

## **TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH BAN BEKAS SEBAGAI  
PENGANTI AGREGAT KASAR DENGAN  
PENAMBAHAN *ADMIXTURE* DAMDEX TERHADAP  
KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON  
(*ANALYSIS OF USED TIRES AS PARTIAL  
SUBSTITUTION OF COARSE AGGREGATE WITH  
ADDITION OF DAMDEX ON THE CONCRETE  
COMPRESSION STRENGTH AND TENSILE  
STRENGTH*)**

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



**Adlu Rizal Senanta**

**18511016**

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

**2022**

## TUGAS AKHIR

# ANALISIS PENGARUH BAN BEKAS SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR DENGAN PENAMBAHAN *ADMIXTURE* DAMDEX TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON (*ANALYSIS OF USED TIRES AS PARTIAL SUBSTITUTION OF COARSE AGGREGATE WITH ADDITION OF DAMDEX ON THE CONCRETE COMPRESSION STRENGTH AND TENSILE STRENGTH*)

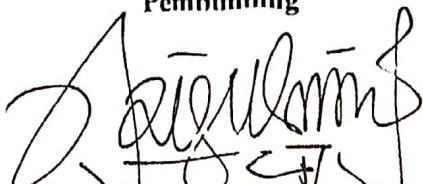


Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 31 Agustus 2022

Oleh Dewan Penguji

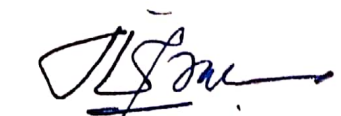
Pembimbing



Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.

NIK: 185111304

Penguji I



Ir. Helmy Akbar Bale, M.T.

NIK: 885110105

Penguji II




Malik Mushthofa, S.T., M.Eng

NIK: 18511302

Mengesahkan,



Ketua Program Studi Teknik Sipil



Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. Eng

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 ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan dari hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan undang-undang yang berlaku.

Yogyakarta, 27 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Adlu Rizal Senanta

(18511016)

## DEDIKASI

Pertama-tama saya panjatkan rasa syukur kehadirat Allah SWT serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW atas rahmat dan karunia yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Penulis mengucapkan terimakasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Dede Ruhayat dan Ibu Ichlas Widiati sebagai orang tua yang senantiasa selalu mendoakan dan memberikan dukungan kepada saya, serta segala pengorbanan baik dalam bentuk materil maupun non materil selama saya menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Adlula Rachel Senanta sebagai adik perempuan yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan kepada saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir
3. Pak Darusallam dan pak Suwarno sebagai laboran yang senantiasa membimbing dan memberikan pemahaman kepada saya selama menjalankan penelitian di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Larasati Maharani yang senantiasa menemani, memberikan dukungan, motivasi dan bantuan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Fakhri, Irfan, Hendrix, Firzaki, Kisna yang senantiasa membantu saya selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman yang selalu membantu selama proses penelitian di Lab BKT dari awal hingga selesainya pengujian.  
Semua teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu, penulis mengucapkan banyak terima kasih atas segala kontribusi dan dukungan yang telah diberikan untuk membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya. Tidak lupa kami panjatkan shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita semua Nabi Muhammad SAW., keluarga, para sahabat dan para pengikutnya, berkat rahmat dan keridhaan-Nya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Ban Bekas Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dengan Penambahan Admixture Damdex Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, terdapat banyak hambatan dan rintangan yang dihadapi penulis. Tetapi berkat dorongan semangat dan saran dari berbagai pihak, *alhamdulillah* Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan hal tersebut penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan, nasihat, kritik, saran, serta dukungan kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Darussalam dan Bapak Suwarno selaku Laboran Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik yang telah banyak sekali membantu penulis selama melaksanakan penelitian di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik.
4. Seluruh dosen, pengajar, laboran, asisten, serta staff dan karyawan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan banyak ilmu serta memfasilitasi penulis selama masa kuliah.
5. Bapak dan Ibu penulis, Bapak Dede Ruhiyat dan Ibu Ichlas Widiati yang selalu memberikan doa, nasihat, serta dukungan semangat tiada henti hingga

selesainya Tugas Akhir ini. Terima kasih atas semua kasih sayang, doa, dan kesabaran dalam mendidik dan membesarkan penulis hingga sekarang.

6. Adik penulis, Adlula Rachel Senanta yang selalu memberikan dukungan selama ini.
7. Keluarga, sahabat, teman-teman, dan semua pihak yang berkontribusi memberikan motivasi dan nasihat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang diberikan agar Tugas Akhir ini lebih baik. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

*Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, 27 Agustus 2022  
Penulis,



Adlu Rizal Senanta

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	I
HALAMAN PENGESAHAN .....	II
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	III
KATA PENGANTAR .....	V
DAFTAR ISI .....	VII
DAFTAR TABEL .....	XI
DAFTAR GAMBAR .....	XIII
ABSTRAK .....	xv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Beton .....	6
2.2 Penelitian Terdahulu .....	7
BAB III LANDASAN TEORI .....	14
3.1 Material Beton .....	14
3.2 Bahan Penyusun .....	14

3.2.1 Agregat.....	14
3.2.2 Semen Portland.....	16
3.2.3 Air.....	17
3.2.4 Bahan Tambah ( <i>Admixture</i> ).....	18
3.3 Ban Bekas .....	20
3.3.1 Jenis Ban Karet.....	20
3.3.2 Karakteristik Ban Karet .....	21
3.3.3 Korelasi Karakteristik Ban Bekas dan Agregat Kasar.....	22
3.3 <i>Waterproofing</i> Damdex .....	23
3.4 Perencanaan Campuran Beton (SNI 2834-2000).....	24
3.5 Kuat Tekan Beton .....	33
3.6 Kuat Tarik Belah Beton.....	34
3.7 Perhitungan Biaya Produksi Beton Per 1m <sup>3</sup> .....	34
BAB IV METODE PENELITIAN.....	37
4.1 Tinjauan Umum .....	37
4.2 Lokasi .....	37
4.3 Bahan dan Peralatan Penelitian.....	37
4.3.1 Bahan yang Digunakan .....	37
4.3.2 Peralatan yang Digunakan .....	38
4.4 Tahap Penelitian.....	40
4.4.1 Persiapan Bahan.....	40
4.4.2 Pembuatan Benda Uji.....	45



4.4.3 Perawatan Benda Uji.....	48
4.4.4 Pengujian Benda Uji .....	48
4.5 Prosedur Pengujian.....	48
4.5.1 Slump Test .....	48
4.5.2 Kuat Tekan Beton.....	49
4.5.3 Kuat Tarik Belah Beton .....	49
4.6 Bagan Alir Penelitian .....	51
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
5.1 Umum.....	53
5.2 Pengujian Agregat Halus .....	53
5.2.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air.....	53
5.2.2 Pemeriksaan Berat Isi .....	54
5.2.3 Pengujian Kandungan Lumpur.....	55
5.2.4 Analisa Saringan.....	55
5.3 Pengujian Agregat Kasar .....	57
5.3.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air.....	57
5.3.2 Pemeriksaan Berat Isi .....	58
5.3.3 Analisa Saringan.....	59
5.4 Perencanaan Campuran Beton .....	60
5.5.2 Analisa Kuat Tekan Beton .....	71
5.5.2 Analisa Kuat Tarik Belah Beton .....	80
5.5.3 Perhitungan Biaya Produksi Beton Per 1m <sup>3</sup> .....	88

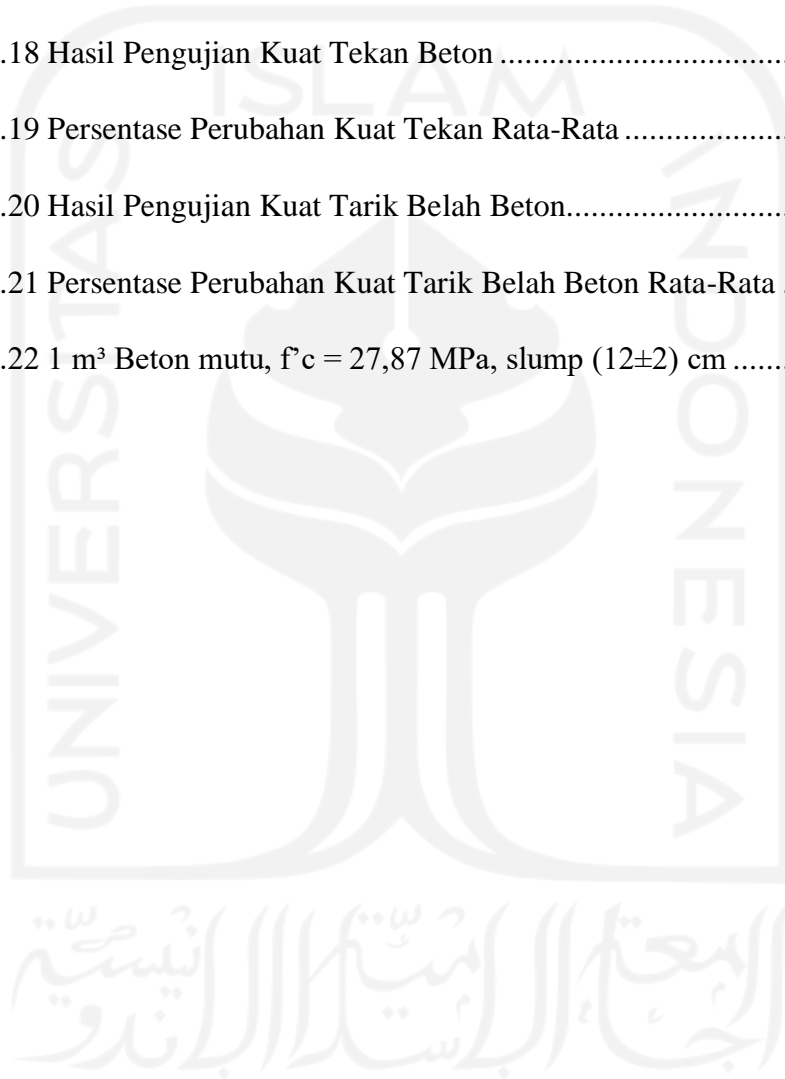
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	92
6.1 Kesimpulan .....	92
6.2 Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA.....	94
LAMPIRAN .....	96



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitain Terdahulu dan Penelitian yang Dilakukan ....	10
Tabel 3.1 Faktor Pengali Deviasi Standar.....	25
Tabel 3.2 Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) .....	26
Tabel 3.3 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum .....	28
Tabel 3.4 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m <sup>3</sup> ) .....	29
Tabel 3.5 1 m <sup>3</sup> Beton mutu, f <sup>'</sup> c = 26,4 MPa (K300) kedap air, slump (12±2) cm	36
Tabel 4.1 Rincian Sampel Pengujian Beton.....	46
Tabel 5.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	54
Tabel 5.2 Berat Isi Gembur Agregat Halus.....	54
Tabel 5.3 Berat Isi Padat Agregat Halus.....	55
Tabel 5.4 Kandungan Lumpur Agregat Halus .....	55
Tabel 5.5 Analisis Saringan Agregat Halus .....	56
Tabel 5.6 Spesifikasi Gradasi Agregat Halus Daerah II.....	56
Tabel 5.7 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar .....	57
Tabel 5.8 Berat Isi Gembur Agregat Kasar.....	58
Tabel 5.9 Berat Isi Padat Agregat Kasar.....	58
Tabel 5.10 Analisa Saringan Agregat Kasar .....	59
Tabel 5.11 Spesifikasi Gradasi Agregat Kasar dengan Besar Butir Maksimum 20mm .....	60
Tabel 5.12 Rekapitulasi Mix Design Menggunakan Metode SNI 03-2843-2000.	66
Tabel 5.13 Rekapitulasi Kebutuhan Ban Bekas .....	67

Tabel 5.14 Rekapitulasi Kebutuhan Damdex.....	68
Tabel 5.15 Rekapitulasi Kebutuhan Material.....	68
Tabel 5.16 Nilai Slump Pada Penelitian .....	69
Tabel 5.17 Persentase Perubahan Nilai Slump Pada Penelitian.....	70
Tabel 5.18 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	73
Tabel 5.19 Persentase Perubahan Kuat Tekan Rata-Rata .....	73
Tabel 5.20 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	81
Tabel 5.21 Persentase Perubahan Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata .....	82
Tabel 5.22 1 m <sup>3</sup> Beton mutu, f <sub>c</sub> = 27,87 MPa, slump (12±2) cm .....	89



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Konstruksi Ban Bias .....	20
Gambar 3.2 Konstruksi Ban Radial .....	21
Gambar 3.3 Potongan Ban Bekas .....	23
Gambar 3.4 Damdex .....	24
Gambar 3.5 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen.....	27
Gambar 3.6 Grafik Persentase Pasir Terhadap Kadar Total Agregat (Ukuran Butir Maksimum 10mm).....	30
Gambar 3.7 Grafik Persentase Pasir Terhadap Kadar Total Agregat (Ukuran Butir Maksimum 20mm).....	30
Gambar 3.8 Grafik Persentase Pasir Terhadap Kadar Total Agregat (Ukuran Butir Maksimum 40mm).....	31
Gambar 3.9 Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah.....	32
Gambar 4.1 Flowchart Bagan Alur Penelitian .....	52
Gambar 5.1 Grafik Gradasi Agregat Halus.....	57
Gambar 5.2 Grafik Gradasi Agregat Kasar.....	60
Gambar 5.3 Mencari Nilai Faktor Air Semen Pada Beton Normal .....	62
Gambar 5.4 Penentuan Persentase Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Digunakan Dalam Penelitian.....	64
Gambar 5.5 Penentuan Berat Isi Beton Basah Yang Digunakan Pada Penelitian.....	65
Gambar 5.6 Perubahan Nilai Slump Pada Tiap Variasi.....	71
Gambar 5.7 Pengujian Kuat Tekan Beton CT1.....	72
Gambar 5.8 Beton CT1 Setelah Uji Kuat Tekan Beton.....	72

Gambar 5.9 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Ban Bekas 0% .....	74
Gambar 5.10 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Ban Bekas 5% .....	75
Gambar 5.11 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Ban Bekas 10% .....	75
Gambar 5.12 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Ban Bekas 15% .....	76
Gambar 5.13 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Damdex 0% .....	76
Gambar 5.14 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Damdex 5% .....	77
Gambar 5.15 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Damdex 10% .....	77
Gambar 5.16 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Damdex 15% .....	78
Gambar 5.17 Perubahan Nilai Kuat Tekan Pada Setiap Variasi .....	78
Gambar 5.18 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton CT 1 .....	80
Gambar 5.19 Beton Uji CT 1 Setelah Pengujian Kuat Tarik Belah .....	81
Gambar 5.20 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Ban Bekas 0% .....	83
Gambar 5.21 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Ban Bekas 5% .....	83
Gambar 5.22 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Ban Bekas 10% .....	84
Gambar 5.23 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Ban Bekas 15% .....	84
Gambar 5.24 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Damdex 0% .....	85
Gambar 5.25 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Damdex 2,5% .....	85
Gambar 5.26 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Damdex 5% .....	86
Gambar 5.27 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Damdex 7,5% .....	86
Gambar 5.28 Perubahan Nilai Kuat Tarik Belah Pada Tiap Variasi .....	87

## ABSTRAK

Beton pada umumnya terdiri dari tiga penyusun utama diantaranya adalah air, semen dan agregat baik agregat halus maupun agregat kasar. Pada penelitian ini penulis menambahkan limbah ban bekas sebagai pengganti sebagian dari agregat kasar yang digunakan dalam pembuatan beton, mengacu pada penelitian yang telah dilakukan menyimpulkan bahwa penambahan ban bekas akan mengurangi kuat tekan dan kuat tarik belah beton hingga 59,83% , oleh karena itu penulis menambahkan bahan tambah pengeras beton yaitu Damdex. Persentase ban bekas yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar yaitu sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat agregat kasar yang digunakan, sedangkan persentase bahan tambah Damdex yang digunakan adalah sebesar 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5% dari berat semen yang digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan ban bekas sebagai pengganti agregat kasar dengan menggunakan bahan tambah Damdex terhadap kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton serta mengetahui kadar optimal ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan mengetahui kadar optimal Damdex yang digunakan. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran  $\varnothing$  15cm dan tinggi 30 cm sebanyak 80 sampel dengan 16 variasi. Setelah dilakukan curing selama 28 hari, 16 varian yang terdiri dari 5 benda uji setiap variasinya, 3 sampel diuji kuat tekan beton dan 2 sampel diuji kuat tarik belah beton. Perencanaan campuran beton mengacu pada SNI 03- 2834-2000

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan optimum terdapat pada campuran beton dengan penambahan ban bekas sebanyak 5% dan Damdex sebanyak 7,5% yaitu sebesar 27,87 MPa, kuat tarik belah optimum terdapat pada campuran beton dengan penambahan 15% ban bekas dan 7,5% Damdex yaitu sebesar 2,157 MPa. Pengaruh penambahan ban bekas pada campuran beton dapat menurunkan kuat tekan beton hingga 30,01% pada kadar 5% dari berat agregat kasar, sedangkan Damdex mampu meningkatkan kuat tekan beton.

**Kata Kunci:** Ban bekas, Damdex, beton, kuat tekan beton, kuat tarik belah beton.

## **ABSTRACT**

*In general, concrete contain of three main components, which is water, cement, and aggregate both fine aggregate and coarse aggregate. In this research writer add tires waste as partial substitution of coarse aggregate that used for making concrete, according to the research that has been done concluded that adding tire waste will reduce concrete compression strength and concrete tensile strength up to 59,83%, therefore writer adding concrete hardener admixture which is Damdex. Tires waste percentage that used as partial substitution of coarse aggregate is 0%, 5%, 10%, and 15% of coarse aggregate weight that used. The purpose of this research is to find out the effect of adding tires waste as partial substitution of coarse aggregate with Damdex addition on the concrete compression strength and concrete tensile strength and to find out the optimal rate of tires waste as partial substitution of coarse aggregate and to find out the optimal rate of Damdex that used in this research. The test object that used are cylindrical with 15cm diameter and 30cm height as many as 80 samples and 16 variation. After 28 days of curing, 16 variant that contains 5 test specimen every variation, 3 samples were tested on the concrete compression strength and 2 samples were tested on concrete tensile strength. Mix design on this concrete making according to SNI 03-2834-2000.*

*The result of this research showed that the optimum concrete compression strength was found on concrete mix with 5% tires waste and 7,5% Damdex with 27,87 MPa, the optimum concrete tensile strength was found on concrete mix with 15% tires waste and 7,5% Damdex with 2,157 MPa. The effect of used tires addition on concrete making can reduce concrete compression strength up to 30,01% at 5% rate of used tires, but the Damdex admixture can increase the concrete compression strength.*

**Keyword:** *Tire waste, Damdex, Concrete Compression Strength, Concrete Tensile Strength.*



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam bidang konstruksi, beton digunakan sebagai salah satu bahan pembentuk konstruksi dengan karakteristiknya yang mudah diproduksi, mudah dibentuk, bersifat ekonomis dan memiliki kuat tekan yang memadai. Bahan penyusun beton diantaranya adalah air, semen portland, agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan proporsi tertentu dengan ataupun tanpa bahan tambah (SK-SNI T-15-03, 1991).

