak didapatkan nilai kuat tarik belah beton optimum dari beton resin 5%. Hal ini dikarenakan nilai kuat tarik belah tidak mengalami peningkatan dari beton normalnya. Penurunan yang terjadi disebabkan oleh sifat plastik yang memiliki permukaan yang licin sehingga kekuatan ikat antar agregat dapat mengurang. Selain itu limbah biji plastik dapat membuat beton lebih getas sehingga kuat tariknya menurun. Penurunan kuat tarik belah pada beton resin 5% juga dapat disebabkan oleh penambahan resin yang terlalu banyak sehingga resin tidak dapat mengeras secara sempurna.



Gambar 5.18 Grafik Kuat Tarik Belah Beton Gabungan

Berdasarkan perbandingan antara kedua kuat tarik belah beton, beton dengan campuran resin epoxy 5% lebih rendah dibandingkan dengan campuran resin epoxy 3%. Hal ini bisa disebabkan oleh terlalu banyaknya campuran resin dalam beton sehingga resin tidak dapat mengeras atau menyelimuti beton secara sempurna sehingga mengurangi kuat tarik belah beton.

5.2 Pembahasan Hasil Pengujian Benda Uji Beton

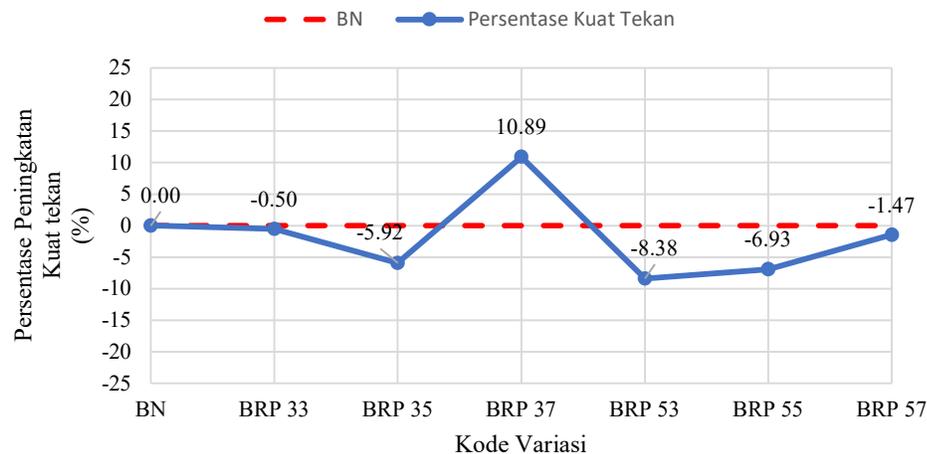
Dari penelitian kuat tekan beton dapat dilihat bahwa data yang didapat dari uji kuat tekan beton memiliki kenaikan dan juga penurunan. Kenaikan dan penurunan kuat tekan variasi BN, BRP33, BRP35, BRP37, BRP53, BRP55, BRP37 dapat dilihat tabel di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Peningkatan kuat tekan} &= \frac{\text{Kuat tekan variasi}}{\text{Kuat tekan BN}} - 100\% \\
 &= \left(\frac{27,70}{27,84} \times 100\% \right) - 100\% \\
 &= 99,50\% - 100\% \\
 &= -0,50\%
 \end{aligned}$$

Tabel 5.19 Rekapitulasi Peningkatan dan Penurunan Kuat Tekan

variasi	Kuat Desak	Persentase kuat tekan	peningkatan kuat tekan
BN	27,84	100%	0,00%
BRP 33	27,70	99,50%	-0,50%
BRP 35	26,20	94,08%	-5,92%
BRP 37	30,88	110,89%	10,89%
BRP 53	25,51	91,62%	-8,38%
BRP 55	25,92	93,07%	-6,93%
BRP 57	27,44	98,53%	-1,47%

Kenaikan dan penurunan kuat tekan variasi BN, BRP33, BRP35, BRP37, BRP53, BRP55, BRP57 dapat dilihat di grafik di bawah ini.

**Gambar 5.19 Grafik Peningkatan dan Penurunan Kuat Tekan**

Penurunan dan peningkatan kuat tekan beton pada variasi benda uji secara berturut-turut sebesar -0,5%, -5,92%, 10,89%, -8,38%, -6,93%, dan -1,47%. Dari data tersebut beton BRP53 mengalami penurunan terbesar yaitu sebesar -8,38% dan pada beton BRP 37 terjadi peningkatan terbesar yaitu sebesar 10,89%. Jika dilihat pada persentase penurunan dan peningkatan kuat tekan beton terlihat mengalami penurunan hampir di seluruh variasinya. Tetapi jika dilihat dari angka kuat tekan beton yang memiliki nilai sebesar berturut-turut 27,70 MPa, 26,20 MPa, 30,88

MPa, 25,51 MPa, 25,92 MPa, dan 27,44 MPa kuat tekan beton sudah sesuai dengan kuat tekan rencana yaitu sebesar 25 MPa. Hal ini dapat memperkuat hipotesis bahwa campuran plastik dan resin dapat berkompetisi dengan beton normal yang beredar luas.