Ban karet merupakan bagian kendaraan bermotor yang tersusun dari bahan karet yang kuat, ban karet kendaraan juga diperkuat dengan serat sintetik dan baja. Namun, ban karet yang telah digunakan atau biasa disebut ban bekas sangat sulit terdegradasi oleh alam sehingga diperlukan solusi untuk mengatasi permasalahan ini, tercatat pada Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2018 adalah sebanyak 126.702.280 Unit dan meningkat sebanyak 5,312% atau sebesar 7.109.182 Unit dengan jumlah kendaraan pada tahun 2019 sebanyak 133.811.462 Unit. Dapat disimpulkan bahwa tingginya peningkatan jumlah kendaraan bermotor dapat menghasilkan limbah ban bekas dengan jumlah yang besar.

Salah satu solusi untuk permasalahan limbah ban bekas tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkannya menjadi pengganti sebagian agregat kasar dalam pembuatan beton. Selain dapat mengurangi biaya dalam pembuatan beton, pemanfaatan ban bekas juga bermanfaat sebagai sarana mengurangi limbah.

Dalam penelitian ini, penulis akan menambahkan ban bekas bagian ban luar pada ban bekas mobil penumpang untuk mengganti agregat kasar yang digunakan dalam pembuatan beton. Selain mengurangi limbah karet dari ban bekas yang sudah

tidak terpakai, penggunaan ban bekas juga diharapkan akan mengurangi biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan beton.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Winansa & Setiawan (2019) Penambahan potongan ban bekas pada adukan beton dengan kadar 15% dari berat agregat kasar akan menurunkan kuat tekan beton hingga 59,83%. Untuk mengatasi hal tersebut penulis akan menambahkan bahan tambah yaitu *waterproofing* Damdex yang berguna untuk meningkatkan kuat tekan dalam campuran beton sehingga menghasilkan mutu beton tinggi. Berdasarkan penelitian Nurmaidah (2016), penambahan Damdex sebesar 2,5% dari berat semen yang digunakan dapat meningkatkan kuat tekan pada campuran beton sebesar 8,71%.

Untuk mengetahui kekuatan tekan dan kuat tarik belah beton dengan campuran ban bekas dan penambahan pengeras beton akan dilakukan pengujian kuat desak dan kuat tarik belah beton dengan sampel uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan menggunakan metode *mix design* yang mengacu kepada SNI 03-2834-2000.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh penambahan ban bekas sebagai pengganti agregat kasar dan penambahan *admixture* Damdex terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton?
2. Berapa kadar optimum ban bekas sebagai pengganti agregat kasar agar tercapai kuat tekan dan kuat tarik maksimum?
3. Seberapa besar penambahan kadar *admixture* Damdex untuk menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik paling tinggi?
4. Bagaimana pengaruh penambahan ban bekas sebagai pengganti agregat kasar dan Damdex terhadap biaya pembuatan beton per  $1\text{m}^3$ ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan diatas, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui bagaimana pengaruh ban bekas sebagai pengganti agregat kasar dan penambahan *admixture* Damdex terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton.
2. Mendapatkan informasi tentang kuat tekan dan kuat tarik beton dengan penambahan ban bekas sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dengan penambahan *admixture* Damdex.
3. Mengetahui berapa kadar optimum *admixture* Damdex yang harus ditambahkan untuk mencapai kuat tekan dan kuat tarik maksimum.
4. Mengetahui biaya produksi beton per  $1\text{m}^3$  dengan menggunakan ban bekas dengan tambahan Damdex.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan alternatif campuran beton dengan kuat tekan dan kuat tarik yang lebih tinggi apabila tujuan penelitian tercapai.
2. Mengurangi limbah ban bekas.
3. Harapanya penelitian ini dapat bermanfaat dan dikembangkan lebih lanjut untuk mengembangkan ilmu teknologi konstruksi.
4. Menambah referensi biaya produksi beton per  $1\text{m}^3$  menggunakan campuran ban bekas dan damdex.

## 1.5 Batasan Penelitian

Tujuan dari adanya batasan penelitian ini yaitu agar masalah yang hendak di teliti lebih terarah dan bisa mencapai tujuan penelitian. Berikut ini merupakan batasan masalah penelitian.

1. Kuat tekan beton rencana ( $f'c$ ) sebesar 25 MPa
2. Metode *mix design* menggunakan SNI 2834-2000
3. Variasi ban bekas yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 5%, 10%, 15% terhadap berat agregat kasar.
4. Ban bekas yang digunakan merupakan ban luar dari ban bekas mobil penumpang.
5. Ban bekas yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari pengepul limbah ban di Kota Semarang.
6. Tidak dilakukan pengujian properti terhadap ban bekas yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam penelitian ini.
7. Penambahan kadar Damdex sebanyak 0%, 2,5%, 5%, 7,5% terhadap berat semen.
8. Nilai *slump*  $10 \pm 2$  cm.
9. Semen yang digunakan adalah semen tipe 1 dengan merk Semen Gresik.
10. Agregat kasar yang digunakan memiliki ukuran maksimum 20mm.
11. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Clereng.
12. Agregat halus yang digunakan berasal dari Sungai Progo.
13. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

14. Bahan tambah yang digunakan adalah *waterproofing* dengan merk Damdex.
15. Potongan ban bekas yang digunakan merupakan ban luar dan memiliki ketebalan 2 cm, panjang 3cm dan lebar 3cm.
16. Penelitian ini tidak meneliti mengenai kandungan kimia yang terdapat pada bahan tambah *waterproofing* Damdex.
17. Benda uji yang digunakan terdiri dari benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat tarik belah beton.
18. Pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton dilakukan pada umur beton 28 hari.
19. Macam-macam pengujian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.
  - a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus menggunakan SNI 1970-1990.
  - b. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat kasar menggunakan SNI 1969-1990.
  - c. Pengujian analisa saringan agregat halus menggunakan SNI 1968-1990.
  - d. Pengujian analisa saringan agregat kasar menggunakan SNI 1968-1990.
  - e. Pengujian berat volume gembur dan berat volume padat pada agregat halus menggunakan SNI 4804-1998.
  - f. Pengujian berat volume gembur dan berat volume padat pada agregat kasar menggunakan SNI 4804-1998.
  - g. Pengujian butiran lolos ayakan no. 200 (Uji kandungan lumpur dalam pasir) menggunakan SNI 4142-1996.
  - h. Pengujian nilai *slump* beton menggunakan SNI 1972-2008.
  - i. Pengujian kuat tekan beton menggunakan SNI 1974-2011.
  - j. Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan SNI-2491-2014.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

SNI-2847-2013 Menjelaskan bahwa beton merupakan suatu campuran semen portlan ataupun semen lainnya, agregat kasar, agregat halus dan air, campuran beton juga dapat ditambahkan oleh bahan tambah (*admixture*). Beton akan mengeras dan membeku setelah mengalami pencampuran dengan air, beton akan semakin mengeras seiring dengan pertambahan umur beton. Beton akan mencapai kekuatan rencana pada umur 28 hari.

Beton memiliki beberapa keunggulan, menurut (Tjokrodimulyo, 2007) berikut adalah beberapa keunggulan yang dimiliki beton:

1. Beton memiliki kuat tekan yang sangat besar dan tahan korosi serta tidak mengalami pembusukan.
2. Beton segar dapat dicetak dengan mudah sesuai dengan yang direncanakan.
3. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk menuangkan beton segar pada tempat dengan posisi yang sulit.
4. Beton tahan terhadap aus dan bakar, serta perawatannya mudah dan murah.

Tetapi, beton juga memiliki beberapa kekurangan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Beton memiliki kuat tarik yang rendah.
2. Beton bersifat getas.
3. Beton keras dapat menyusut dan mengembang apabila terjadi perubahan suhu.

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Dalam proses pengerjaan Tugas Akhir, terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang dapat dipahami dan bermanfaat sebagai bahan informasi ataupun bahan acuan untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Penelitian mengenai ban bekas sebagai pengganti agregat dalam pembuatan beton telah dilakukan oleh beberapa orang sebelumnya, diantaranya sebagaimana yang diuraikan berikut ini.

Nurmaidah (2016), melakukan sebuah penelitian yang berjudul “Penggunaan Bahan Tambah Damdex (*Waterproofing*) Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton.”. Penelitian ini berupa penelitian terhadap pembuatan beton dengan menggunakan Damdex. Penambahan Damdex yang digunakan sebesar 2,5% dan 5% dari berat semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan Damdex terhadap kuat tekan beton.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa penambahan Damdex meningkatkan kuat tekan pada variasi Damdex 2,5% sebesar 8,71% dan pada variasi Damdex 5% sebesar 17,529%. Nilai kuat tekan beton yang didapat pada campuran beton dengan penambahan Damdex 2,5% dan 5% berturut-turut adalah sebesar 257,19kg/cm<sup>2</sup> dan 278,04 kg/cm<sup>2</sup>. Dapat disimpulkan bahwa penambahan Damdex 2,5% dan 5% dapat menaikkan kuat tekan beton. Kenaikan kuat tekan ini terjadi karena berkurangnya pori-pori dalam beton sehingga beton menjadi lebih kuat.

(Winansa & Setiawan, 2019) menuliskan sebuah jurnal yang berjudul “Kajian Penggunaan Potongan Ban Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton”. Dalam jurnal ini mereka melakukan penelitian pada pembuatan beton yang dibuat dengan mencampurkan ban bekas dengan harapan dapat mengurangi berat jenis dan menambah kuat tekan dan tarik belah beton. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mencari nilai kuat tekan beton dengan menggunakan potongan ban bekas sebagai pengganti sebagian dari agregat kasar pada beton. Variasi penambahan ban bekas yang digunakan sebesar 5%, 10%, dan 15% dari volume agregat kasar dengan ukuran ban bekas yang digunakan sebesar (1x1x2cm).

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa tidak terjadi peningkatan kuat tekan pada beton bahkan hasil yang didapat menunjukkan penurunan pada kuat tekan beton. Kuat tekan yang didapat pada variasi 0% adalah sebesar 210,06 kgf/cm<sup>2</sup>, pada variasi 5% didapat kuat tekan sebesar 138,71 kgf/cm<sup>2</sup>, pada variasi 10% didapat kuat tekan sebesar 108,25 kgf/cm<sup>2</sup>, pada variasi 15% didapat kuat tekan sebesar 84,37 kgf/cm<sup>2</sup>. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah beton yang dibuat dengan campuran potongan ban bekas sebagai pengganti agregat kasarnya tidak layak digunakan sebagai beton untuk pekerjaan struktur dikarenakan kuat tekan yang dihasilkan terlalu rendah.

(Harianja dan Barus, 2008) melakukan penelitian mengenai "Penggunaan Damdex Sebagai Bahan Tambah pada Campuran Beton". Pada penelitian ini digunakan bahan tambah yaitu Damdex dengan kadar sebesar 0,5%, 1,0%, 2,0% dan 2,5% terhadap berat semen. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berupa kubus dengan dimensi 15 cm x 15 cm x 15 cm sebanyak 5 buah sampel untuk setiap kadar Damdex yang digunakan. *Mix design* yang digunakan mengacu pada SK SNI T-15-1990-03. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *waterproofing* Damdex pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton optimum didapat pada campuran beton dengan penambahan Damdex sebesar 2% dengan peningkatan kuat tekan yang didapat terhadap beton normal adalah sebesar 19,2%.

(Rajan et al., 2020) telah melakukan penelitian mengenai "*Experimental investigation of sustainable concrete by partial replacement of fine aggregate with treated waste tyre rubber by acidic nature*". Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui penggunaan limbah ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat halus dalam pembuatan beton. Sampel yang digunakan terdiri dari limbah ban bekas yang diberikan *Pre-Treatment* dengan direndam menggunakan sodium hidroksida dan limbah ban bekas yang tidak diberikan *Pre-Treatment*.



Pada penelitian ini digunakan 5 sampel dengan perbedaan persentase penggantian agregat yang digunakan, sampel 1 merupakan sampel uji kontrol dengan 0% penggantian agregat, sampel 2 sebesar 2,5% penggantian agregat, sampel 3 sebesar 5% penggantian agregat, sampel 4 sebesar 7,5% penggantian agregat, dan sampel 5 sebesar 10% penggantian agregat. Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa hasil kuat tekan yang lebih tinggi diperoleh pada beton dengan menggunakan limbah ban bekas yang diberi *Pre-Treatment* sebelumnya. Pada beton dengan penggantian agregat, kuat tarik yang didapat lebih rendah dibanding beton biasa. Secara keseluruhan, penggantian agregat dengan persentase sebesar 2,5% dan 5% merupakan jumlah paling efektif.



**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Dilakukan**

Variabel Tinjau	Penelitian Terdahulu				Penelitian Yang Dilakukan
Peneliti	Nurmaidah (2016)	(Winansa & Setiawan, 2019)	Harianja dan Barus (2008)	Rajan, et al (2020)	Penulis
Judul	Penggunaan Bahan Tambah Damdex ( <i>Waterproofing</i> ) Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton.	Kajian Penggunaan Potongan Ban Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton	Penggunaan Damdex sebagai Bahan Tambah pada Campuran Beton.	<i>Experimental investigation of sustainable concrete by partial replacement of fine aggregate with treated waste tyre rubber by acidic nature</i>	Analisis Pengaruh Ban Bekas Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dengan Penambahan <i>Admixture</i> Damdex Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton.
Tujuan	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton yang menggunakan bahan tambah Damdex dengan	Tujuan dari penelitian ini adalah mencari besarnya kuat tekan beton dengan penambahan potongan ban bekas sebagai pengganti sebagian dari	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Damdex sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan beton, dan persentase penambahan Damdex yang	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan lentur, daya serap air, kuat tekan dan Tarik beton dengan ban bekas sebagai pengganti sebagian	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek penambahan ban bekas dengan tambahan Damdex terhadap kuat tekan dan kuat Tarik

	persentase yang berbeda-beda.	agregat kasar pada beton.	akan menghasilkan kuat tekan beton optimum.	agregat halus.	belah beton.
Parameter Uji	Kuat tekan beton.	Kuat tekan beton	Kuat tekan beton.	Kuat lentur beton, kuat Tarik beton, kuat tekan beton, dan daya serap air.	Kuat tekan dan kuat Tarik belah beton.
Varian Penelitian	1. Penambahan <i>admiture</i> Damdex dengan kadar 2,5% dan 5% dari berat semen.	1. Ban bekas yang digunakan sebesar 5%, 10%, dan 15% dari volume agregat kasar 2. Potongan ban bekas dengan ukuran 1x1x2 cm	1. Penambahan <i>admixture</i> Damdex dengan kadar 0%, 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5% dari berat semen.	1. Potongan ban untuk mengganti agregat kasar dengan persentase sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%. 2. 5 sampel tersebut ada yang diberi Pre-treatment berupa direndam menggunakan sodium	1. Potongan ban bekas yang digunakan merupakan ban luar dan memiliki ukuran 20mm-40mm. 2. Variasi ban bekas yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 5%, 10%,

				hidroksida dan yang tidak diberi <i>pre-treatment</i> .	15% 3. Penambahan kadar Damdex sebanyak 0%, 0,75%, 1%, 1,25%
Bahan Tambah	<i>Admixture</i> Damdex	Tidak menggunakan	<i>Admixture</i> Damdex	Sodium hidroksida untuk <i>pre-treatment</i> sampel uji.	Damdex
Hasil Penelitian	Dari hasil kuat tekan beton normal (tanpa bahan tambah), nilai kuat tekan rata-rata adalah sebesar 236,57 kg/ $cm^2$ . Benda uji dengan penambahan Damdex 2,5% kuat tekan rata-ratanya adalah sebesar	Kuat tekan yang didapat pada variasi 0% adalah sebesar 210,06 kg/ $cm^2$ , pada variasi 5% didapat kuat tekan sebesar 138,71 kg/ $cm^2$ , pada variasi 10% didapat kuat tekan sebesar 108,25 kg/ $cm^2$ , pada variasi 15% didapat	Hasil penelitian yang didapat yaitu kuat tekan tertinggi benda uji pada umur 28 hari sebesar 37,736 MPa pada penambahan Damdex 2,0% dan dapat disimpulkan mengalami kenaikan 19,23% dari beton normal yang kuat tekannya	Hasil kuat tekan yang lebih tinggi diperoleh pada beton dengan menggunakan limbah ban bekas yang diberi <i>Pre-Treatment</i> sebelumnya. Pada beton dengan penggantian agregat, kuat tarik yang didapat lebih rendah	-

	257,19 kg/cm <sup>2</sup> . Benda uji dengan penambahan Damdex 5% kuat tekan rata-ratanya adalah sebesar 278,04 kg/cm <sup>2</sup> .	kuat tekan sebesar 84,37 kgf/cm <sup>2</sup> .	31,619 MPa.	dibanding beton biasa. Secara keseluruhan, penggantian agregat dengan persentase sebesar 2,5% dan 5% merupakan jumlah paling efektif.	
--	--	--	-------------	---	--

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Material Beton**

Beton terbentuk dari berbagai campuran bahan, diantaranya adalah semen, air, dan agregat. Pada proses pembuatan beton terkadang memerlukan suatu bahan tambah atau *admixture*. Sifat beton itu sendiri dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kualitas bahan yang digunakan, prosedur pengerjaan dan cara perawatannya (Tjokrodimuljo, 1996).

#### **3.2 Bahan Penyusun**

##### **3.2.1 Agregat**

Agregat merupakan kumpulan butir-butir kerikil, batu pecah, pasir ataupun mineral lainnya yang berupa hasil alam ataupun buatan. Pemilihan agregat dalam pembuatan beton sangat penting dikarenakan agregat mengisi kurang lebih 70% volume dari beton itu sendiri, selain itu agregat juga mempengaruhi sifat-sifat dari beton itu sendiri.

Agregat dibedakan berdasarkan ukurannya. Menurut SNI-2834-2000 agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil dari desintegrasi yang terlaksana secara alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh suatu industri pemecah batu, agregat halus memiliki ukuran butir terbesar sebesar 5,0 mm. Agregat kasar merupakan batuan yang terdesintegrasi alami ataupun berupa batu pecah yang diperoleh dari suatu industri pemecah batu yang memiliki ukuran butir antara 5mm-40mm.

## 1. Agregat Halus

Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 4,8 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (stone crusher). Pasir yang digunakan untuk bahan-bahan bangunan dipilih yang memenuhi syarat.

Agregat halus merupakan mineral alami ataupun buatan yang memiliki fungsi sebagai bahan pengisi dalam suatu campuran beton, agregat halus memiliki ukuran butir kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus yang digunakan dalam pembuatan beton harus memenuhi syarat yang berlaku. Menurut PBI 1971, syarat syarat dari suatu agregat halus adalah sebagai berikut:

- a. Agregat halus yang digunakan berbentuk suatu butiran yang kuat dan tajam, memiliki sifat tidak mudah hancur dikarenakan cuaca panas ataupun hujan.
- b. Agregat halus tidak boleh mengandung suatu bahan organik yang terlalu banyak.
- c. Agregat halus yang digunakan mengandung lumpur kurang dari 5% terhadap berat agregat kering. Apabila kandungan lumpur pada agregat lebih dari 5% maka agregat halus harus dicuci terlebih dahulu.
- d. Agregat halus yang digunakan terdiri dari suatu butiran yang memiliki ukuran beranekaragam dan ketika proses pengayakan menggunakan susunan ayakan sebagaimana dijelaskan dalam pasal 3.4 ayat 1 pada PBI 1971, persyaratannya adalah sebagai berikut.
  - a) Sisa agregat yang tertahan diatas ayakan 4mm, harus minimum 2% dari berat agregat halus.
  - b) Sisa agregat yang tertahan diatas ayakan 1mm, harus minimum 10% dari berat agregat halus.

- c) Sisa agregat yang tertahan diatas ayakan 0,25mm, harus berkisar antara 80% - 90% dari berat agregat halus.

## 2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini merupakan campuran antara agregat kasar alami dan juga agregat kasar dari potongan ban bekas dengan persentase yang bervariasi antara 0%, 5%, 10%, 15% dari berat beton. Menurut PBI 1971, syarat-syarat agregat kasar adalah sebagai berikut.

- a. Agregat kasar yang digunakan memiliki pori-pori kurang dari 20% dari berat agregat seluruhnya. Agregat kasar diharuskan memiliki ketahanan yang baik dalam keadaan cuaca dingin ataupun panas.
- b. Agregat kasar yang digunakan mengandung lumpur kurang dari 1% terhadap berat kering. Apabila agregat kasar tersebut mengandung lumpur lebih dari 1% maka agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu.
- c. Agregat kasar yang digunakan tidak mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.
- d. Menurut SNI 2847-2013, ukuran maksimum agregat kasar harus tidak melebihi:
  - a) Seperlima dari dimensi terkecil dari kedua sisi bekisting
  - b) Sepertiga tebal pelat.
  - c) Tiga per empat jarak bersih antar tulangan atau kawat, bundel tulangan, tulangan prategang, tendan dan ikatan tendon.

### 3.2.2 Semen Portland

Semen merupakan suatu bahan ikat yang sangat penting dan juga banyak digunakan dalam bidang kontruksi sipil. Apabila semen ditambahkan dengan air maka semen akan menjadi sebuah pasta semen dan jika semen ditambah dengan agregat halus, maka pasta semen tersebut akan menjadi mortar. Apabila mortar tersebut digabungkan lagi dengan agregat kasar maka mortar tersebut akan menjadi campuran beton segar



yang mana setelah kurun waktu tertentu akan menjadi beton keras. Semen adalah suatu material yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang berfungsi sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan.

Semen memiliki fungsi utama yaitu untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa yang padat dan mengisi setiap rongga udara diantara butir-butir agregat. Komposisi semen dalam suatu campuran beton hanyalah sekitar 10%, namun karena semen memiliki fungsi sebagai bahan pengikat maka semen memiliki peranan yang penting. (Mulyono, 2004). Menurut SNI 2049-2004 semen portland dibagi menjadi beberapa tipe diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Semen *Portland* tipe I adalah Semen *Portland* yang digunakan untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus apapun.
2. Semen *Portland* tipe II adalah Semen *Portland* yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang dalam penggunaannya.
3. Semen *Portland* tipe III adalah Semen *Portland* yang memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi dalam penggunaannya.
4. Semen *Portland* tipe IV adalah Semen *Portland* yang dalam penggunaannya diperlukan kalor hidrasi yang rendah.
5. Semen *Portland* tipe V adalah Semen *Portland* yang dalam penggunaannya diperlukan untuk ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

### 3.2.3 Air

Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yaitu tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organis lainnya yang dapat merusak beton

atau tulangnya. Air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penuangan beton

Dalam pembuatan beton ada banyak faktor yang dapat mempengaruhinya, diantaranya adalah faktor air. Faktor air dapat mempengaruhi pembuatan beton dikarenakan air dapat bereaksi dengan semen yang mana akan menjadi pasta pengikat agregat. Menurut SNI 6861.1-2002, terdapat persyaratan air untuk campuran beton adalah sebagai berikut.

1. Air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak ataupun benda terapung lainnya.
2. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton lebih dari 15 gram/liter.
4. Kandungan klorida (Cl) kurang dari 0,5 gram/liter.
5. Kandungan senyawa sulfat (SO<sub>3</sub>) kurang dari 1 gram/liter.

#### 3.2.4 Bahan Tambah (*Admixture*)

Berdasarkan (SK-SNI T-15-03, 1991) terdapat bahan lain yang dapat ditambahkan pada campuran beton selain air, agregat, dan semen. Bahan yang dimaksud merupakan bahan tambah atau *admixture*. Penambahan *admixture* bertujuan untuk mengubah sifat atau karakteristik dari suatu campuran beton tersebut sehingga menghasilkan beton dengan sifat atau karakteristik tertentu. Bahan tambah atau *admixture* terbagi menjadi dua jenis yaitu bahan tambah kimia dan bahan tambah mineral. Menurut SNI 2495-1991, bahan tambah kimia dapat dikelompokkan sebagai berikut.

a. Tipe A (*Water-Reducing Admixtures*)

*Water-Reducing Admixtures* merupakan bahan tambah yang berfungsi sebagai pengurang kadar penggunaan air dalam suatu campuran beton, penggunaan bahan tambah ini mampu menghasilkan campuran beton dengan fas (Faktor air semen) yang lebih rendah namun dengan kemudahan pengerjaan yang sama.

b. Tipe B (*Retarding Admixtures*)

*Retarding Admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk memperlambat waktu ikat beton (*setting time*).

c. Tipe C (*Accelerating Admixtures*)

*Accelerating Admixtures* merupakan bahan tambah yang berfungsi sebagai *accelerator* yaitu mempercepat waktu ikat beton dan meningkatkan kekuatan awal beton.

d. Tipe D (*Water Reducing and Retarding Admixtures*)

*Water Reducing and Retarding Admixtures* merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pada campuran beton dan memperlambat waktu ikat beton (*setting time*).

e. Tipe E (*Water Reducing and Accelerating Admixtures*)

*Water Reducing and Accelerating Admixtures* merupakan bahan tambah yang dapat mengurangi jumlah air pada campuran beton sekaligus mempercepat waktu ikat beton (*setting time*).

f. Tipe F (*Water Reducing, High Range Admixtures*)

*Water Reducing, High Range Admixtures* merupakan bahan tambah yang dapat mengurangi jumlah air pada campuran beton sebesar 12% atau lebih.

g. Tipe G (*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*)

*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures* merupakan bahan tambah yang dapat mengurangi jumlah air pada campuran beton sebesar 12% atau lebih sekaligus memperlambat waktu ikat beton (*setting time*).

### 3.3 Ban Bekas

Menurut (Almanaf, 2015). Ban merupakan bagian penting dari sebuah kendaraan yang merupakan suatu peranti yang menutupi *velg* roda dan digunakan untuk melindungi roda dari aus dan kerusakan, selain itu ban juga berfungsi untuk memikul beban dari kendaraan tersebut.

#### 3.3.1 Jenis Ban Karet

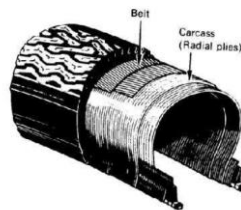
Berdasarkan Keputusan Menteri Perindustrian Dan Perdagangan Republik Indonesia Tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) Ban Secara Wajib. Disebutkan pada Pasal 1 terdapat jenis-jenis ban yaitu sebagai berikut:

- a. Ban Mobil Penumpang (SNI 06 -0098-2002)
- b. Ban Truk dan Bus (SNI 06-0099-2002)
- c. Ban Truk Ringan (SNI 06-0100-2002)
- d. Ban Sepeda Motor (SNI 06-0101-2002)
- e. Ban Dalam Kendaraan Bermotor (SNI 06-6700-2002)

Selain jenis ban yang telah disebutkan, ban karet terbagi lagi menjadi beberapa jenis berdasarkan konstruksinya. Menurut (Almanaf, 2015) jenis-jenis ban menurut konstruksinya adalah sebagai berikut:

#### a. Ban Bias

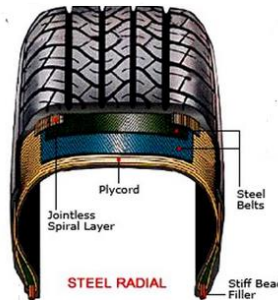
Ban bias merupakan ban luar yang benang-benang kanvasnya di susun berselang secara diagonal terhadap garis lingkaran tengah telapak ban. Arah benang membentuk sudut 25-40 derajat terhadap garis tengah pada telapak.



**Gambar 3.1 Konstruksi Ban Bias**

### b. Ban Radial

Ban Radial merupakan ban dengan kawat baja yang ditenun secara melingkar. Konstruksi ban radial biasanya dilengkapi dengan sabuk (*belt*) beberapa lapis untuk memperkokoh telapak.



**Gambar 3.2 Konstruksi Ban Radial**

### c. Ban Belted

Ban belted merupakan ban yang memiliki sabuk (*belt*) yang terbuat dari benang atau kawat baja. Jenis ban ini dibedakan menjadi dua jenis yaitu ban bias belted dan ban radial belted. Keduanya sama-sama menggunakan sabuk, perbedaannya hanya pada konstruksi plynya saja. Pada ban bias arah benang lawon pada ply tersusun miring dan membentuk sudut 25-40 derajat, sedangkan pada ban radial belted tersusun melingkar dan membentuk sudut 90 derajat.

### 3.3.2 Karakteristik Ban Karet

Menurut Warith (2006), ban terbuat dari bahan karet atau polimer yang sangat kuat, selain itu ban juga diperkuat dengan serat-serat sintetik dan baja yang sangat kuat sehingga dapat menghasilkan suatu bahan yang memiliki sifat-sifat seperti berikut:

- a. Memiliki kuat tarik yang sangat kuat
- b. Fleksibel
- c. Memiliki ketahanan geser yang tinggi
- d. Kedap air

### 3.3.3 Korelasi Karakteristik Ban Bekas dan Agregat Kasar

Pada penelitian ini ban bekas digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada campuran beton, hal ini dilakukan karena karakteristik atau sifat dari ban bekas yang digunakan dapat memenuhi persyaratan agregat kasar sesuai dengan ketentuan dari SNI-03-1750-1990 tentang Mutu dan Cara Uji Agregat Beton. Ketentuan ban bekas yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

#### a. Persyaratan Bentuk

Pada SNI-03-1750-1990 dijelaskan bahwa bentuk agregat kasar yang tidak beraturan dan bersudut-sudut akan memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap campuran beton, ban bekas yang digunakan dalam penelitian ini dipotong terlebih dahulu sehingga memiliki bentuk yang tidak beraturan dan bersudut sehingga memenuhi persyaratan tersebut.

#### b. Persyaratan Tekstur

Pada SNI-03-1750-1990 dijelaskan bahwa tekstur permukaan agregat kasar tidak dipersyaratkan dengan jelas namun lebih disarankan menggunakan agregat yang memiliki permukaan kasar atau kasar agar memperkuat lekatan pada permukaan agregat, ban bekas yang digunakan dalam penelitian ini memiliki permukaan yang relatif kasar.

#### c. Persyaratan Kebersihan

Pada SNI-03-1750-1990 dijelaskan bahwa agregat yang digunakan harus bersih dari kotoran, kandungan lumpur pada pasir  $<5\%$  dan pada kerikil  $<1\%$ , ban bekas memiliki sifat kedap air dan ban bekas yang digunakan pada penelitian ini diberikan *pre-treatment* terlebih dahulu yaitu dicuci sehingga menghasilkan ban bekas yang bersih dari kotoran dan kandungan lumpur didalamnya.

d. Persyaratan Ukuran

Pada SNI-03-1750-1990 dijelaskan bahwa agregat kasar memiliki ukuran butir 5mm sampai dengan 40mm, ban bekas yang digunakan pada penelitian ini memiliki ketebalan 20mm, panjang 30mm dan lebar 30mm sehingga memenuhi persyaratan ini.



**Gambar 3.3 Potongan Ban Bekas**

### 3.3 *Waterproofing* Damdex

*Waterproofing* merupakan salah satu *admixture* yang berfungsi membuat beton lebih kedap air apabila ditambahkan pada campuran beton. Damdex merupakan salah satu bahan tambah *waterproofing* berupa cairan. Berdasarkan laman resmi Damdex Indonesia, Damdex dapat meningkatkan kualitas campuran beton dan meningkatkan kuat tekan beton hingga 30%, dan mempercepat proses pengerasan beton hingga 50% sekaligus membuat beton menjadi kedap air. Penggunaan Damdex disarankan sebanyak 2,5% dari berat semen berdasarkan deskripsi produknya, namun pada penelitian ini akan digunakan Damdex dengan kadar 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kadar optimum Damdex dalam meningkatkan kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton.



**Gambar 3.4 Damdex**

### **3.4 Perencanaan Campuran Beton (SNI 2834-2000)**

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode perencanaan campuran beton yang sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Berikut adalah tata cara perencanaan campuran beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000.

1. Menentukan nilai deviasi standar ( $S_d$ ) yang ditetapkan berdasar dari tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran betonnya. Apabila mutu pelaksanaan semakin baik maka nilai deviasi standar yang didapatkan akan lebih kecil nilainya. Apabila jumlah data hasil uji kurang dari 30 buah maka dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan faktor pengali pada Tabel 3.1 dan apabila jumlah data hasil uji kurang dari 15, maka nilai tambah ( $M$ ) yang diambil tidak kurang dari 12 MPa.



**Tabel 3.1 Faktor Pengali Deviasi Standar**

<b>Jumlah Pengujian</b>	<b>Faktor Pengali Deviasi Standar</b>
<15	-
15	1,16
20	1,08
25	1,03
≥30	1,00

Sumber: SNI 03-2834-2000

Nilai tambah dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$M = 1,64 \times Sr; \quad (3.1)$$

Dengan:

M = Nilai tambah (MPa)

Sr = Deviasi standar rencana (MPa)

2. Menentukan kuat tekan rata-rata yang direncanakan menggunakan persamaan berikut

$$F'_{cr} = f'_c + M \quad (3.2)$$

Dengan:

F'\_{cr} = Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (MPa)

F'\_c = Kuat tekan yang disyaratkan (MPa)

M = Nilai tambah (MPa)

3. Menentukan jenis semen yang akan digunakan

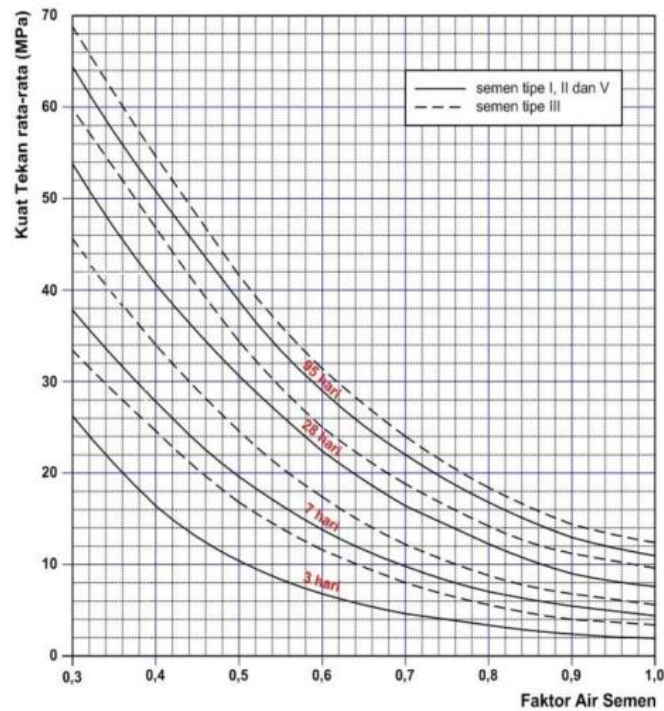
4. Menentukan agregat kasar yang digunakan

5. Menentukan nilai faktor air semen dengan menggunakan Tabel 3.2 berikut ini.

**Tabel 3.2 Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa)**

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (MPa)				Bentuk Uji
		Umur (Hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe 1	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber: SNI 03-2834-2000



**Gambar 3.5 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen**

Sumber: SNI 03-2834-2000

6. Menentukan jumlah semen minimum yang digunakan dan menentukan faktor air semen maksimum dengan menggunakan Tabel 3.3

**Tabel 3.3 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum**

<b>Lokasi</b>	<b>Jumlah Semen Minimum Per <math>m^3</math> beton (kg)</b>	<b>Nilai Faktor Air Semen Maksimum</b>
Beton di dalam ruang bangunan:		
A. Keadaan keliling non-korosif.	275	0,60
B. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif.	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan:		
A. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	325	0,60
B. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	325	0,60
Beton masuk kedalam tanah:		
A. Mengalami keadaan basah dan kering.	325	0,55
B. Mendapatkan pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.	-	Tabel 5
Beton yang berhubungan terus dengan air tawar dan air laut		Tabel 6

Sumber: SNI 03-2834-2000

7. Menentukan nilai *slump* untuk mengetahui tingkat kelecakan (*workability*) pada suatu adukan beton.

8. Menentukan ukuran butir agregat maksimum.

9. Menentukan kadar air bebas agregat campuran dengan persamaan berikut.

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3} W_h + \frac{2}{3} W_k \quad (3.3)$$

Dengan :

$W_h$  = Perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

$W_k$  = Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.

Nilai  $W_h$  dan  $W_k$  diatas dapat diperoleh dari Tabel 3.4 Berikut.

**Tabel 3.4 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m<sup>3</sup>)**

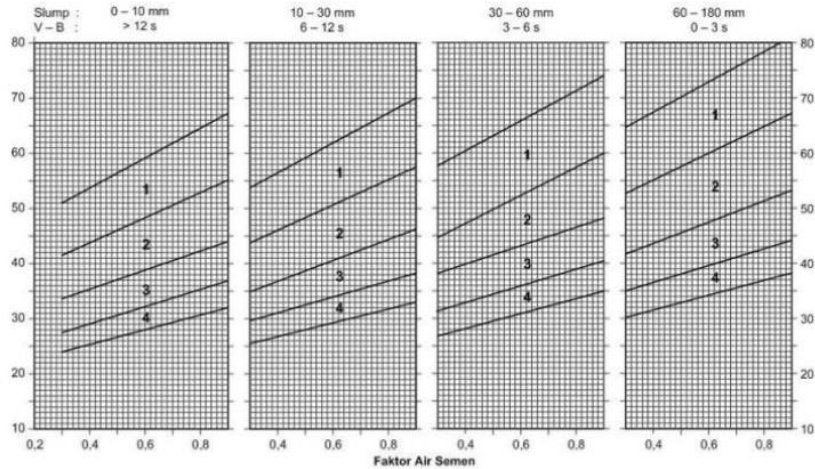
Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	-	-	-	-
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber: SNI 03-2834-2000

10. Menghitung kadar semen yang dipakai per kubik beton dengan persamaan berikut.

$$\text{Jumlah semen per kubik beton} = \frac{\text{Kadar air bebas}}{FAS} \quad (3.4)$$

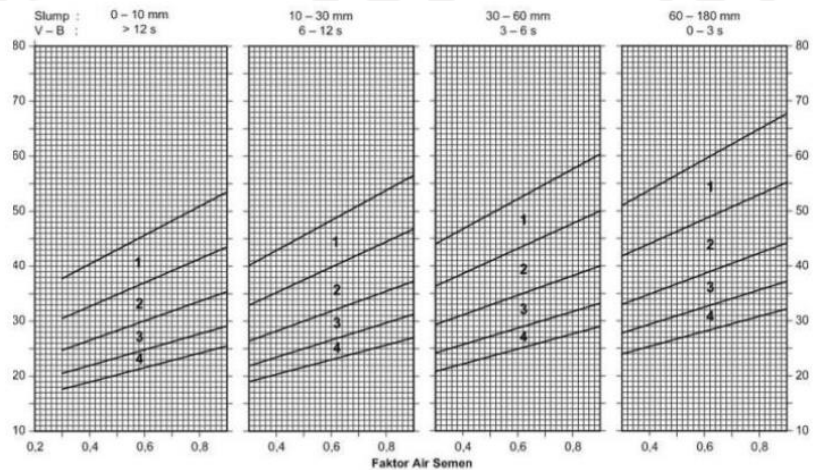
11. Menentukan persentase agregat halus dan agregat kasar dengan grafik berikut.