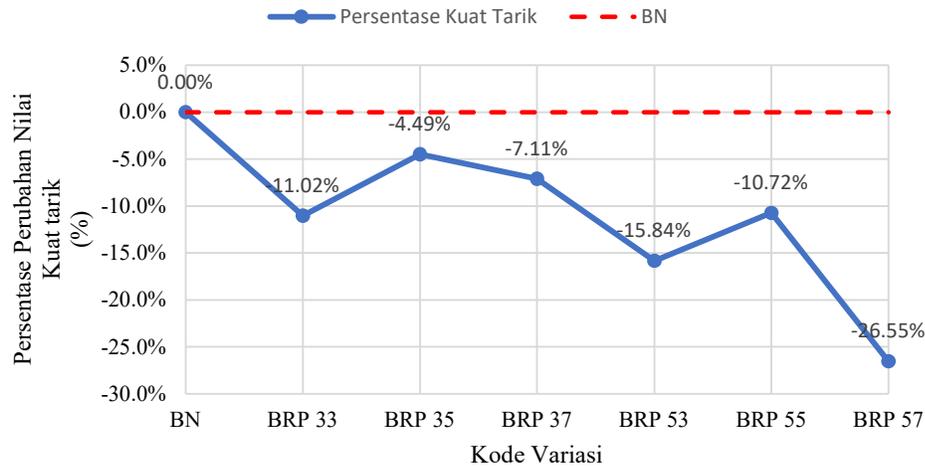
Selain kuat tekan, kuat tarik belah juga mengalami perubahan pada nilainya. Nilai pada kuat tarik belah yang didapat pada pengujian mengalami penurunan. Persentase penurunan pada kuat tarik belah dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Peningkatan kuat tekan} &= \frac{\text{Kuat tarik variasi}}{\text{Kuat tarik BN}} \cdot 100\% \\
 &= \left(\frac{3,09}{2,75} \cdot 100\% \right) - 100\% \\
 &= 88,98\% - 100\% \\
 &= -11,02\%
 \end{aligned}$$

Tabel 5.20 Rekapitulasi Peningkatan dan Penurunan Kuat Tarik Belah

variasi	Kuat Tarik	Persentase Kuat Tarik Belah	Perubahan Kuat Tarik Belah
BN	3,09	100,00%	0,00%
BRP 33	2,75	88,98%	-11,02%
BRP 35	2,96	95,51%	-4,49%
BRP 37	2,87	92,89%	-7,11%
BRP 53	2,60	84,16%	-15,84%
BRP 55	2,76	89,28%	-10,72%
BRP 57	2,27	73,45%	-26,55%

Kenaikan dan penurunan kuat tarik belah variasi BN, BRP33, BRP35, BRP37, BRP53, BRP55, BRP37 dapat dilihat di grafik di bawah ini.



Gambar 5.20 Grafik Peningkatan dan Penurunan Kuat Tarik Belah

Berbeda dengan kuat tekan, kuat tarik belah di sini mengalami penurunan yang cukup signifikan di beberapa variasinya. Perubahan nilai kuat tekan beton variasi BN, BRP33, BRP35, BRP37, BRP53, BRP55, dan BRP57 sebesar -11,02%, -4,49%, -7,11%, -15,84%, -10,72%, -26,55%. Dari data tersebut beton BRP 57 mengalami penurunan terbesar yaitu -26,55% dan pada beton BRP 35 mengalami penurunan paling kecil yaitu sebesar -4,49%. Pada kuat tarik belah diketahui memiliki nilai yang mengacu kepada kuat tekan sebesar 8% – 15% dari kuat tekan (Amrinsyah, 2009). Berikut ini adalah contoh perhitungan dari acuan kuat tarik belah dari variasi beton BN.

$$\text{Batas bawah} = 8\% \times \text{Kuat tekan}$$

$$= 8\% \times 27,84$$

$$= 2,228 \text{ MPa}$$

$$\text{Batas atas} = 15\% \times \text{Kuat tekan}$$

$$= 8\% \times 27,84$$

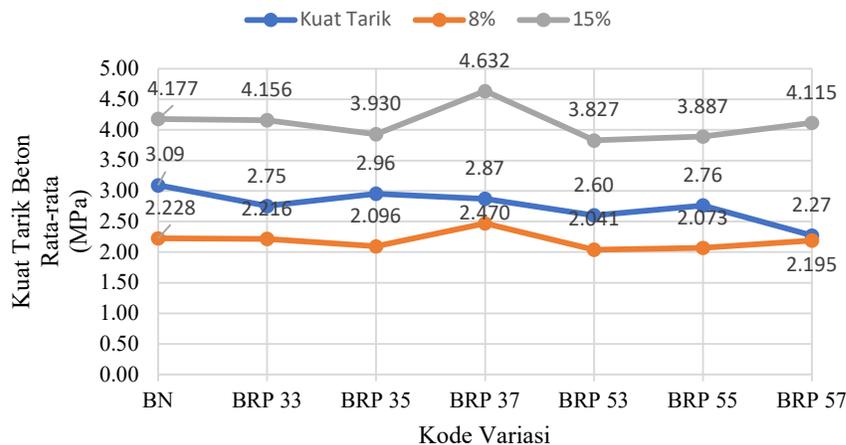
$$= 4,177 \text{ MPa}$$

Untuk nilai rekapitulasi persyaratan nilai kuat tarik belah dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.21 Perbandingan Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan

variasi	Kuat Tekan	Syarat Kuat Tarik Belah	
		8%	15%
BN	27,845	2,228	4,177
BRP 33	27,705	2,216	4,156
BRP 35	26,197	2,096	3,930
BRP 37	30,878	2,470	4,632
BRP 53	25,511	2,041	3,827
BRP 55	25,915	2,073	3,887
BRP 57	27,435	2,195	4,115