Grafik 13 : Persen Pasir terhadap Kadar Total Agregat yang dianjurkan  
Untuk ukuran butir maksimum 10 mm

**Gambar 3.6 Grafik Persentase Pasir Terhadap Kadar Total Agregat (Ukuran Butir Maksimum 10mm)**

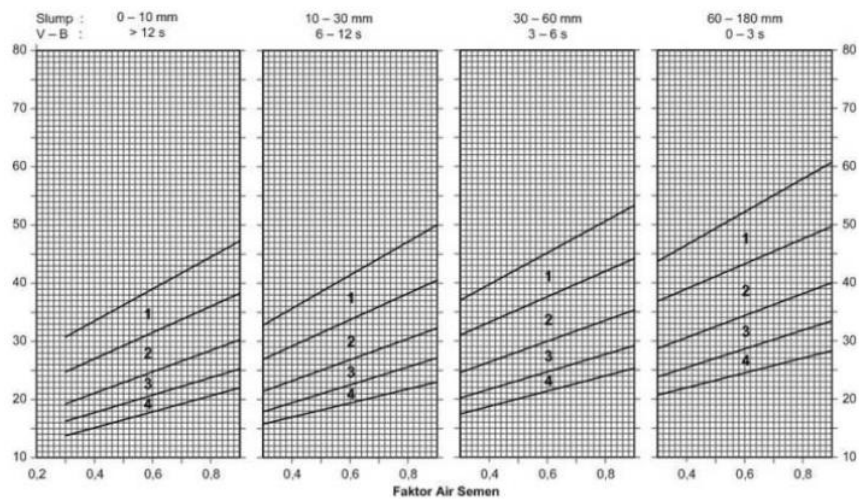
Sumber: SNI 03-2834-2000



Grafik 14 : Persen Pasir terhadap Kadar Total Agregat yang dianjurkan  
Untuk ukuran butir maksimum 20 mm

**Gambar 3.7 Grafik Persentase Pasir Terhadap Kadar Total Agregat (Ukuran Butir Maksimum 20mm)**

Sumber: SNI 03-2834-2000



Grafik 15: Persen Pasir terhadap Kadar Total Agregat yang dianjurkan Untuk ukuran butir maksimum 40 mm

### Gambar 3.8 Grafik Persentase Pasir Terhadap Kadar Total Agregat (Ukuran Butir Maksimum 40mm)

Sumber: SNI 03-2834-2000

Adapun langkah tertentu dalam menentukan persentase agregat halus dan agregat kasar adalah sebagai berikut.

- Menentukan grafik yang akan digunakan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump yang direncanakan.
- Setelah menentukan grafik yang akan digunakan, kemudian tarik garis vertikal ke atas sampai ke kurva yang paling atas diantara 2 kurva yang menunjukkan daerah gradasi pasir.
- Kemudian tarik garis horizontal ke kanan, baik untuk kurva batas atas ataupun kurva batas bawah yang berada di daerah gradasi.
- Diambil rata-rata dari kedua nilai tersebut.

12. Menghitung berat jenis relatif dari agregat yang diambil dari data hasil uji dengan menggunakan persamaan 3.5 berikut.

$$BJ_{AG} = (\%AH \times BJ_{AH}) + (\%AK \times BJ_{AK}) \quad (3.5)$$

Dengan:

$BJ_{AG}$  = Berat Jenis agregat gabungan.

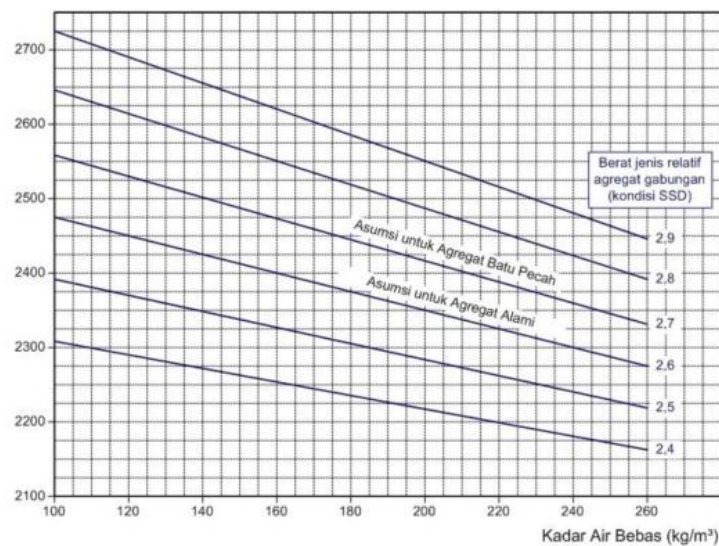
$BJ_{AK}$  = Berat jenis agregat kasar.

$BJ_{AH}$  = Berat jenis agregat halus.

$\%AK$  = Persentase agregat kasar.

$\%AH$  = Persentase agregat halus.

13. Mencari nilai perkiraan berat isi beton dengan menggunakan grafik berikut.



**Gambar 3.9 Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah.**

Sumber: SNI 03-2834-2000

14. Menghitung kadar agregat gabungan dengan menggunakan persamaan 3.6 berikut.

Kadar agregat gabungan = (berat isi beton - kadar semen - kadar air bebas)

(3.6)



15. Menghitung kadar agregat halus dan kadar agregat kasar dengan menggunakan persamaan 3.7 dan 3.8 berikut.

$$\text{Kadar agregat halus} = \frac{\% \text{Agregat halus}}{100} \times \text{Kadar agregat gabungan}$$

(3.7)

$$\text{Kadar agregat kasar} = \frac{\% \text{Agregat kasar}}{100} \times \text{Kadar agregat gabungan}$$

(3.8)

16. Menghitung kadar Damdex yang akan digunakan dari berat semen yang telah didapatkan.

17. Menghitung kadar potongan ban bekas dari berat total agregat.

### 3.5 Kuat Tekan Beton

Pengertian kuat tekan beton secara umum adalah besarnya beban per satuan luas, yang dapat menyebabkan benda uji beton hancur apabila diberi beban gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh suatu mesin tekan. Kuat tekan beton juga dapat diartikan sebagai kapasitas suatu beton dalam menahan suatu gaya tekan sebelum mencapai kegagalan. Menurut Mulyono (2006), nilai kuat tekan beton menunjukkan mutu suatu struktur dimana semakin tinggi nilai kuat tekan beton yang didapat maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Berdasarkan SNI 1974-2011, nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.9 berikut.

$$F'_c = \frac{P}{A} \quad (3.9)$$

Dengan:

$F'_c$  = Kuat tekan beton (MPa)

$P$  = Beban maksimum (N)

$A$  = Luas penampang yang menerima gaya tekan ( $mm^2$ )

### 3.6 Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah bertujuan untuk mengevaluasi struktur komponen beton yang menggunakan agregat terkait ketahanan geser. Nilai kuat tarik tersebut didapatkan dari hasil benda uji yang dilakukan pembenanan secara mendatar sejajar dengan mesin uji tekan yang masuk dalam syarat ASTM C39/C39M (SNI-2491-2014). Pengujian kuat tarik belah beton yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode SNI-2491-2014 dan ASTM C4946/C496M-04. Perhitungan kuat tarik belah beton untuk luasan yang dipakai adalah dari luas selimut silinder beton, sehingga dapat dihitung menggunakan Persamaan (3.10) berikut ini.

$$T = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot L \cdot D} \quad (3.10)$$

Dengan:

T = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

D = Diameter benda uji (mm)

### 3.7 Perhitungan Biaya Produksi Beton Per 1m<sup>3</sup>

Menurut Mursyid (2008), biaya merupakan suatu pengorbanan sumber ekonomi yang berwujud ataupun tidak berwujud yang dapat diukur dalam satuan uang, yang telah ataupun akan terjadi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Perhitungan biaya yang dimaksud adalah perhitungan biaya produksi beton per 1m<sup>3</sup> yang bertujuan untuk mengetahui besaran biaya dalam memproduksi beton per 1m<sup>3</sup>.

Dalam menghitung biaya produksi, digunakan analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) sebagai acuan dalam menghitungnya. AHSP yang akan digunakan sebagai acuan dalam perhitungan biaya produksi beton per  $1\text{m}^3$  disajikan pada Tabel 3.5 sebagai berikut.



**Tabel 3.5 1 m<sup>3</sup> Beton mutu, f<sup>'</sup>c = 26,4 MPa (K300) kedap air, slump (12±2) cm**

No.	Uraian	Kode	Satuan	Koef	Harga Satuan (Rp)		Jumlah Harga (Rp)	
A	Tenaga Kerja							
1	Pekerja	L.01	OH	1.65	Rp	117,000	Rp	193,050
2	Tukang batu	L.02	OH	0.275	Rp	165,000	Rp	45,375
3	Kepala tukang	L.03	OH	0.028	Rp	180,000	Rp	5,040
4	Mandor	L.04	OH	0.165	Rp	180,000	Rp	29,700
Jumlah Harga Tenaga Kerja							Rp	273,165
B	Bahan							
	Semen Portland		Kg	413	Rp	1,275.00	Rp	526,575
	Pasir Beton		M3	618	Rp	321.00	Rp	198,378
	Kerikil		M3	1021	Rp	350.00	Rp	357,350
	Air		Liter	215	Rp	500.00	Rp	107,500
Jumlah Harga Bahan							Rp	1,189,803
C	Peralatan							
Jumlah Harga Peralatan							Rp	-
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)						Rp	1,462,968
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			0% x D				
F	<b>Harga Satuan Pekerjaan per - m<sup>3</sup> (D+E)</b>						<b>Rp</b>	<b>1,462,968</b>

(Sumber: Permen PUPR RI Nomor 28/PRT/M/2016)

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Tinjauan Umum**

Metode penelitian merupakan tata cara atau prosedur pelaksanaan dalam suatu penelitian yang memiliki tujuan untuk mendapatkan ilmu atau pengetahuan ilmiah dari permasalahan penelitian yang akan dilaksanakan. Penelitian yang akan dilakukan termasuk kedalam jenis penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang dilakukan dengan cara membuat variasi pada variabel bebas sehingga berpengaruh terhadap variabel terikat.

#### **4.2 Lokasi**

Penelitian ini terbagi menjadi pembuatan sampel benda uji dan pengujian benda uji. Pembuatan sampel dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pengujian sampel juga dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

#### **4.3 Bahan dan Peralatan Penelitian**

Adapun bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

##### **4.3.1 Bahan yang Digunakan**

###### **1. Air**

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

## 2. Agregat

Agregat dibedakan menjadi dua yaitu agregat halus dan agregat kasar. Pada penelitian ini menggunakan agregat halus dan agregat kasar.

## 3. Semen Portland

Semen jenis *Portland Composite Cement* (PCC) tipe I dengan merek Tiga Roda yang digunakan dalam pembuatan beton. Semen harus disimpan dalam penyimpanan yang sesuai agar kualitasnya tidak menurun.

## 4. Bahan Tambah

Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah *waterproofing* Damdex yang diproduksi oleh PT Prima Graha Bangun Tunggal dengan kadar 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dari berat semen.

## 5. Ban Bekas

Ban Bekas yang digunakan merupakan potongan ban bekas jenis ban luar dengan variasi yang digunakan sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dari berat total agregat. Potongan ban bekas ini akan digunakan sebagai pengganti agregat kasar.

### 4.3.2 Peralatan yang Digunakan

Untuk mendapatkan hasil yang sesungguhnya dan guna menunjang penelitian ini, diperlukan beberapa peralatan dengan kondisi yang baik. Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut.

#### 1. Timbangan

Timbangan merupakan sebuah alat untuk menimbang bahan-bahan penyusun beton dan benda uji sebelum melakukan pengujian. Timbangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan *ohaus* dan timbangan jarum.

#### 2. Gelas Ukur

Gelas ukur merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur dan menakar jumlah material berwujud cair seperti air dan Pengeras beton Damdex yang diperlukan dalam pembuatan adukan beton.

#### 3. Saringan Agregat

Saringan merupakan suatu alat yang berfungsi dalam pengujian analisa lolos saringan terhadap agregat halus dan agregat kasar.

4. Cetakan Silinder

Cetakan silinder merupakan suatu cetakan yang berfungsi untuk membentuk adukan beton yang telah berbentuk silinder sebagai benda uji. Cetakan silinder yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran diameter 150mm dan tinggi 300mm.

5. Alat Ukur

Terdapat beberapa alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya yaitu mistar dan kaliper. Kedua alat ukur tersebut berfungsi untuk mengukur dimensi dari suatu benda uji yang akan diuji. Mistar juga dapat digunakan untuk mengukur tinggi nilai *slump*.

6. Oven

Pada penelitian ini akan menggunakan oven yang berfungsi untuk mengeringkan bahan--bahan penyusun beton yaitu agregat.

7. Ember

Ember merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menampung berbagai material seperti air, agregat, semen, dan material lainnya. Selain itu ember juga berfungsi untuk membantu memasukkan material kedalam *mixer*.

8. Kerucut Abrams

Kerucut Abrams merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengukur nilai *slump* pada saat beton dalam kondisi segar setelah *mixer*.

9. Tongkat penumbuk

Tongkat penumbuk merupakan suatu alat yang berfungsi untuk memadatkan campuran beton pada Kerucut Abrams.

10. *Mixer* beton

*Mixer* beton adalah mesin pengaduk yang digunakan dalam pembuatan campuran beton yang terbuat dari berbagai bahan penyusun beton untuk menghasilkan beton segar. *Mixer* beton yang digunakan dalam penelitian ini berkapasitas m<sup>3</sup> dan dimiliki oleh Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

#### 11. Alat Pengujian Beton

Penelitian yang akan dilakukan terdiri dari 2 jenis pengujian yaitu pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton.

### 4.4 Tahap Penelitian

Diperlukan adanya suatu prosedur atau tahapan-tahapan yang tersusun dengan baik dan sistematis agar penelitian yang dilakukan akurat dan memenuhi tujuan penelitian.

#### 4.4.1 Persiapan Bahan

Persiapan bahan merupakan tahapan yang sangat penting untuk dilakukan sebelum melakukan penelitian. Tahapan ini dilakukan agar bahan memiliki mutu yang baik dan sesuai dengan yang disyaratkan. Terdapat beberapa persiapan yang dilakukan diantaranya adalah pembersihan material. Adapun beberapa persiapan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

##### 1. Persiapan Material Khusus

Pada tahap persiapan material khusus, terdapat beberapa material penyusun beton yang harus disiapkan diantaranya adalah agregat halus, agregat kasar, air, semen, dan material lainnya. Pada penelitian ini terdapat material tambahan lainnya yaitu ban bekas dan Damdex.

##### 2. Pembersihan Material

Pembersihan material dilakukan pada agregat kasar ataupun agregat halus. Pembersihan dilakukan bertujuan untuk menghasilkan material yang memenuhi persyaratan dalam campuran beton.

##### 3. Pengujian Material

Sebelum membuat campuran beton, perlu dilakukan pengujian material untuk mengetahui karakteristik dan klasifikasi agregat. Pengujian material yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

##### a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Langkah-langkah dari pengujian diatas adalah sebagai berikut:



- 1) Agregat halus dalam keadaan jenuh kering permukaan atau biasa disebut *saturated surface dry (SSD)*
- 2) Benda uji dimasukkan pada oven dan dikeringkan pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sehingga berat uji tetap, dimana setelah proses penimbangan dan pengeringan selama 3 kali proses dengan selang waktu 2 jam tidak terjadi perubahan kadar air yang melebihi 0,1%. Setelah itu lakukan perendaman selama  $24 \pm 4$  jam dalam air.
- 3) Setelah perendaman, buang air rendaman dan pastikan tidak terdapat butiran yang terbuang, letakkan agregat pada pan kemudian dikeringkan di udara panas sampai mencapai jenuh kering permukaan.
- 4) Masukkan 500 gr benda uji ke dalam piknometer dan masukkan air sampai terisi sekitar 90% isi piknometer.
- 5) Pada kondisi miring, putarkan piknometer yang berisi agregat halus dan air ke arah kiri dan ke arah kanan sampai gelembung udara yang terdapat pada agregat hilang
- 6) Timbang berat piknometer, agregat halus beserta air dan catat hasilnya.
- 7) Dengan menggunakan pan, letakkan agregat halus dari piknometer kemudian keringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam
- 8) Timbang piknometer dalam keadaan kosong kemudian catat beratnya.
- 9) Setelah 24 jam dalam oven, keluarkan agregat lalu timbang dan catat beratnya
- 10) Berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

a) Berat jenis curah,  $\text{gram}/\text{cm}^3$

$$= \frac{Bk}{B+500-Bt} \dots\dots\dots(4.1)$$

b) Berat jenis jenuh kering permukaan

$$= \frac{500}{B+500-Bt} \dots\dots\dots(4.2)$$

c) Berat jenis semu

$$= \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \dots\dots\dots(4.3)$$

d) Penyerapan air

$$= \frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(4.4)$$

b. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Untuk langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Pastikan benda uji bersih dari kotoran pada permukaan dengan dicuci terlebih dahulu.
- 2) Keringkan benda uji pada oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ , setelah itu dinginkan selama 3 jam.
- 3) Setelah mencapai kondisi SSD, timbang agregat sebanyak 5000gr kemudian ditempatkan dalam keranjang dan dicelupkan kedalam air lalu catat beratnya.
- 4) Letakkan agregat pada pan lalu keringkan selama  $\pm 24$  jam di dalam oven.
- 5) Setelah 24 jam, keluarkan agregat lalu timbang dan catat beratnya.
- 6) Berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

a) Berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$= \frac{Bk}{Bj - Ba} \dots\dots\dots(4.5)$$

b) Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)

$$= \frac{Bj}{Bj - Ba} \dots\dots\dots(4.6)$$

c) Berat jenis semu (*apparent specific gravity*)

$$= \frac{Bk}{Bk - Ba} \dots\dots\dots(4.7)$$

d) Penyerapan

$$= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(4.8)$$

c. Pengujian analisa saringan agregat halus

Pengujian analisa saringan agregat halus merupakan hasil benda uji yang lolos dalam saringan 4,75 mm (No.4). Langkah-langkah pengujian analisa saringan agregat halus adalah sebagai berikut.

- 1) Keringkan benda uji menggunakan oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}$  C hingga berat benda uji tetap.
- 2) Keluarkan benda uji dari oven kemudian di dinginkan.
- 3) Susun saringan dimulai dari ukuran terbesar ke terkecil dengan ukuran saringannya meliputi 9,5 mm; 4,75 mm (No. 4); 2,36 mm (No. 8); 1,18 mm (No. 16); 0,600 mm (No. 30); 0,300 mm (No.50); 0,150 mm (No. 100), dan pan.
- 4) Masukkan benda uji kedalam saringan dari ukuran terbesar menuju terkecil kemudian lakukan proses penyaringan dengan bantuan mesin ayak, lakukan proses penyaringan selama 10-15 menit.
- 5) Ambil benda uji yang tersaring pada setiap ukuran saringan lalu letakan diatas pan untuk ditimbang dan dicatat beratnya.

d. Pengujian analisa saringan agregat kasar

Pengujian ini merupakan pengujian dimana benda uji tidak lolos pada saringan 4,75 mm (No.4). Langkah-langkah pengujian analisa saringan agregat kasar adalah sebagai berikut.

- 1) Keringkan benda uji menggunakan oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}$  C hingga berat benda uji tetap.
- 2) Keluarkan benda uji dari oven kemudian di dinginkan.
- 3) Susun saringan dimulai dari ukuran terbesar ke terkecil dengan ukuran saringannya meliputi 9,5 mm; 4,75 mm (No. 4); 2,36 mm (No. 8); 1,18 mm (No. 16); 0,600 mm (No. 30); 0,300 mm (No.50); 0,150 mm (No. 100), dan pan.
- 4) Masukkan benda uji kedalam saringan dari ukuran terbesar menuju terkecil kemudian lakukan proses penyaringan dengan bantuan mesin ayak, lakukan proses penyaringan selama 10-15 menit.

- 5) Ambil benda uji yang tersaring pada setiap ukuran saringan lalu letakan diatas pan untuk ditimbang dan dicatat beratnya.
- 6) Setelah mendapat hasil pengukuran dari berat masing-masing benda uji yang tersaring, hitung Modulus Halus Butir (MHB) untuk agregat dengan menggunakan persamaan berikut:

$$MHB = \frac{\Sigma \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100}$$

e. Pengujian berat volume padat/gembur agregat halus

Untuk langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut.

- 1) Keringkan benda uji menggunakan oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$  hingga berat benda uji tetap.
- 2) Keluarkan benda uji dari oven kemudian di dinginkan.
- 3) Lakukan pengukuran pada silinder, kemudian catat dimensi dan beratnya.
- 4) Pada pengujian berat volume padat, agregat halus dimasukkan ke dalam silinder ukur sebanyak 1/3 bagian dari tinggi silinder dan setiap bagian ditumbuk 25 kali secara merata, kemudian lakukan hingga volume penuh.
- 5) Pada pengujian berat volume gembur, agregat halus dimasukkan ke dalam silinder ukur sampai terisi penuh tanpa pemadatan secara ditumbuk kemudian ratakan.
- 6) Lakukan penimbangan berat terhadap silinder ukur yang sudah terisi benda uji dan catat beratnya.
- 7) Berat volume dihitung menggunakan dari hasil penimbangan.

f. Pengujian berat volume padat/gembur agregat kasar

Langkah-langkah pengujian berat volume padat agregat kasar adalah sebagai berikut:

- 1) Keringkan benda uji menggunakan oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$  hingga berat benda uji tetap.
- 2) Keluarkan benda uji dari oven kemudian di dinginkan.
- 3) Lakukan pengukuran pada silinder, kemudian catat dimensi dan beratnya.

- 4) Pada pengujian berat volume padat, agregat halus dimasukkan ke dalam silinder ukur sebanyak 1/3 bagian dari tinggi silinder dan setiap bagian ditumbuk 25 kali secara merata, kemudian lakukan hingga volume penuh.
  - 5) Pada pengujian berat volume gembur, agregat halus dimasukkan ke dalam silinder ukur sampai terisi penuh tanpa pemadatan secara ditumbuk kemudian ratakan.
  - 6) Lakukan penimbangan berat terhadap silinder ukur yang sudah terisi benda uji dan catat beratnya.
  - 7) Berat volume dihitung menggunakan dari hasil penimbangan.
- g. Pengujian lolos saringan No. 200
- Untuk langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut.
- 1) Keringkan benda uji menggunakan oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$  hingga berat benda uji tetap.
  - 2) Masukkan benda uji ke saringan kemudian siram air di atasnya
  - 3) Mulai proses pengayakan sampai agregat melewati saringan No. 200 dengan tetap mengalirkan air sampai hanya tersisa bagian yang kasar di atasnya.
  - 4) Terus lakukan proses tersebut hingga air pencucian tetap jernih.
  - 5) Keringkan benda uji menggunakan oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$  hingga berat benda uji tetap.
  - 6) Perhitungan berat yang lolos saringan No. 200 dengan persamaan:

$$\text{Berat yang lolos saringan No.200} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

#### 4.4.2 Pembuatan Benda Uji

Sampel uji memiliki bentuk silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm, sampel uji dalam penelitian ini digunakan untuk pengujian kuat desak beton, dan kuat tarik belah beton. Standar yang digunakan dalam pembuatan benda uji berdasarkan SNI-2493-2011 tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium. Umur pengujian dan kondisi pengujian minimum berdasarkan SNI-2493-2011 adalah berjumlah tiga dengan umur pengujian selama 28 hari.

Berdasarkan penjelasan tersebut, didapatkan jumlah benda uji dari variasi penambahan bahan tambah yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

**Tabel 4.1 Rincian Sampel Pengujian Beton**

<b>Jenis Pengujian</b>	<b>Kode Sampel</b>	<b>Persentase penggunaan Damdex (%)</b>	<b>Persentase penggunaan Ban Bekas (%)</b>	<b>Jumlah Sampel</b>	<b>Total Sampel</b>
Kuat Tekan Beton	CT1	0%	0%	3	48
	CT2	0%	5%	3	
	CT3	0%	10%	3	
	CT4	0%	15%	3	
	CT5	2,5%	0%	3	
	CT6	2,5%	5%	3	
	CT7	2,5%	10%	3	
	CT8	2,5%	15%	3	
	CT9	5%	0%	3	
	CT10	5%	5%	3	
	CT11	5%	10%	3	
	CT12	5%	15%	3	
	CT13	7,5%	0%	3	
	CT14	7,5%	5%	3	
	CT15	7,5%	10%	3	
	CT16	7,5%	15%	3	
Kuat Tarik Belah	CT1	0%	0%	2	32
	CT2	0%	5%	2	
	CT3	0%	10%	2	
	CT4	0%	15%	2	
	CT5	2,5%	0%	2	
	CT6	2,5%	5%	2	
	CT7	2,5%	10%	2	
	CT8	2,5%	15%	2	
	CT9	5%	0%	2	
	CT10	5%	5%	2	
	CT11	5%	10%	2	
	CT12	5%	15%	2	
	CT13	7,5%	0%	2	
	CT14	7,5%	5%	2	
	CT15	7,5%	10%	2	
	CT16	7,5%	15%	2	
<b>Total Sampel</b>					<b>80</b>

Tahapan dalam pembuatan benda uji beton adalah sebagai berikut.

1. Siapkan bahan penyusun campuran beton, seperti agregat kasar, agregat halus dan air yang sebelumnya dipersiapkan dan telah diuji, kemudian bahan tambahan bekas yang sudah dipotong sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan.
2. Takar bahan yang akan digunakan dalam campuran beton sesuai dengan standar perencanaan berdasarkan SNI 2493-2011.
3. Lakukan penimbangan bahan seperti semen portland, agregat kasar, agregat halus, air, ban bekas, dan Damdex sesuai dengan berat yang telah direncanakan.
4. Masukkan bahan-bahan yang telah ditakar ke dalam ember sebagai wadah untuk memudahkan pada saat pencampuran di mesin *mixer* beton.
5. Siapkan cetakan silinder dan olesi bagian dalam silinder dengan oli, kemudian timbang beratnya dan catat.
6. Siapkan *mixer* beton dan tempatnya untuk menuangkan beton segar.
7. Masukkan agregat kasar, agregat halus ke dalam mesin *mixer* dalam keadaan mesin hidup, aduk hingga agregat kasar dan agregat halus tercampur sampai merata.
8. Setelah bahan agregat kasar dan agregat halus telah tercampur merata dalam *mixer*, masukan variasi dari penambahan ban bekas dengan menebar secara perlahan.
9. Masukkan semen ke dalam mesin *mixer* dan tunggu sampai tercampur rata.
10. Tuangkan air ke dalam mesin *mixer* secara perlahan untuk mengontrol kadar keenceran campuran beton segar.
11. Tambahkan Damdex ke dalam campuran beton segar
12. Lakukan uji *slump*
13. Apabila uji *slump* telah memenuhi syarat, langkah selanjutnya adalah memasukkan campuran beton segar ke dalam cetakan silinder sebanyak  $\frac{1}{3}$  cetakan, kemudian tumbuk menggunakan tongkat penumpuk dan dipukul menggunakan palu karet sampai beton merata tanpa ada rongga udara. Ulangi proses tersebut hingga cetakan silinder penuh.
14. Ratakan bagian permukaan beton dengan alat
15. Timbang beton segar yang sudah berada di dalam cetakan lalu catat.

16. Ambil air pada permukaan beton akibat *bleeding* setelah 1 jam, catat jumlah airnya.
17. Setelah 1x24 jam beton dapat dibuka dari cetakan dan dapat dilakukan proses *curing*.

#### 4.4.3 Perawatan Benda Uji

Berdasarkan SNI-2493-2011 tentang tatacara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium, menjelaskan bahwa benda uji dibuka dari cetakannya minimal 24 jam setelah beton segar dituang kedalam cetakan. Pada penelitian ini dilakukan perawatan benda uji dengan metode perendaman dalam air setelah keluar dari cetakan. Lama perawatan beton dilakukan selama 28 hari.

#### 4.4.4 Pengujian Benda Uji

Penelitian ini melakukan pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton pada setiap variasi campuran beton dengan benda uji berumur 28 hari. Benda uji ditimbang dan diukur terlebih dahulu sebelum dilakukan pengujian untuk memenuhi kebutuhan data penelitian.

### 4.5 Prosedur Pengujian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa cara yang berbeda. Masing-masing pengujian ini akan memiliki langkah-langkah pengujian yang dilakukan secara metodis dan prosedural.

#### 4.5.1 Slump Test

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa cara yang berbeda. Masing-masing pengujian ini akan memiliki langkah-langkah pengujian yang dilakukan secara metodis dan prosedural.

1. Isi kerucut *Abrams* dengan campuran beton segar setiap 1/3 bagian. Setiap bagian lakukan penumbukan dengan besi berdiameter 16 mm sebanyak 25 kali secara merata.
2. Lakukan penumbukan pada setiap bagian secara merata hingga kerucut *Abrams* terenuhi beton segar.



3. Diamkan campuran beton segar selama 30 detik, kemudian kerucut *Abrams* diangkat secara vertikal untuk mencegah beton segar runtuh. Setelah itu kerucut *Abrams* ditempatkan di dekat campuran beton yang telah dicetak dan ukur tinggi slump dengan penggaris.

#### 4.5.2 Kuat Tekan Beton

Untuk langkah-langkah pengujian kuat tekan beton dengan benda uji silinder adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan benda uji.
2. Melakukan pengukuran dimensi dan berat pada benda uji.
3. Apabila silinder pada permukaan atas tidak rata, maka perlu ditambahkan belerang yang sudah dipanaskan terlebih dahulu hingga mencair lalu dituangkan pada cetakan, langkah selanjutnya adalah meletakkan permukaan beton yang tidak rata pada cetakan yang sudah diberi belerang cair dan tunggu sampai mengeras.
4. Letakkan benda uji pada mesin uji tekan beton dengan posisi sentris. Kemudian jalankan mesin dengan beban ditambahkan secara konstan sebesar 5 kN/detik.
5. Lakukan pembebanan pada benda uji sampai hancur dan catat angka beban maksimum yang didapat selama pengujian.

#### 4.5.3 Kuat Tarik Belah Beton

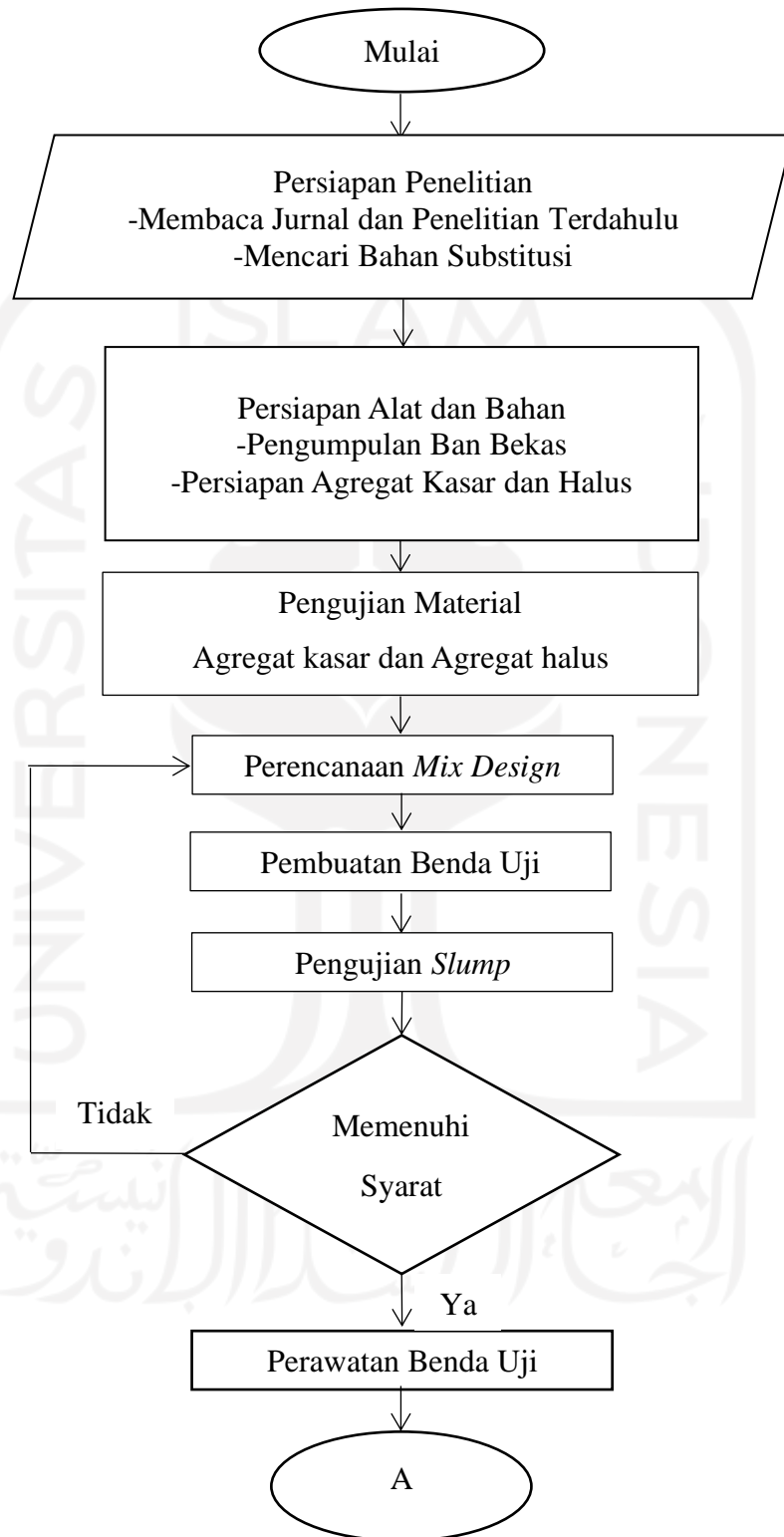
Untuk langkah-langkah pengujian kuat tarik belah beton adalah sebagai berikut.

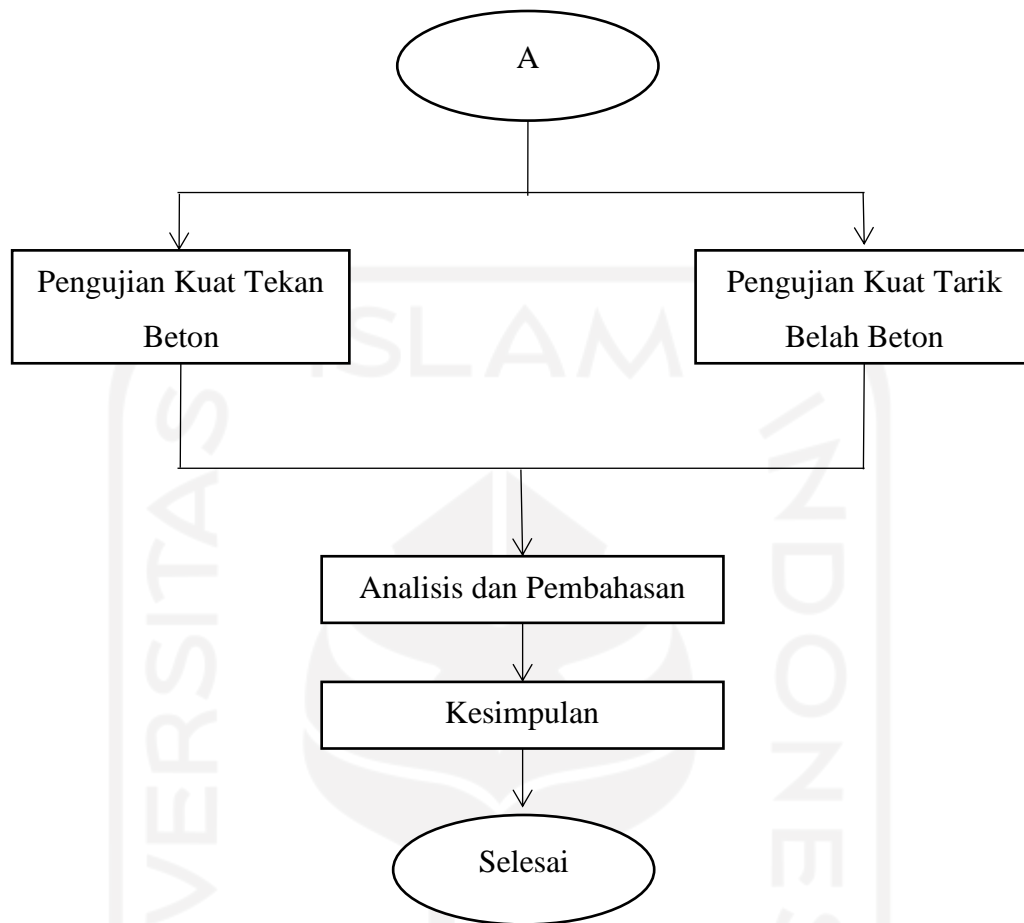
1. Siapkan alat yang akan digunakan dalam pengujian ini.
2. Melakukan pengukuran dimensi dan berat pada benda uji.
3. Memberi tanda pada benda uji untuk menggambar garis tengah di kedua sisi ujung benda uji, hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa kedua garis tengah berada pada bidang aksial yang sama.
4. Memasang bantalan bantu pembebanan dimesin uji pada bagian tengahnya tepatnya pada bagian atas meja tekan bagian bawah.

5. Menempatkan benda uji diatas bantalan yang terbuat dari kayu sehingga tanda garis tengah pada benda uji tegak lurus dengan titik pusat bantalan.
6. Letakkan bantalan bantu pembebanan yang terbuat dari kayu lapis dua diatas benda uji, posisikan agar titik tengah berpotongan dengan garis tengah yang ada pada benda uji bagian ujung silinder.
7. Mengatur posisi hingga proyeksi dari bidang yang ditandai dengan garis tengah di kedua ujung benda uji bertemu dengan titik tengah bagian atas meka penekan mesin uji.
8. Jalankan mesin uji tekan dengan memberikan beban secara menerus tanpa sentakan dengan kecepatan yang konstan berkisar  $0,7 - 1,4$  MPa/detik hingga benda uji hancur tebelah menjadi dua.
9. Catat angka beban maksimum yang didapatkan dari hasil pengujian.



#### 4.6 Bagan Alir Penelitian





**Gambar 4.1 Flowchart Bagan Alur Penelitian**

## **BAB V**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Umum**

Pada bab ini akan dijelaskan tentang hasil dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Universitas Islam Indonesia. Hasil dari penelitian yang diperoleh berupa data material yang meliputi berat jenis, penyerapan air agregat halus dan agregat kasar, berat isi gembur dan padat agregat halus dan kasar, modulus halus butir agregat kasar dan agregat halus, kandungan lumpur dalam pasir dan hasil pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian semen, hal ini dilakukan karena semen yang digunakan merupakan jenis semen tipe PCC yang sudah melalui *quality control* yang ketat dari pihak pabrik sehingga kualitasnya terjamin. Adapun bahan tambah yang digunakan pada penelitian ini merupakan Damdex dan ban bekas yang telah dipotong sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan yaitu sebesar 40mm.