Setelah didapatkan nilai persyaratan kuat tarik belah tiap variasinya maka data berikut diproyeksikan pada grafik di bawah ini.



Gambar 5.21 Grafik Perbandingan Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan

Pada kuat tekan beton terjadi peningkatan dan penurunan pada beberapa variasinya. Walaupun demikian nilai kuat tekan beton telah mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu sebesar 25 MPa. Pada penelitian ini, plastik dan resin memiliki efek yang berbeda ketika dicampurkan pada mortar beton. Pada plastik

hal yang disebabkan yaitu terjadi penurunannya kuat tekan pada beton dan pada resin hal yang disebabkan yaitu terjadi peningkatan kuat tekan pada beton. Penurunan pada kuat tekan beton disebabkan oleh tidak adanya rongga pada plastik sehingga membuat permukaan plastik licin sehingga semen tidak dapat mengikat dengan baik pada plastik. Sedangkan peningkatan kuat tekan disebabkan oleh sifat resin yang dapat mengeras dan mengikat. Hal ini dapat membantu semen dalam mengikat agregat.

Pada kuat tarik belah beton terjadinya penurunan pada seluruh variasi. Hal ini juga memiliki penyebab yang sama seperti kuat tekan yaitu permukaan plastik yang halus menyebabkan ikatan semen dengan biji plastik lebih lemah. Selain itu beton dengan campuran biji plastik lebih getas dibandingkan dengan beton normal sehingga kuat tarik belah beton lebih kecil dibandingkan dengan kuat tarik belah beton normal (Angga, 2017).

Nilai kuat tekan beton yang dihasilkan oleh benda uji memiliki nilai optimum yaitu pada variasi BRP 37 sebesar 30,878 MPa atau 10,89% lebih besar dari kuat tekan beton normal. Sedangkan pada nilai kuat tarik belah tidak didapatkan nilai optimum dikarenakan seluruh nilai kuat tarik belah menurun dibanding oleh kuat tarik belah beton normal.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Kuat tekan beton variasi yang telah ditambahkan dengan limbah bijih plastik dan resin epoxy dapat menaikkan kuat tekan pada kadar yang tepat. Pada beton dengan resin epoxy 3% dan limbah bijih plastik 7% menghasilkan kuat tekan sebesar 30,88 MPa dengan peningkatan 10,89% dari beton normal. Selain variasi tersebut, kuat tekan beton mengalami penurunan seluruhnya. Pada kelompok campuran resin epoxy 5% mengalami penurunan kuat tekan dibandingkan campuran resin epoxy 3%. Hal ini disebabkan oleh tingginya persentase campuran resin epoxy yang tinggi dapat membuat resin tidak dapat mengering sempurna. Walaupun demikian kuat tekan beton masih berada di atas nilai f'_c . Peningkatan kuat tekan yang terjadi pada benda uji disebabkan oleh sifat resin epoxy yang kuat dan mengikat.
2. Kuat tarik belah beton variasi yang sudah ditambahkan dengan limbah bijih plastik dan resin epoxy mengalami penurunan pada seluruh variasinya. Kuat tarik belah paling besar dicapai oleh beton dengan resin epoxy 3% dan limbah bijih plastik 5% yaitu sebesar 2,96 MPa dengan penurunan -4,49% dari beton normal. Pada kelompok campuran resin epoxy 5% mengalami penurunan kuat tarik belah dibanding dengan kelompok campuran resin epoxy 3%. Hal ini disebabkan oleh tingginya persentase resin epoxy dalam campuran sehingga resin epoxy tidak dapat mengering sempurna. Selain itu penurunan kuat tarik belah yang terjadi disebabkan oleh permukaan biji limbah plastik yang licin dan tidak memiliki rongga sehingga semen tidak dapat mengikat dengan baik pada permukaan biji limbah plastik.

6.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa kekurangan yang ada. Maka dari itu, saran yang dapat diberikan melalui penelitian ini sebagai berikut.