#### **5.2 Pengujian Agregat Halus**

Agregat merupakan bahan penting yang sangat mempengaruhi mutu beton, oleh karena itu agregat yang digunakan dalam penelitian ini harus memiliki karakteristik yang baik. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari daerah Progo. Berikut adalah pengujian pada agregat yang dilakukan sebelum membuat *mix design* untuk mengetahui karakteristiknya.

##### **5.2.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui klasifikasi dan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu serta penyerapan air pada agregat halus yang akan digunakan. Berikut hasil pengujian pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus**

<b>Uraian</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	495
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1005
Berat piknometer berisi air, gram (B)	694
Berat Jenis Curah	2.6190
Berat Jenis jenuh kering muda (SSD)	2.6455
Berat Jenis semu	2.6902
Penyerapan Air	1.01%

Berdasarkan hasil pengujian diatas, diketahui bahwa berat jenis SSD adalah sebesar  $2,6455 \text{ gram/cm}^3$  yang memenuhi standar menurut SK.SNI.T-15-1990:1, agregat halus yang digunakan harus memiliki berat jenis SSD sebesar 2,5-2,7. Dalam pengujian ini juga diketahui bahwa agregat halus yang digunakan memiliki penyerapan air sebesar 1,01%.

#### 5.2.2 Pemeriksaan Berat Isi

Pemeriksaan berat isi pada agregat dibedakan menjadi berat isi gembur dan berat isi padat, data berat isi gembur dan berat isi padat agregat dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 berikut.

**Tabel 5.2 Berat Isi Gembur Agregat Halus**

<b>Uraian</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>
Berat Tabung (W1), gram	10720
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	17601
Berat Agregat (W3), gram	6881
Volume Tabung (V), $\text{cm}^3$	5193.1431
Berat Volume Gembur, $\text{gram/cm}^3$	1.3250

**Tabel 5.3 Berat Isi Padat Agregat Halus**

<b>Uraian</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>
Berat Tabung (W1), gram	10720
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	19020
Berat Agregat (W3), gram	8300
Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5193.1431
Berat Volume Padat, gram/cm <sup>3</sup>	1.5983

Dari hasil pengujian ini didapat berat isi gembur sebesar 1,3250 gram/cm<sup>3</sup> dan didapat pula berat isi padat agregat halus sebesar 1.5983 gram/cm<sup>3</sup>.

### 5.2.3 Pengujian Kandungan Lumpur

Pengujian ini dilakukan dengan cara memeriksa butiran agregat halus yang lolos melalui saringan No. 200, data hasil pengujian kandungan lumpur dapat dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut.

**Tabel 5.4 Kandungan Lumpur Agregat Halus**

<b>Uraian</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>
Berat Agregat Kering Oven (W1), gram	500
Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2), gram	491
Berat yang Lolos Ayakan No. 200	1.80%

Dari hasil pengujian pengujian kandungan lumpur yang dilakukan didapatkan persentase kandungan lumpur sebesar 1,80%. Nilai ini sudah memenuhi persyaratan berdasar Peraturan Umum Bangunan Indonesia 1982 (PUBI 1982) bahwa kandungan lumpur maksimum adalah sebesar 5% sehingga agregat halus yang akan digunakan dalam penelitian tidak perlu dicuci terlebih dahulu.

### 5.2.4 Analisa Saringan

Berdasarkan SNI 03-1968-1990 analisa saringan dilakukan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran agregat halus yang akan digunakan dalam penelitian ini. Data Analisa saringan disajikan pada Tabel 5.5 berikut ini.

**Tabel 5.5 Analisis Saringan Agregat Halus**

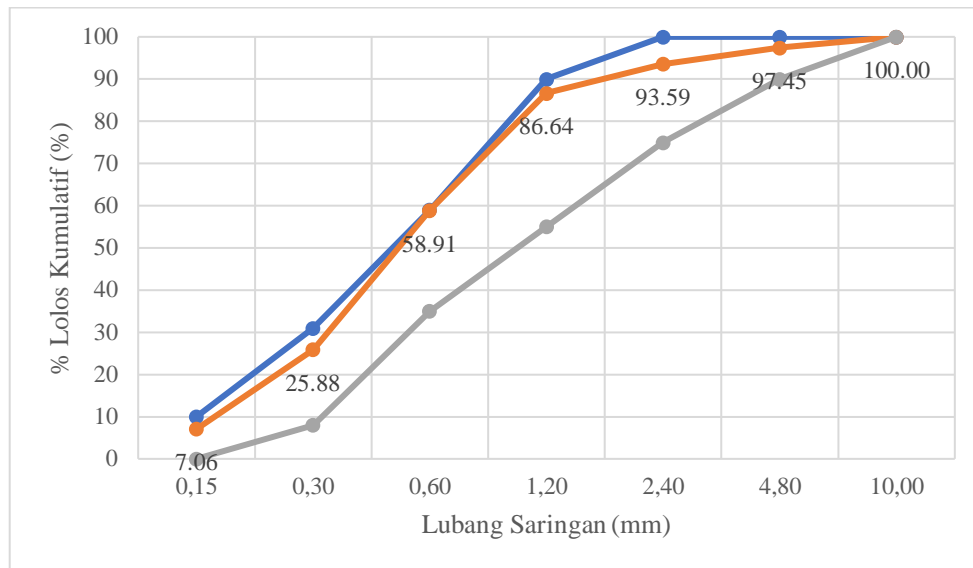
No	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
1	20,00	0	0.00%	0.00%	100.00%
2	10,00	0	0.00%	0.00%	100.00%
3	4,80	58	2.90%	2.90%	97.10%
4	2,40	86	4.30%	7.21%	92.79%
5	1,20	155	7.76%	14.96%	85.04%
6	0,60	549	27.48%	42.44%	57.56%
7	0,30	642	32.13%	74.57%	25.43%
8	0,15	376	18.82%	93.39%	6.61%
9	Sisa	132	6.61%	100.00%	0.00%
<b>Jumlah</b>		<b>1998</b>	<b>100.00%</b>	<b>335.49%</b>	
<b>Modulus Halus Butiran</b>			<b>2.354</b>		

Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai modulus halus butir agregat halus sebesar 2.354%, nilai ini sudah memenuhi standar sesuai dengan SK SNI S-04-1989-F dengan batas yang diizinkan yaitu sebesar 1,5% - 3,8%. Hasil Analisa saringan menunjukkan bahwa pasir yang digunakan termasuk kedalam daerah II dan merupakan pasir yang agak kasar. Adapun spesifikasi dan grafik gradasi agregat halus yang disajikan pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.1 sebagai berikut.

**Tabel 5.6 Spesifikasi Gradasi Agregat Halus Daerah II**

Lubang Ayakan (mm)	Batas Atas	Hasil Pengujian	Batas Bawah
10,00	100	100.00%	100
4,80	100	97.45%	90
2,40	100	93.59%	75
1,20	90	86.64%	55
0,60	59	58.91%	35
0,30	31	25.88%	8
0,15	10	7.06%	0





**Gambar 5.1 Grafik Gradasi Agregat Halus**

### 5.3 Pengujian Agregat Kasar

Mutu beton dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya kandungan semen, kandungan air, agregat halus dan agregat kasar. Karena itu penting untuk mengetahui karakteristik dari agregat kasar yang akan digunakan dalam penelitian ini agar mutu beton yang dihasilkan terjamin. Pengujian agregat kasar terdiri dari berbagai pengujian atau pemeriksaan yang akan dijelaskan sebagai berikut.

#### 5.3.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air

Setelah melakukan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar, didapatkan nilai sebagaimana pada Tabel 5.7 berikut ini.

**Tabel 5.7 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar**

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4890
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3044
Berat Jenis Curah	2.5000
Berat Jenis jenuh kering muda (SSD)	2.5562
Berat Jenis semu	2.6490
Penyerapan Air	2.25%

Dari pengujian yang telah dilakukan didapat berat jenis SSD sebesar 2,5562 gram/cm<sup>3</sup> dan memenuhi persyaratan yaitu diantara 2,2 gram/cm<sup>3</sup> – 2,7 gram/cm<sup>3</sup>. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini juga memiliki nilai penyerapan air sebesar 2,25%, nilai penyerapan air ini menunjukkan kemampuan agregat kasar dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai kondisi jenuh kering muka dari berat agregat kasar itu sendiri.

### 5.3.2 Pemeriksaan Berat Isi

Pengujian yang dilakukan pada pemeriksaan berat isi agregat kasar dibedakan menjadi dua jenis yaitu pemeriksaan berat isi gembur dan berat isi padat. Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 sebagai berikut.

**Tabel 5.8 Berat Isi Gembur Agregat Kasar**

<b>Uraian</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>
Berat Tabung (W1), gram	10725
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	18098
Berat Agregat (W3), gram	7373
Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5280.0067
Berat Volume Gembur, gram/cm <sup>3</sup>	1.3964

**Tabel 5.9 Berat Isi Padat Agregat Kasar**

<b>Uraian</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>
Berat Tabung (W1), gram	10725
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	19269
Berat Agregat (W3), gram	8544
Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5280.0067
Berat Volume Padat, gram/cm <sup>3</sup>	1.6182

Dari hasil pengujian berat isi, didapat nilai berat isi gembur agregat kasar sebesar 1,3964 gram/cm<sup>3</sup>, nilai tersebut sudah memenuhi persyaratan minimum berdasarkan (SII No.52-1980) yaitu sebesar 1,2 gram/cm<sup>3</sup>. Selain itu didapat juga

nilai berat isi padat agregat kasar sebesar 1.6182 gram/cm<sup>3</sup>, nilai ini masih dalam batas yang diizinkan yaitu minimal 1,2 gram/cm<sup>3</sup> (SII No.52-1980).

### 5.3.3 Analisa Saringan

Data Analisa saringan pada agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.10 sebagai berikut ini.

**Tabel 5.10 Analisa Saringan Agregat Kasar**

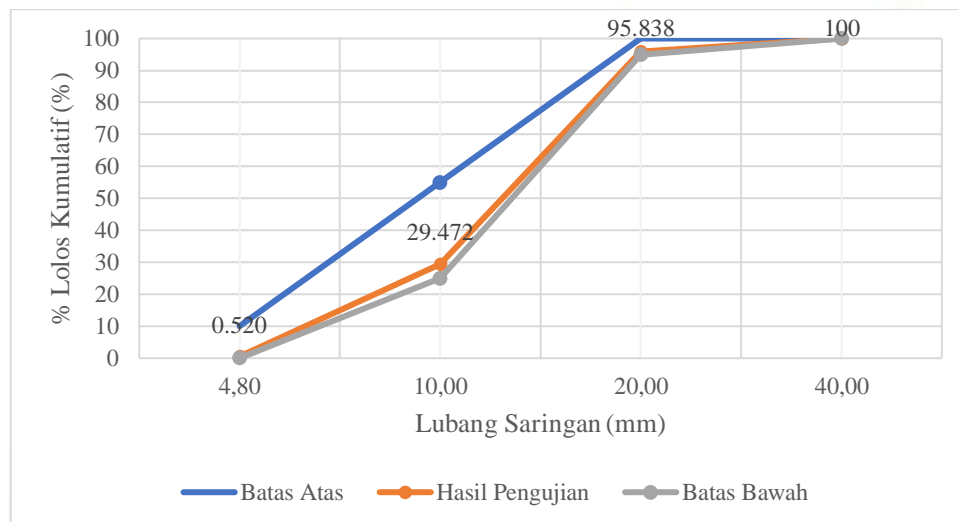
No	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
1	40,00	0	0.00%	0.00%	100.00%
2	20,00	208	4.16%	4.16%	95.84%
3	10,00	3317	66.37%	70.53%	29.47%
4	4,80	1447	28.95%	99.48%	0.52%
5	2,40	6	0.12%	99.60%	0.40%
6	1,20	0	0.00%	99.60%	0.40%
7	0,60	0	0.00%	99.60%	0.40%
8	0,30	0	0.00%	99.60%	0.40%
9	0,15	0	0.00%	99.60%	0.40%
10	Sisa	20	0.40%	100.00%	0.00%
<b>Jumlah</b>		<b>4998</b>	<b>100.00%</b>	<b>672.17%</b>	
<b>Modulus Halus Butir</b>				<b>6.721</b>	

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \text{persen tertinggal kumulatif mulai dari saringan 0,15mm}}{100} \\
 &= \frac{6,7217}{100} \\
 &= 6.7217
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian Analisa saringan agregat kasar didapat modulus halus butir sebesar 6.7217%, nilai tersebut sesuai dengan batas yang diizinkan yaitu 5% - 8%. Kerikil atau agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini termasuk kedalam kerikil dengan butir maksimum 20mm. Spesifikasi dan grafik gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Gambar 5.2 sebagai berikut ini.

**Tabel 5.11 Spesifikasi Gradasi Agregat Kasar dengan Besar Butir Maksimum 20mm**

Lubang Ayakan (mm)	Batas Atas	Hasil Pengujian	Batas Bawah
40,00	100	100	100
20,00	100	95.838	95
10,00	55	29.472	25
4,80	10	0.520	0



**Gambar 5.2 Grafik Gradasi Agregat Kasar**

#### 5.4 Perencanaan Campuran Beton

Setelah melakukan pengujian terhadap material yang akan digunakan dalam penelitian ini, maka dilakukan perencanaan campuran beton menggunakan metode SNI 03-2843-2000. Perencanaan mutu beton yang ditargetkan sebesar 25 MPa. Perencanaan campuran beton tersebut dilakukan sesuai dengan langkah Langkah berikut ini.

1. Menentukan kuat tekan rencana ( $F'c$ ) pada umur 28 hari sebesar 25MPa
2. Nilai standar deviasi (Sd)

Dikarenakan belum memiliki pengalaman dalam perencanaan campuran beton, maka diambil nilai standar deviasi dengan pengendalian mutu jelek yaitu sebesar 7 MPa

3. Menghitung nilai tambah untuk kuat desak rencana dengan menggunakan rumus:

$$M = 1,64 \times Sd$$

Dimana:

$M$  = Nilai Tambah

$Sd$  = Standar Deviasi Rencana

$$M = 1,64 \times 7 = 11,48 \text{ MPa (Dibulatkan menjadi 12 MPa)}$$

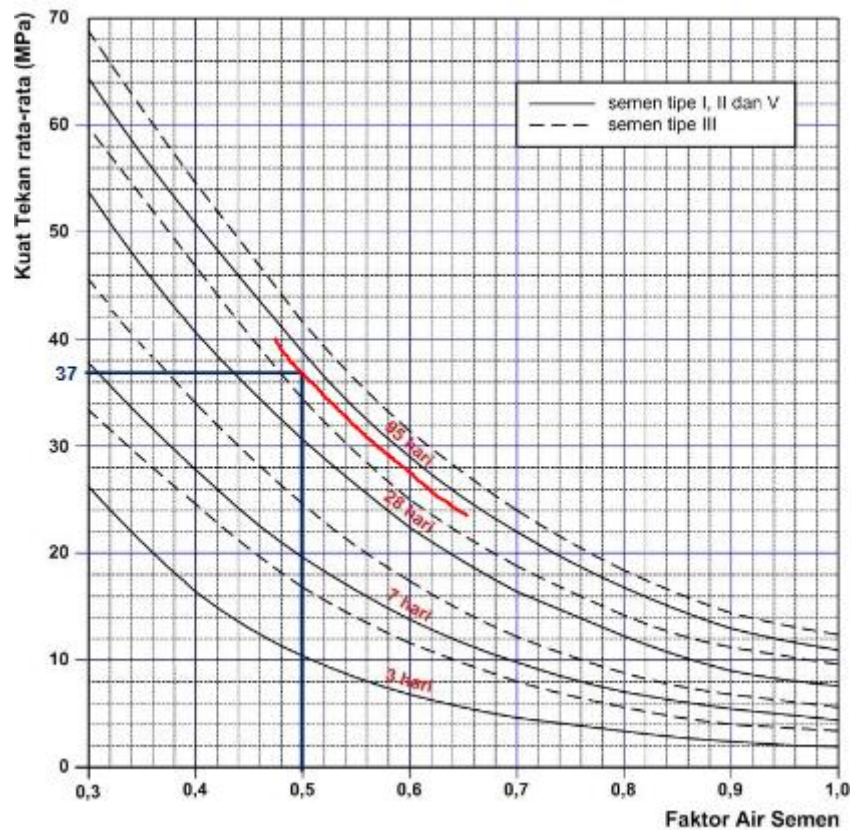
4. Kuat tekan beton rata-rata rencana ( $f'_{cr}$ )

$$F'_{cr} = f'_c + M$$

$$= 25 + 12$$

$$= 37 \text{ MPa}$$

5. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *portland* tipe I
6. Jenis agregat halus yang digunakan merupakan pasir yang berasal dari sungai Progo.
7. Jenis agregat kasar yang digunakan merupakan batu pecah dengan ukuran butir 20mm yang berasal dari daerah Clereng Kulonprogo.
8. Menentukan faktor air semen (FAS)
  - a. Berdasarkan pada Tabel 3.2, jenis semen *Portland* tipe I yang menggunakan agregat kasar batu pecah dengan benda uji silinder memiliki kuat tekan rencana sebesar 37 MPa pada umur 28 hari. Dikarenakan  $f'_{cr}$  sama dengan kuat tekan rencana pada tabel 3.2 maka faktor air semen yang digunakan sebesar 0,5.



**Gambar 5.3 Mencari Nilai Faktor Air Semen Pada Beton Normal**

(Sumber: SNI 03-2843-2000)

- b. Berdasarkan Tabel 3.3 dimana beton direncanakan didalam ruang bangunan keliling non korosif memiliki nilai faktor air semen maksimum sebesar 0,6
  - c. Diambil faktor air semen terkecil yaitu 0,5
9. Menentukan kadar air yang digunakan

Penentuan kadar air yang akan digunakan dalam penelitian ini berdasarkan Tabel 3.4, berikut langkah-langkah dalam menentukan kadar air yang digunakan.

- a. Ukuran agregat maksimum yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 20mm
- b. Penetapan nilai slump pada penelitian ini adalah sebesar 60-180 mm

c. Diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \text{Batu tak dipecahkan (Wh)} &= 195 \\
 \text{Batu dipecahkan} &= 225 \\
 \text{Kebutuhan air} &= \frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk \\
 &= \frac{2}{3}195 + \frac{1}{3}225 \\
 &= 205 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

10. Penetapan Jumlah Semen Minimum

Jumlah semen minimum ditetapkan dengan  $= \frac{\text{Kebutuhan Air}}{FAS}$

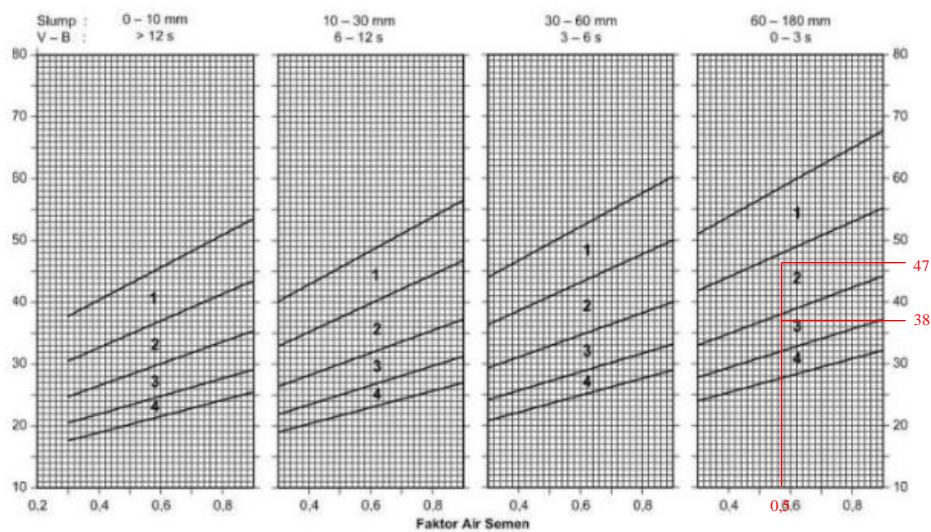
Maka, didapat jumlah semen minimum sebesar  $= \frac{205}{0.5} = 410 \text{ kg/m}^3$

11. Berdasarkan Tabel 3.3 didapat nilai semen minimum sebesar  $275 \text{ kg/m}^3$ , dibandingkan dengan jumlah semen minimum pada nomor 10 maka diambil jumlah semen minimum sebesar  $410 \text{ kg/m}^3$ .