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang variasi yang lebih tinggi dikarenakan masih ada potensi peningkatan yang terjadi.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang kekuatan beton dibidang lain untuk mengetahui pengaruh campuran secara lebih lanjut.
3. Diperlukan ketelitian yang lebih dalam pembuatan beton sehingga hasil yang didapat lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Angga Pirmana Firdaus, J. (2017). PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK POLYPROPYLENE (PP) SEBAGAI CAMPURAN AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN DAN TARIK PADA BETON FC' 25 MPA. *Jurnal Infrastruktur*, 81-90.
- Arief, L. M. (2016). *Pengolahan Limbah Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal*, SNI 03-2834-2000. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Metode Pengujian Kuat Tekan*, SNI 03-1974-2011. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, SNI 03-2491-2002. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, SNI 03-2834-2000. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Tentang Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*, SNI 03-1970-2008. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*, SNI 03-1968-1990. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm)*, SNI 03-4142-1996. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). *Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*, SNI 1969:2016. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

- Badan Standarisasi Nasional. (1998). *Metode Pengujian Berat Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat, SNI 03-4804-1998*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Firdaus, A. P., & Jonbi. (2017). Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik Polypropylene (PP) Sebagai Campuran Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Pada Beton FC' 25 MPA. *J.Infras Vol 3 no 2*, 81-89.
- Huda, N. C., & Fauzi, N. M. (2023). *Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Campuran Polyester dan Rein Epoxy*. (Skripsi Sarjana, Universitas Islam Sultan Agung). <http://repository.unissula.ac.id/28530/>.
- Maghfirah, A., Meilanda, H., Marlianto, E., & Iskandar, M. (2019). Pemanfaatan Serat Cangkang Kulit Kopi Dalam Pembuatan Beton Polimer Dengan Resin Polyeter Sebagai Perekat. *Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi Vol 3 No. 2*, 51-61.
- Mulyadi, A., Diawarman, & Ismail, D. (2018). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Terhadap Kuat Tekan Mutu Beton K-175. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL Vol 8 No 2*, 68-75.
- Nasution, A. (2009). *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Nasution, Z. A. (2020). *Karakterisasi Beton Polimer Berbasis Kulit Udang dan Polyester*. Medan: Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
- Pradhana, A. D. (2021). Analisis Pengaruh Penambahan Biji Plastik Polypropylene Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Ex. Palu Dan Agregat Halus Ex. Palu. *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil Vol 12 No 3*, 73-88.
- Salam, S. (2007). *Studi Sifat Fisis Dan Mekanis Komposit Matriks Resin Epoxy Yang Diperkuat Dengan Serbuk Titania*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

- Shahab, A., Irlan, A. O., & Nugroho, A. (2020). Kuat Tekan dan Porositan Beton Berpori Dengan Bahan Tambah Fly Ash dan Polyester Resin. *Jurnal Forum Mekanika Vol 9 No 2*, 82-89.
- Siregar, S. M. (2009). *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Sujatmiko, B. (2019). *Teknologi Beton dan Bahan Bangunan*. MediaSahabat Cendekia.
- Surono, U. B., & Ismanto. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal Vol 1 No 1*, 32-37.
- Sutanto, I., Andi, & Arijanto, L. (2016). Rasio kebutuhan Beton, Besi Tulangan, dan Bekisting Untuk Pekerjaan Struktur Pada Proyek Apartemen & Hotel. *Jurnal Dimensi Pretama Teknik Sipil Vol 3 no 1*, 1-8.
- Wardana, A. K., Kartini, W., & Astawa, M. D. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE Sebagai Pengganti Agregat Kasar Tertentu Pada Campuran Beton Ringan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol 7 No 2*, 53-58.
- Zabbar, Z. (2019). Kajian Beton Polimer Menggunakan Bahan Campuran Perekat Resin Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Pengujian Kuat Tekan Beton. *Jurnal Techno-Socio Ekonomika Vol 12 No 1*, 1-4.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Laporan Sementara Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS
 (SNI 03-1970-2008)

Uraian		Contoh 1	Contoh 2	Rata- rata
Berat Pasir Kering Mutlak	gr	486	489	487,5
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka (SSD)	gr	500	500	500
Berat Piknometer Berisi Air dan Pasir	gr	1013	1015	1014
Berat Piknometer Berisi Air	gr	699	700	699,5
Berat Jenis Curah		2,613	2,643	2,628
Berat Jenis Jenuh Kering Muka		2,688	2,703	2,695
Berat Jenis Semu		2,826	2,810	2,818
Penyerapan Air	%	2,88	2,25	2,57

Dikerjakan oleh

Mahasiswa

(Naufal Akhdan Bayu Ramadhan)

Lampiran 2. Laporan Sementara Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR
 (SNI 1969:2016)

Uraian		Contoh 1	Contoh 2	Rata- rata
Berat Kerikil Kering Mutlak	gr	4935	4926	4930,5
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka (SSD)	gr	5000	5000	5000
Berat Kerikil di Dalam air	gr	3139	3155	3147
Berat Jenis Curah		2,652	2,670	2,661
Berat Jenis Jenuh Kering Muka		2,687	2,710	2,698
Berat Jenis Semu		2,748	2,781	2,765
Penyerapan Air	%	1,32	1,50	1,41

Dikerjakan oleh

Mahasiswa

(Naufal Akhdan Bayu Ramadhan)