12. Kebutuhan air yang digunakan tidak berubah dikarenakan pada nomor 11 kebutuhan semen minimum yang digunakan tidak berubah. Maka jumlah semen minimum yang digunakan sebesar  $410 \text{ kg/m}^3$  dan jumlah kadar air yang digunakan sebesar  $205 \text{ kg/m}^3$ .

13. Penentuan persentase agregat halus dan agregat kasar

- a. Dalam menentukan persentase agregat, langkah awal adalah menentukan batas atas dan batas bawah terlebih dahulu berdasarkan Gambar 5.4 seperti dibawah ini.
- b. Tentukan faktor air semen (FAS) yang digunakan lalu tarik garis lurus pada gradasi yang sudah ditentukan yaitu gradasi 2.
- c. Setelah garis faktor air semen bersinggungan dengan garis batas gradasi, kemudian tarik garis ke kanan sehingga dapat ditemukan batas bawah dan batas atasnya.



Grafik 14: Persen Pasir terhadap Kadar Total Agregat yang dianjurkan  
Untuk ukuran butir maksimum 20 mm

### Gambar 5.4 Penentuan Persentase Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Digunakan Dalam Penelitian

(Sumber: SNI 03-2843-2000)

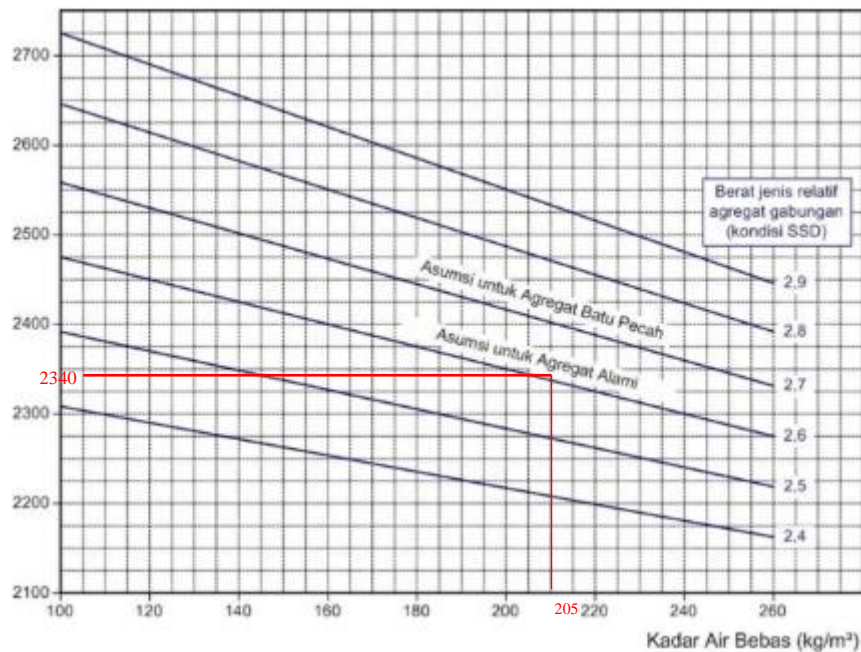
- d. Batas Bawah : 38  
 Batas Atas : 47  
 Persentase Agregat Halus :  $\frac{38+47}{2} = 42.5\%$   
 Persentase Agregat Kasar :  $100\% - 42.5\% = 57,5\%$

#### 14. Berat jenis agregat

- a. Berat jenis SSD agregat halus : 2,6455  
 b. Berat jenis SSD agregat kasar : 2,5562  
 c. Berat jenis gabungan :  $(42,5\% \times 2,6455) + (57,5\% \times 2,5562)$   
 : 2.5941525

#### 15. Menentukan berat isi beton





**Gambar 5.5 Penentuan Berat Isi Beton Basah Yang Digunakan Pada Penelitian**

(Sumber: SNI 03-2843-2000)

Dari gambar diatas didapat berat isi beton sebesar  $2340 \text{ kg/m}^3$

16. Penentuan berat agregat campuran

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat campuran} &= \text{Berat isi beton} - \text{berat semen} - \text{berat air} \\ &= 2340 - 410 - 205 \\ &= 1725 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

17. Penentuan proporsi campuran beton

$$\text{Kebutuhan agregat halus} = 42,5\% \times 1725 = 733,125 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kebutuhan agregat kasar} = 57,5\% \times 1725 = 991,875 \text{ kg/m}^3$$

18. Rekapitulasi *mix design* menggunakan metode SNI 03-2843-2000 disajikan pada Tabel 5.12 berikut ini.

**Tabel 5.12 Rekapitulasi Mix Design Menggunakan Metode SNI 03-2843-2000**

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat Tekan Rencana (f'c)	25	MPa
2	Deviasi Standar	7	
3	Nilai Tambah	12	
4	Kuat Tekan Beton Ditargetkan (fcr)	37	MPa
5	Jenis Semen	<i>Portland</i> Tipe I	
6	Faktor Air Semen (fas)	0.5	
7	Nilai <i>Slump</i>	60-180	mm
8	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm
9	Wh	195	
10	Wk	225	
11	Kadar Air Bebas	205	kg
12	Jumlah Semen	410	kg
13	Kadar Semen Minimum	410	kg
14	Berat Jenis Agregat Halus	2.646	
15	Berat Jenis Agregat Kasar	2.556	
16	Berat Jenis Butiran Agregat Gabungan	2.594	
17	Persen Agregat Halus	42,5	%
18	Persen Agregat Kasar	57,5	%
19	Berat Isi Beton	2,340	kg/m <sup>3</sup>
20	Kadar Agregat Gabungan	1,725	kg/m <sup>3</sup>
21	Kadar Agregat Halus	733.125	kg/m <sup>3</sup>

19. Proporsi kebutuhan untuk 1m<sup>3</sup>, sebagai berikut:

- a. Semen : 410 kg
- b. Air : 205 kg
- c. Agregat Halus : 734 kg
- d. Agregat Kasar : 992 kg

20. Proporsi kebutuhan untuk 1m<sup>3</sup> ditambah dengan faktor penyusutan sebesar 30% sebagai berikut:

- a. Semen : 533 kg
- b. Air : 266,5 kg
- c. Agregat Halus : 954,2 kg
- d. Agregat Kasar : 1289,6 kg

21. Dalam penelitian ini digunakan 5 silinder per variasinya, berikut adalah proporsi kebutuhan untuk 5 silinder.

$$\begin{aligned}\text{Volume silinder} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= \pi \times 0,075^2 \times 0,3 \times 5 \\ &= 0,0265 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- a. Semen : 533 kg x 0,0265 = 13.041 kg
- b. Air : 266,5 kg x 0,0265 = 6.5207 kg
- c. Agregat Halus : 954,2 kg x 0,0265 = 23.347 kg
- d. Agregat Kasar : 1289,6 kg x 0,0265 = 31.554 kg

22. Menghitung kebutuhan ban bekas

Berat ban bekas yang digunakan untuk pengganti sebagian agregat kasar dan terdapat pada beberapa variasi dengan berat sebesar 5%, 10%, dan 15% dari berat agregat kasar yang digunakan. Hasil perhitungan ban bekas yang digunakan disajikan pada Tabel 5.13 sebagai berikut.

**Tabel 5.13 Rekapitulasi Kebutuhan Ban Bekas**

Variasi	Ban Bekas	Jumlah Sampel	Agregat Kasar (Kg)	Ban Bekas (Kg)
CT2	5.0%	5	32.474	1.624
CT3	10.0%	5	30.765	3.077
CT4	15.0%	5	29.056	4.358
CT6	5.0%	5	32.474	1.624
CT7	10.0%	5	30.765	3.077
CT8	15.0%	5	29.056	4.358
CT10	5.0%	5	32.474	1.624
CT11	10.0%	5	30.765	3.077
CT12	15.0%	5	29.056	4.358
CT14	5.0%	5	32.474	1.624
CT15	10.0%	5	30.765	3.077
CT16	15.0%	5	29.056	4.358

23. Menghitung kebutuhan damdex

Damdex digunakan sebagai bahan tambah dan terdapat pada beberapa variasi dengan berat sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5% dari berat semen yang

digunakan. Adapun perhitungan kebutuhan bahan tambah damdex dan rekapitulasi kebutuhan damdex pada Tabel 5.14 sebagai berikut.

**Tabel 5.14 Rekapitulasi Kebutuhan Damdex**

Variasi	Damdex	Jumlah Sampel	Semen (Kg)	Damdex (Kg)
CT5	2.5%	5	14.1283	0.3532
CT6	2.5%	5	14.1283	0.3532
CT7	2.5%	5	14.1283	0.3532
CT8	2.5%	5	14.1283	0.3532
CT9	5%	5	14.1283	0.7064
CT10	5%	5	14.1283	0.7064
CT11	5%	5	14.1283	0.7064
CT12	5%	5	14.1283	0.7064
CT13	7.5%	5	14.1283	1.0596
CT14	7.5%	5	14.1283	1.0596
CT15	7.5%	5	14.1283	1.0596
CT16	7.5%	5	14.1283	1.0596

24. Menghitung kebutuhan material untuk 5 silinder setiap variasinya dapat dilihat pada Tabel 5.15 sebagai berikut.

**Tabel 5.15 Rekapitulasi Kebutuhan Material**

Variasi	Jumlah Sampel	Semen (Kg)	Damdex (Kg)	Air (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Ban Bekas (Kg)	Agregat Kasar (Kg)
CT1	5	14.128	0	7.064	25.293	0	34.184
CT2	5	14.128	0	7.064	25.293	1.624	32.474
CT3	5	14.128	0	7.064	25.293	3.077	30.765
CT4	5	14.128	0	7.064	25.293	4.358	29.056
CT5	5	14.128	0.353	7.064	25.293	0	34.184
CT6	5	14.128	0.353	7.064	25.293	1.624	32.474
CT7	5	14.128	0.353	7.064	25.293	3.077	30.765
CT8	5	14.128	0.353	7.064	25.293	4.358	29.056

**Lanjutan Tabel 5.15 Rekapitulasi Kebutuhan Material**

Variasi	Jumlah Sampel	Semen (Kg)	Damdex (Kg)	Air (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Ban Bekas (Kg)	Agregat Kasar (Kg)
CT9	5	14.128	0.706	7.064	25.293	0	34.184
CT10	5	14.128	0.706	7.064	25.293	1.624	32.474
CT11	5	14.128	0.706	7.064	25.293	3.077	30.765
CT12	5	14.128	0.706	7.064	25.293	4.358	29.056
CT13	5	14.128	1.06	7.064	25.293	0	34.184
CT14	5	14.128	1.06	7.064	25.293	1.624	32.474
CT15	5	14.128	1.06	7.064	25.293	3.077	30.765
CT16	5	14.128	1.06	7.064	25.293	4.358	29.056
<b>Jumlah</b>	<b>80</b>	<b>226.053</b>	<b>8.477</b>	<b>113.027</b>	<b>404.691</b>	<b>36.235</b>	<b>505.918</b>

## 5.5 Hasil Penelitian dan Pembahasan

### 5.5.1 Nilai *Slump*

Nilai *slump* yang direncanakan pada penelitian ini adalah sebesar 60-180mm. Setelah dilakukan pembuatan sampel didapat nilai *slump* yang dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan besaran persentase nilai *slump* pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan Gambar 5.6

**Tabel 5.16 Nilai *Slump* Pada Penelitian**

No	Kode Benda Uji	Nilai <i>Slump</i> Rata Rata (Cm)
1	CT1	8.5
2	CT2	10.6
3	CT3	9.8
4	CT4	8.7
5	CT5	8
6	CT6	8.1
7	CT7	10.4
8	CT8	8.4
9	CT9	10.1
10	CT10	8

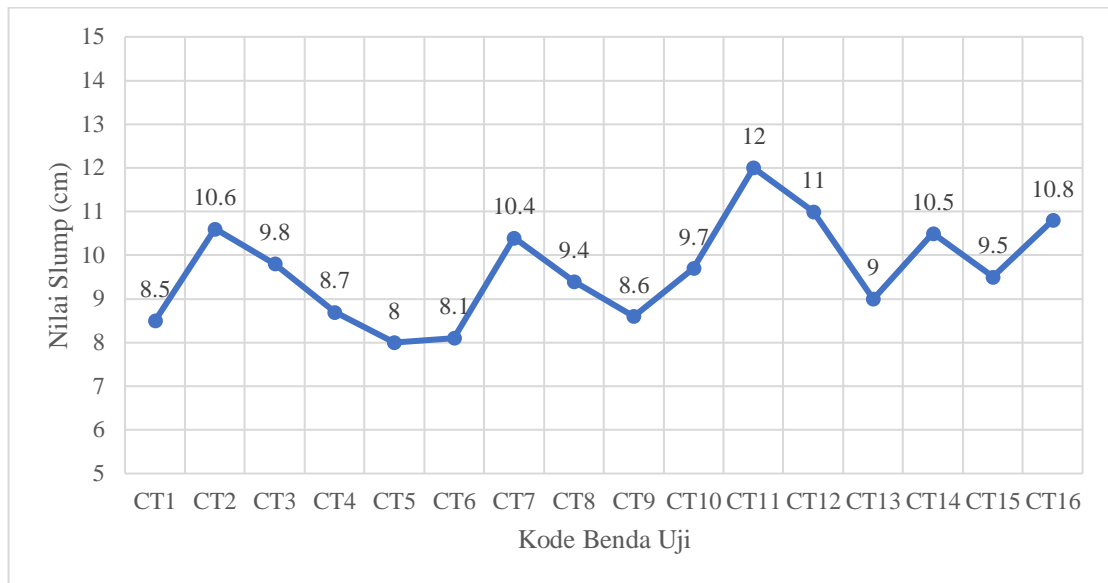
**Lanjutan Tabel 5.16 Nilai *Slump* Pada Penelitian**

No	Kode Benda Uji	Nilai <i>Slump</i> Rata Rata (Cm)
11	CT11	12
12	CT12	11
13	CT13	9
14	CT14	10.5
15	CT15	8.1
16	CT16	10.8

Persentase perubahan nilai *slump* pada penelitian ini akan disajikan pada Tabel 5.17 dengan acuan perubahan nilai *slump* terhadap hasil *slump* beton normal (CT1).

**Tabel 5.17 Persentase Perubahan Nilai *Slump* Pada Penelitian**

No	Kode Benda Uji	Nilai <i>Slump</i> Rata Rata (cm)	Persentase Perubahan Nilai <i>Slump</i> (%)
1	CT1	8.5	0
2	CT2	10.6	24.71%
3	CT3	9.8	-7.55%
4	CT4	8.7	-11.22%
5	CT5	8	-8.05%
6	CT6	8.1	1.25%
7	CT7	10.4	28.40%
8	CT8	9.4	-9.62%
9	CT9	8.6	-8.51%
10	CT10	9.7	12.79%
11	CT11	12	23.71%
12	CT12	11	-8.33%
13	CT13	9	-18.18%
14	CT14	10.5	16.67%
15	CT15	9.5	-9.52%
16	CT16	10.8	13.68%



**Gambar 5.6 Perubahan Nilai Slump Pada Tiap Variasi**

Dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan Gambar 5.6 diatas, nilai *slump* tertinggi terdapat pada variasi CT 11 (Ban Bekas 10%, Damdex 5%) dengan *slump* sebesar 12cm dan nilai *slump* terendah pada variasi CT 5 (Ban Bekas 0%, Damdex 2,5%). Hal ini terjadi dikarenakan sifat karet dari ban bekas yang tidak menyerap air sehingga meningkatkan *workability* pengerjaan adukan beton, dapat dilihat pada Gambar 5.6 bahwa variasi dengan nilai *slump* tinggi terdapat pada variasi dengan kadar ban bekas yang lebih banyak.

#### 5.5.2 Analisa Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton akan dilakukan pada benda uji dengan kuat tekan rencana ( $f'_{cr}$ ) sebesar 37 MPa. Benda uji memiliki umur 28 hari dan banyaknya benda uji yang akan diuji adalah sebanyak 48 silinder yang terdiri dari 16 variasi. Masing masing variasi diberi bahan tambah Damdex sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5% dari berat semen dan terdapat penggantian sebagian agregat kasar dengan menggunakan ban bekas dengan kadar yang digunakan sebesar 5%, 10%, dan 15% dari berat agregat kasar. Perhitungan kuat tekan beton dapat dilihat dibawah ini.

Perhitungan Kuat Tekan

Benda Uji CT 1 (Beton Normal)

$$\begin{aligned}\text{Kuat Desak} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{505,68 \text{ kN}}{18131,44 \text{ cm}^2} \\ &= 27,89 \text{ MPa}\end{aligned}$$



**Gambar 5.7 Pengujian Kuat Tekan Beton CT1**



**Gambar 5.8 Beton CT1 Setelah Uji Kuat Tekan Beton**

Rekapitulasi pengujian kuat tekan beton sebanyak 48 silinder dapat dilihat pada Tabel 5.18 dibawah ini.