**Lampiran 3. Laporan Sementara Pengujian Modulus Halus Butir Agregat
Halus Sampel 1**



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**PENGUJIAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS
SAMPEL 1
(SNI 03-1968-1990)**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	0	0	0	100
10,00	0	0	0	100
4,80	3	0,15	0,15	99,85
2,40	44	2,2	2,35	97,65
1,20	254	12,7	15,05	84,95
0,60	698	34,9	49,95	50,05
0,30	617	30,85	80,8	19,2
0,15	295	14,75	95,55	4,45
Sisa	89	4,45	100	0
Jumlah	2000	100	343,85	656,15

$$\text{MHB} = \frac{343,85}{100} = \boxed{3,438}$$

Lampiran 4. Laporan Sementara Grafik Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Sampel 1



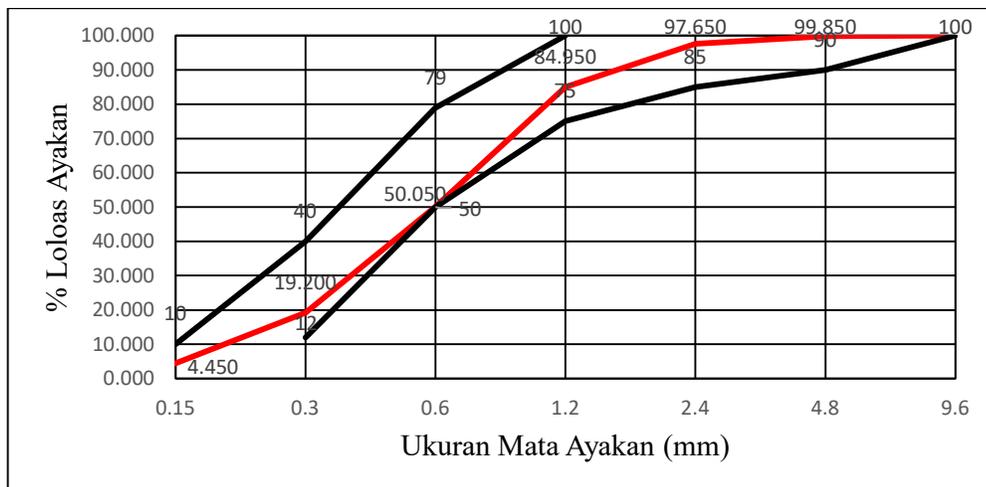
**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta**

**PENGUJIAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS
SAMPEL 1
(SNI 03-1968-1990)**

Hasil Analisa Saringan :

- Daerah Pasir : III
- Jenis Pasir : Agak Halus

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Naufal Akhdan Bayu Ramadhan)

**Lampiran 5. Laporan Sementara Pengujian Modulus Halus Butir Agregat
Halus Sampel 2**



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**PENGUJIAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS
SAMPEL 2
(SNI 03-1968-1990)**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	0	0	0	100
10,00	0	0	0	100
4,80	2	0,1	0,1	99,9
2,40	43	2,15	2,25	97,75
1,20	263	13,15	15,4	84,6
0,60	674	33,7	49,1	50,9
0,30	636	31,8	80,9	19,1
0,15	282	14,1	95	5
Sisa	100	5	100	0
Jumlah	2000	100	342,750	657,25

$$\text{MHB} = \frac{342,75}{100} = \boxed{3,427}$$

Lampiran 6. Laporan Sementara Grafik Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Sampel 2



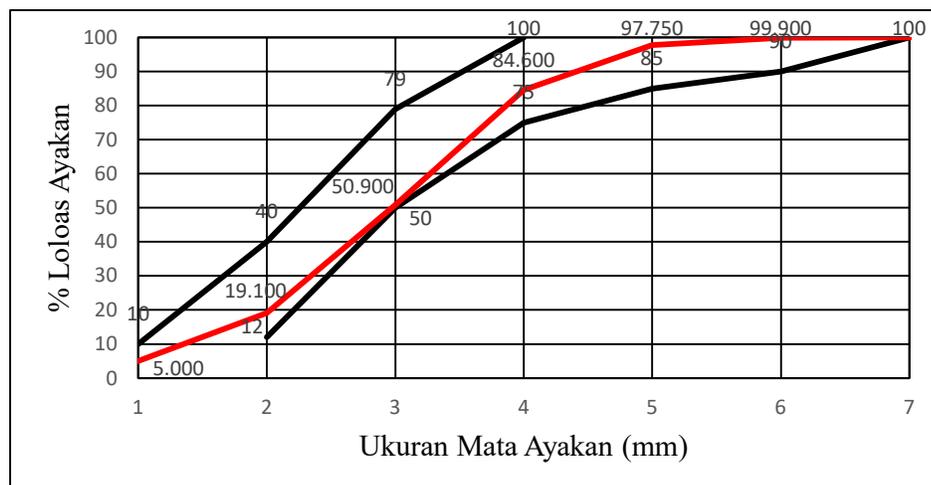
**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta**

**PENGUJIAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS
SAMPEL 2
(SNI 03-1968-1990)**

Hasil Analisa Saringan :

- Daerah Pasir : III
- Jenis Pasir : Agak Halus

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Naufal Akhdan Bayu Ramadhan)

Lampiran 7. Laporan Sementara Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Kasar Sampel 1



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**PENGUJIAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT KASAR
SAMPEL 1
(SNI 03-1968-1990)**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	64	1,28	1,28	98,72
10,00	3249	64,98	66,26	33,74
4,80	1590	31,8	98,06	1,94
2,40	72	1,44	99,5	0,5
1,20	2	0,04	99,54	0,46
0,60	0	0	99,54	0,46
0,30	0	0	99,54	0,46
0,15	0	0	99,54	0,46
Sisa	23	0,46	100	0
Jumlah	5000	100	663,26	336,740

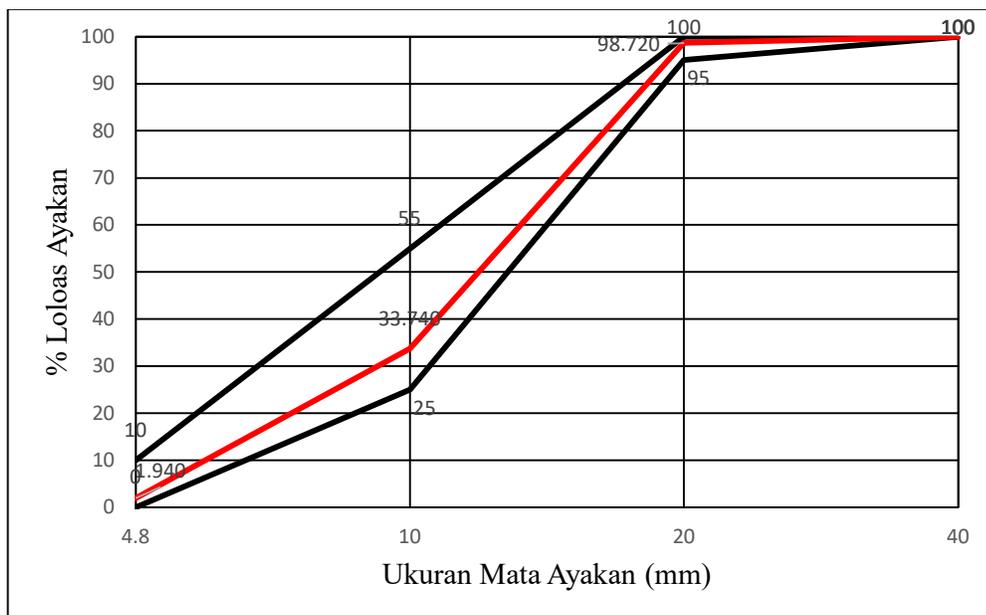
Lampiran 8. Laporan Sementara Grafik Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Kasar Sampel 1



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta**

**PENGUJIAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT KASAR
SAMPEL 1
(SNI 03-1968-1990)**

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR UKURAN 20 MM



Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Naufal Akhdan Bayu Ramadhan)

Lampiran 9. Laporan Sementara Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Kasar Sampel 2



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**PENGUJIAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT KASAR
SAMPEL 2
(SNI 03-1968-1990)**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	159	3,18	3,18	96,82
10,00	3452	69,04	72,22	27,78
4,80	1312	26,24	98,46	1,54
2,40	64	1,28	99,74	0,26
1,20	3	0,06	99,8	0,2
0,60	0	0	99,8	0,2
0,30	0	0	99,8	0,2
0,15	0	0	99,8	0,2
Sisa	10	0,2	100	0
Jumlah	5000	100	672,8	327,2

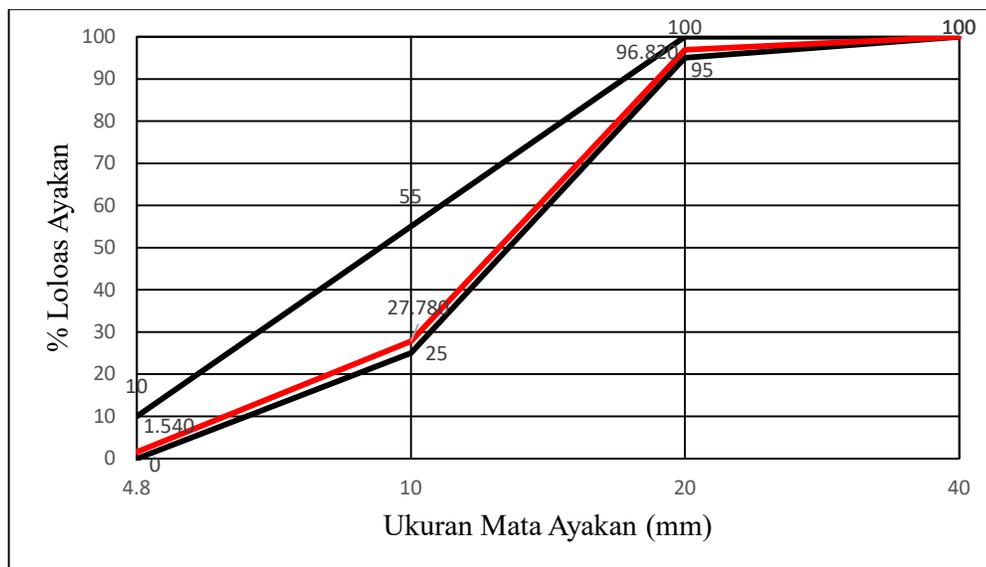
Lampiran 10. Laporan Sementara Grafik Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Kasar Sampel 2



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**PENGUJIAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT KASAR
SAMPEL 2
(SNI 03-1968-1990)**

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR UKURAN 20 MM



Dikerjakan oleh

Mahasiswa

(Naufal Akhdan Bayu Ramadhan)

Lampiran 11. Laporan Sementara Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT ISI GEMBUR AGREGAT HALUS (SNI 03-4804-1998)

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Tabung	10451	10591	10521
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	18070	18566	18318
Berat Agregat	7619	7975	7797
Volum Tabung	5344,541	5423,497	5384,019
Berat Volume Gembur	1,426	1,470	1,448

Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Naufal Akhdan Bayu Ramadhan)

Lampiran 12. Laporan Sementara Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT ISI PADAT AGREGAT HALUS (SNI 03-4804-1998)

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Tabung	10451	10591	10521
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	18723	19131	18927
Berat Agregat	8272	8540	8406
Volum Tabung	5344,541	5423,497	5384,019
Berat Volume Padat	1,548	1,575	1,561

Dikerjakan oleh
 Mahasiswa

(Naufal Akhdan Bayu Ramadhan)

Lampiran 13. Laporan Sementara Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Kasar



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT ISI GEMBUR AGREGAT KASAR
(SNI 03-4804-1998)

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Tabung	10595	10456	10525,5
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	17320	18074	17697
Berat Agregat	6725	7618	7171,5
Volum Tabung	5979,632	5949,450	5964,541
Berat Volume Padat	1,125	1,280	1,203

Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Naufal Akhdan Bayu Ramadhan)

Lampiran 14. Laporan Sementara Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT ISI PADAT AGREGAT KASAR (SNI 03-4804-1998)

Uraian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat Tabung	10595	10456	10525,5
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku	19173	18854	19013,5
Berat Agregat	8578	8398	8488
Volum Tabung	5979,632	5949,450	5964,541
Berat Volume Padat	1,435	1,412	1,423

Dikerjakan oleh
 Mahasiswa

(Naufal Akhdan Bayu Ramadhan)

Lampiran 15. Laporan Sementara Pengujian Kandungan Lumpur dalam Agregat Halus



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM AGREGAT HALUS
(SNI 03-4142-1996)**

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Agregat Kering Oven	500	500	500
Berat Agregat Kering Oven setelah dicuci	493	494	493,5
Berat Lolos Ayakan No. 200	1,40%	1,20%	1,30%

Dikerjakan oleh
Mahasiswa

(Naufal Akhdan Bayu Ramadhan)

Lampiran 16. Laporan Sementara Pengujian Kuat Tekan Beton



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON SILINDER (SNI 03-1974-2011)

Nama : Naufal Akhdan Bayu Ramadhan

NIM : 18511258

Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Tugas Akhir

Kode Benda Uji		Diameter	Luas	Beban	Kuat Tekan	Rerata Kuat Tekan
		cm	mm ²	kN	Mpa	Mpa
BN	1	152,0667	18161,760	535,00	29,457	28,373
	2	150,2333	17726,479	495,70	27,964	
	3	150,8667	17876,252	466,80	26,113	
	4	150,9	17884,152	524,10	29,305	
	5	151,5	18026,655	523,20	29,024	
BRP 33	1	150,6333	17820,999	459,40	25,779	27,752
	2	150,2667	17734,346	480,40	27,089	
	3	150,7667	17852,562	466,20	26,114	
	4	151,3667	17994,939	507,80	28,219	
	5	150,4833	17785,525	561,30	31,559	
BRP 35	1	149	17436,625	453,60	26,014	26,299
	2	151,7	18074,282	474,40	26,247	
	3	152,5667	18281,389	442,20	24,189	
	4	149,8667	17640,057	516,90	29,303	
	5	151,1	17931,590	461,60	25,742	
BRP 37	1	151,4	18002,865	545,50	30,301	30,878
	2	150,4	17765,832	591,90	33,317	
	3	151	17907,864	550,20	30,724	
	4	150,9333	17892,054	535,50	29,929	
	5	150,0667	17687,170	532,70	30,118	

Lanjutan Tabel Laporan Sementara Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder

BRP 53	1	149	17436,625	404,80	23,216	25,511
	2	150,8333	17868,354	491,50	27,507	
	3	150,2167	17722,546	394,10	22,237	
	4	151,8333	18106,067	443,20	24,478	
	5	151,4	18002,865	542,20	30,117	
BRP 55	1	152,3	18217,538	537,90	29,526	25,915
	2	150,7	17836,777	438,90	24,606	
	3	152,3333	18225,513	500,00	27,434	
	4	150,2333	17726,479	372,50	21,014	
	5	150,9667	17899,958	483,20	26,994	
BRP 57	1	151,1333	17939,503	535,30	29,839	27,435
	2	149,9	17647,905	491,90	27,873	
	3	151,1	17931,590	446,30	24,889	
	4	151,5333	18034,588	473,60	26,261	
	5	150,0667	17687,170	500,80	28,314	

Yogyakarta, 3 Agustus 2023

Diperiksa oleh

Kepala Laboratorium BKT.

Daru salam, And

Daru salam, And



M. S. T., M. Eng.)

Lampiran 17. Laporan Sementara Pengujian Kuat Tarik Belah Beton



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGUJIAN KUAT TARIK BETON SILINDER (SNI 03-2491-2011)

Nama : Naufal Akhdan Bayu Ramadhan

NIM : 18511258

Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Tugas Akhir

Kode Benda Uji		Diameter	Luas	Beban	Kuat Tarik	Rerata Kuat Tarik
		cm	mm ²	kN	Mpa	Mpa
BN	6	151,2	17955,33	244,4	3,414	3,094346
	7	150,4	17765,83	153,4	2,150	
	8	151,4	18002,87	256,2	3,555	
	9	150,2	17718,61	245,2	3,470	
	10	150,5333	17797,35	207,1	2,882	
BRP 33	6	150,1667	17710,75	212,7	2,987	2,753257
	7	151,4333	18010,79	207	2,874	
	8	150,5133	17792,62	182,8	2,574	
	9	149,5333	17561,67	167,4	2,379	
	10	151,1	17931,59	213,4	2,951	
BRP 35	6	150,4333	17773,71	186,7	2,617	2,955385
	7	150,0333	17679,31	177	2,484	
	8	149,5333	17561,67	179,9	2,533	
	9	150,8667	17876,25	177,4	4,962	
	10	151,1	17931,59	157,7	2,181	
BRP 37	6	149,9	17647,90	221,2	3,083	2,874392
	7	151,5333	18034,59	233,6	3,224	
	8	151,6	18050,46	184,7	2,547	
	9	150,2667	17734,35	187,3	2,621	
	10	152,5	18265,42	211,5	2,897	
BRP 53	6	149,5333	17561,67	140,6	1,960	2,604151
	7	150	17671,46	199,3	2,778	
	8	151,9667	18137,88	175,4	2,413	
	9	149,6667	17593,01	197,7	2,774	
	10	148,8	17389,85	220,2	3,097	

Lanjutan Tabel Laporan Sementara Pengujian Kuat Tarik Beton Silinder

BRP 55	6	151,0333	17915,77	204,7	2,858	2,762708
	7	150,7	17836,78	198,1	2,755	
	8	151,5667	18042,52	180,4	2,482	
	9	150,7667	17852,56	238	3,300	
	10	150,2667	17734,35	174,5	2,420	
BRP 57	6	149,2333	17491,28	144,7	2,007	1,995302
	7	150,8	17860,46	194,8	2,700	
	8	150,2667	17734,35	160,6	2,238	
	9	150,6667	17828,89	56,4	0,783	
	10	151,9	18121,97	162,4	2,248	

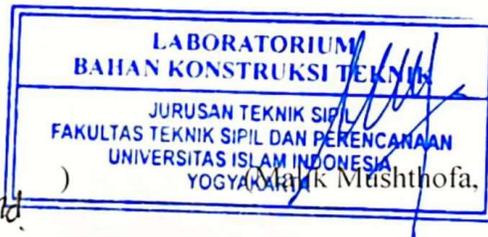
Yogyakarta, 3 Agustus 2023

Diperiksa oleh

Kepala Laboratorium BKT.



Daru salam, A.Md.



) (M. Mushtofa, S.T., M.Eng.)

Lampiran 18. Laporan Sementara Proses Pembuatan Benda Uji**Gambar L-18.1 Proses *Mixing* Benda Uji****Gambar L-18.2 Proses *Capping* Benda Uji****Gambar L-18.3 Pengujian *Slump* Benda Uji**



Gambar L-18.4 Perendaman Benda Uji



Gambar L-18.5 Pengujian Kuat Tekan



Gambar L-18.6 Pengujian Kuat Tarik

Lampiran 19. Dokumentasi Pengujian Kuat Tekan



Gambar L-19.1 Pengujian Kuat Tekan Beton BN



Gambar L-19.2 Pengujian Kuat Tekan Beton BRP33



Gambar L-19.3 Pengujian Kuat Tekan Beton BRP35



Gambar L-19.4 Pengujian Kuat Tekan Beton BRP37



Gambar L-19.5 Pengujian Kuat Tekan Beton BRP53



Gambar L-19.6 Pengujian Kuat Tekan Beton BRP55



Gambar L-19.7 Pengujian Kuat Tekan Beton BRP57

Lampiran 20. Dokumentasi Pengujian Kuat Tarik



Gambar L-20.1 Pengujian Kuat Tarik Beton BN



Gambar L-20.2 Pengujian Kuat Tarik Beton BRP33



Gambar L-20.3 Pengujian Kuat Tarik Beton BRP35



Gambar L-20.4 Pengujian Kuat Tarik Beton BRP37



Gambar L-20.5 Pengujian Kuat Tarik Beton BRP53



Gambar L-20.6 Pengujian Kuat Tarik Beton BRP55



Gambar L-20.7 Pengujian Kuat Tarik Beton BRP57