**Tabel 5.18 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton**

<b>REKAPITULASI KUAT TEKAN</b>			
<b>Kode Sampel</b>	<b>Kadar Ban Bekas</b>	<b>Kadar Damdex</b>	<b>Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)</b>
CT1	0.0%	0%	28.80
CT2	5.0%	0%	17.48
CT3	10.0%	0%	19.36
CT4	15.0%	0%	20.28
CT5	0.0%	2.5%	21.62
CT6	5.0%	2.5%	22.96
CT7	10.0%	2.5%	17.69
CT8	15.0%	2.5%	15.21
CT9	0.0%	5.0%	24.02
CT10	5.0%	5.0%	17.24
CT11	10.0%	5.0%	15.81
CT12	15.0%	5.0%	19.94
CT13	0.0%	7.5%	24.33
CT14	5.0%	7.5%	27.87
CT15	10.0%	7.5%	17.22
CT16	15.0%	7.5%	18.44

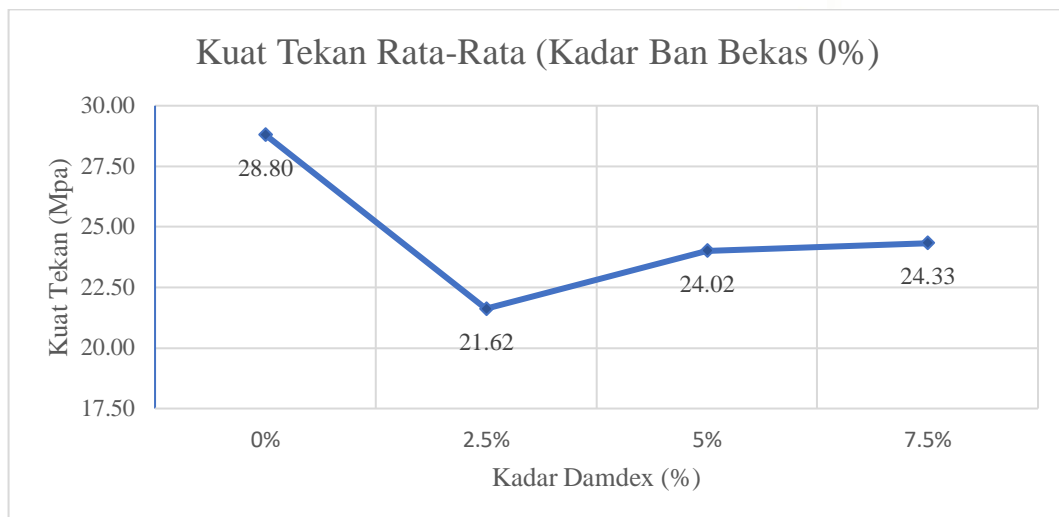
Persentase perubahan kuat tekan rata-rata mengacu terhadap kuat tekan rencana yaitu 25MPa, berikut persentase perubahan kuat tekan rata-rata disajikan pada Tabel 5.19 sebagai berikut.

**Tabel 5.19 Persentase Perubahan Kuat Tekan Rata-Rata**

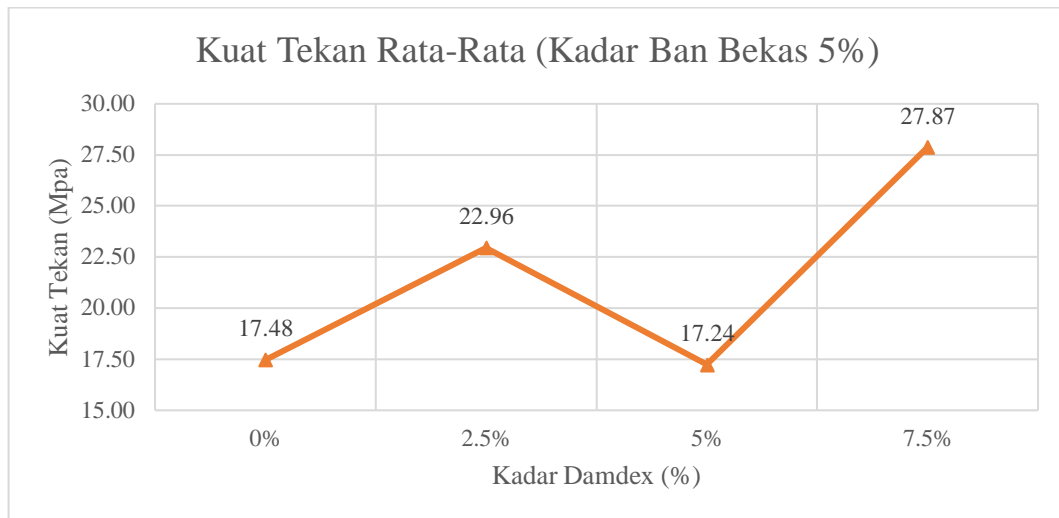
<b>REKAPITULASI KUAT TEKAN</b>		
<b>Kode Sampel</b>	<b>Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)</b>	<b>Persentase Perubahan</b>
CT1	28.8	0%
CT2	17.48	-30.10%
CT3	19.36	-22.55%
CT4	20.28	-18.87%
CT5	21.62	-13.52%
CT6	22.96	-8.17%

Lanjutan Tabel 5.19 Persentase Perubahan Kuat Tekan Rata-Rata

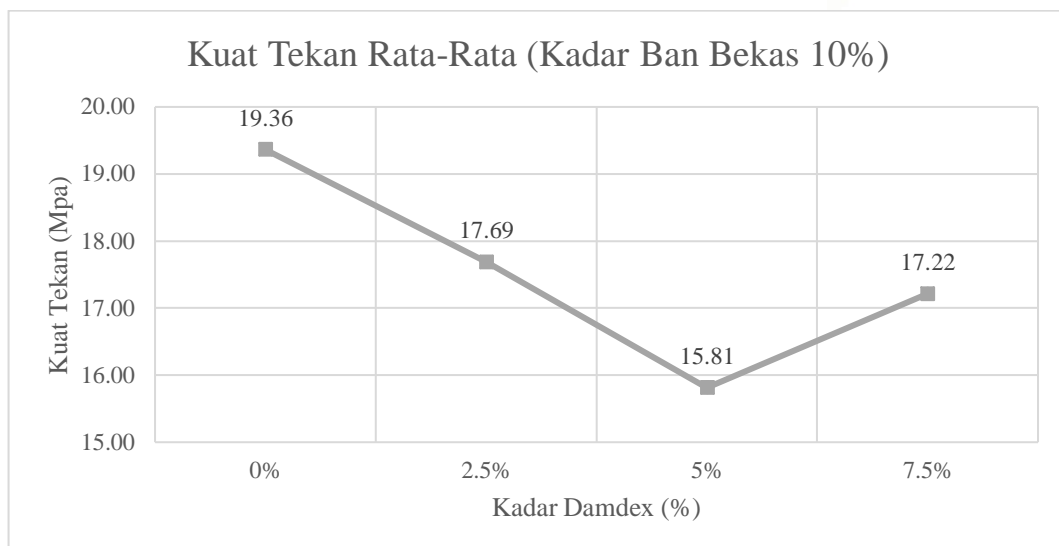
REKAPITULASI KUAT TEKAN		
Kode Sampel	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Persentase Perubahan
CT7	17.69	-29.24%
CT8	15.21	-39.18%
CT9	24.02	-3.93%
CT10	17.24	-31.02%
CT11	15.81	-36.75%
CT12	19.94	-20.24%
CT13	24.33	-2.66%
CT14	27.87	11.49%
CT15	17.22	-31.14%
CT16	18.44	-26.23%



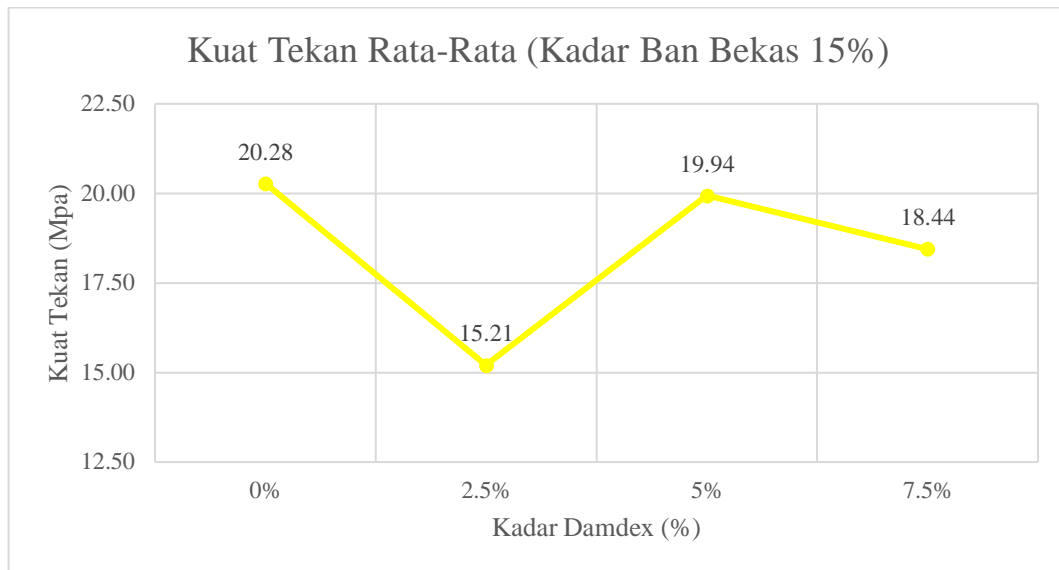
Gambar 5.9 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Ban Bekas 0%



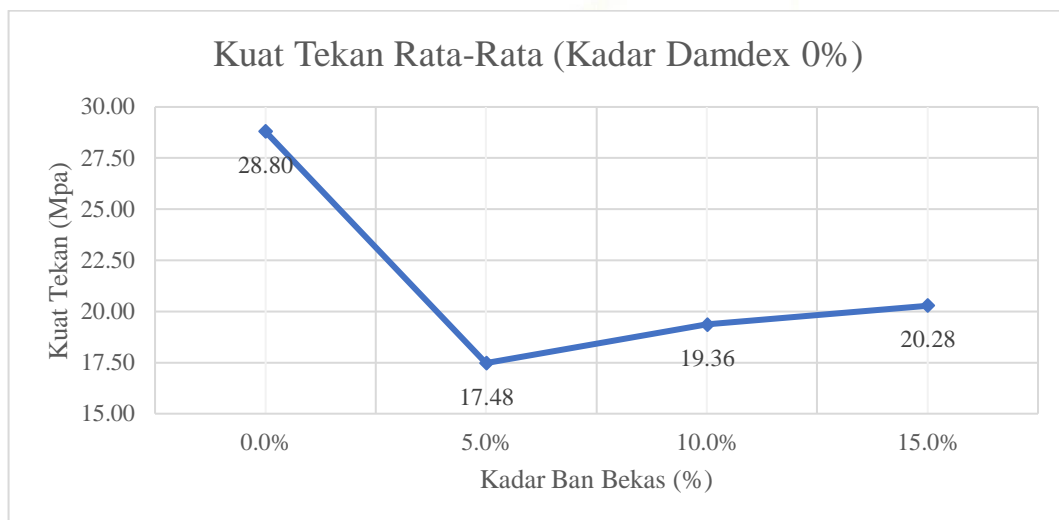
**Gambar 5.10 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Ban Bekas 5%**



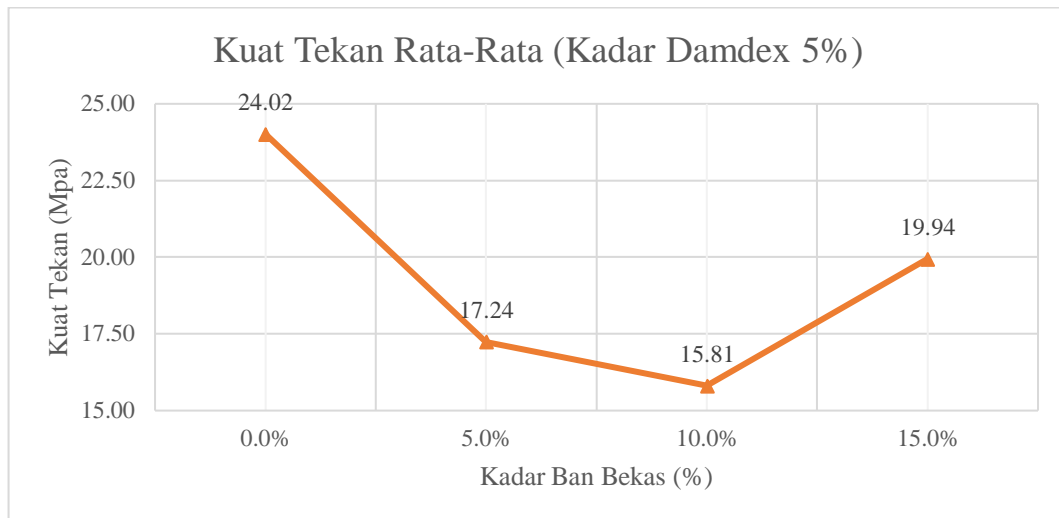
**Gambar 5.11 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Ban Bekas 10%**



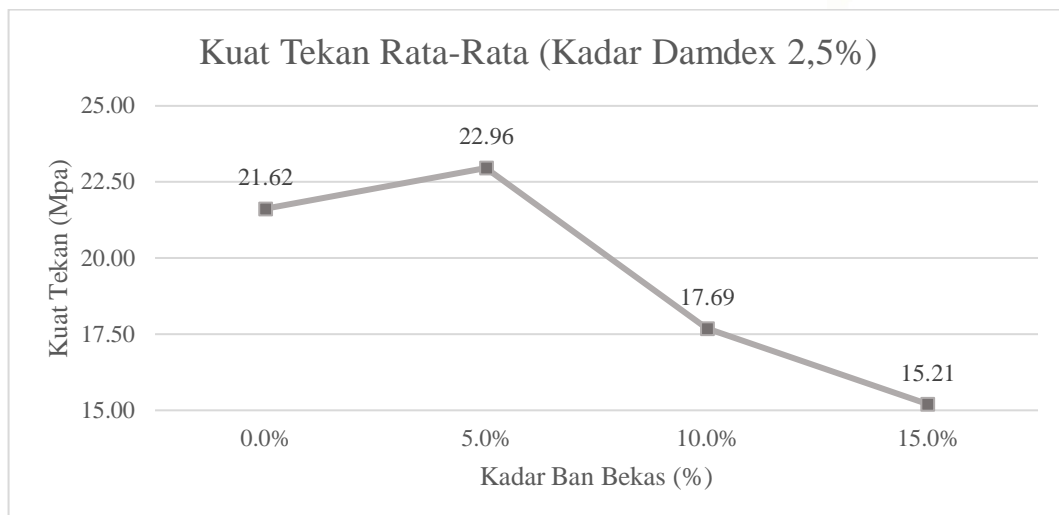
**Gambar 5.12 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Ban Bekas 15%**



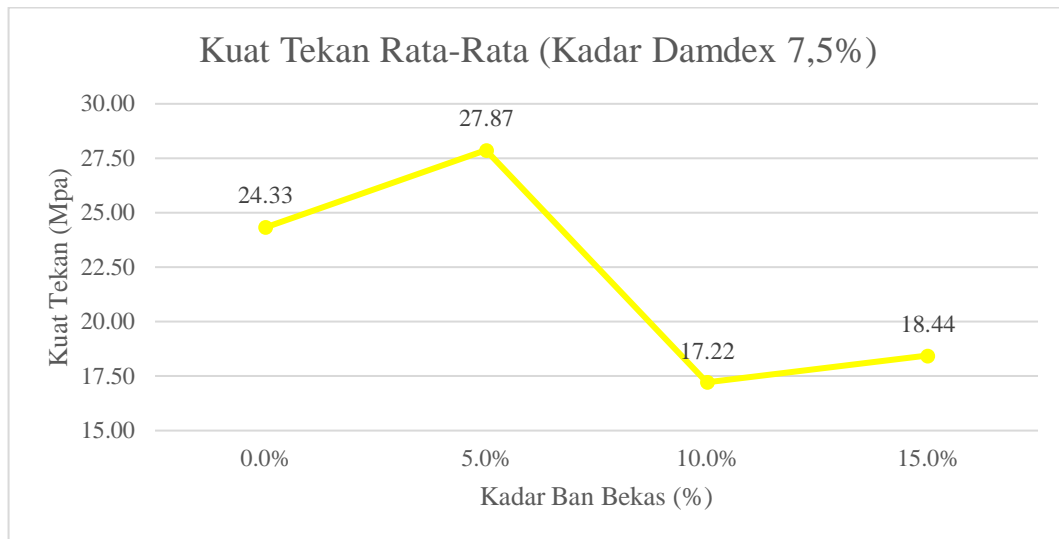
**Gambar 5.13 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Damdex 0%**



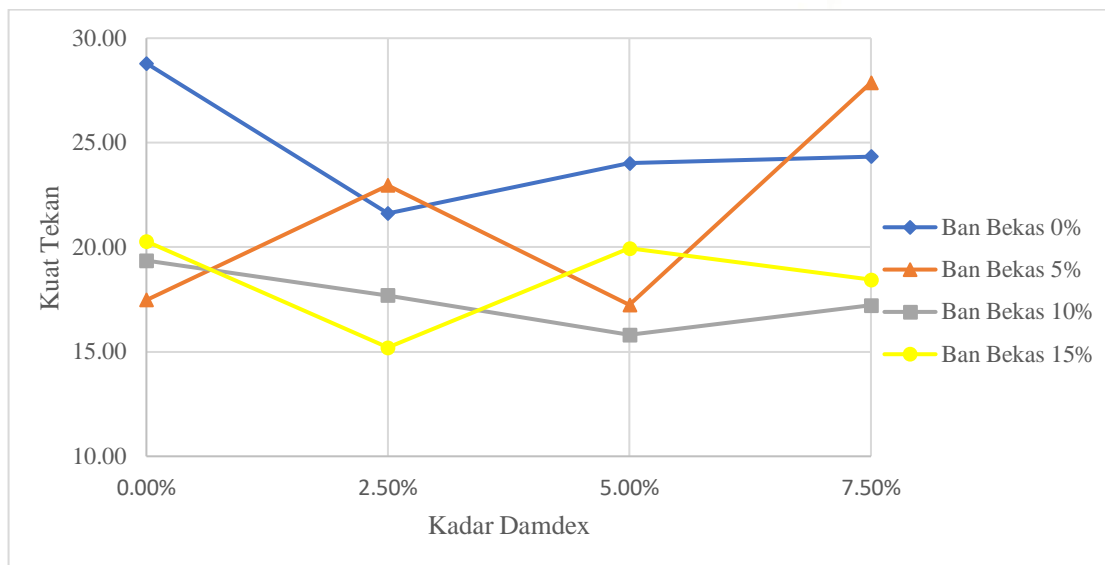
**Gambar 5.14 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Damdex 5%**



**Gambar 5.15 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Damdex 10%**



**Gambar 5.16 Nilai Kuat Tekan Pada Variasi Kadar Damdex 15%**



**Gambar 5.17 Perubahan Nilai Kuat Tekan Pada Setiap Variasi**

Nilai kuat tekan beton yang didapat pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.18 dan Gambar 5.17, nilai kuat tekan rata-rata beton tertinggi terdapat pada variasi CT 1 (Beton Normal) dengan kuat tekan sebesar 28,80 MPa dan kuat tekan rata-rata beton terendah terdapat pada variasi CT 8 (Ban Bekas 15%, Damdex 2,5%).

Pada sampel CT 8 (Ban Bekas 15%, Damdex 2,5%) mengalami penurunan kuat tekan rata-rata sebesar 39,18% dari kuat tekan rencana (25MPa). Hal ini terjadi

disebabkan karena penambahan ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada beton mengakibatkan penurunan kuat tekan dikarenakan sifat karet dari ban bekas itu sendiri yang lebih lunak dibandingkan agregat kasar pada umumnya, selain sifat lunak tersebut, ban bekas juga bersifat licin sehingga ikatan yang terjadi pada campuran beton lebih rendah sehingga kuat tekan beton yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan beton normal.

Hasil pengujian kuat tekan beton tersebut berkaitan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Setiabudi Andreas, dkk (2019) bahwa penambahan potongan ban bekas pada campuran beton dapat menurunkan kuat tekan beton hingga 59,83%.

Adapun suatu variasi yang menggunakan potongan ban bekas namun memiliki kuat tekan yang tinggi yaitu variasi CT 14 (Ban Bekas 5%, Damdex 7,5%) dengan kuat tekan rata-rata sebesar 27,87 MPa. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa penambahan ban bekas pada campuran beton dapat menurunkan kuat tekan beton pada campuran tersebut, namun hal ini tidak terjadi pada variasi CT 14, hal ini terjadi dikarenakan pada variasi tersebut menggunakan damdex yang memiliki fungsi sebagai pengeras beton, Damdex meningkatkan proses pengerasan beton dan sifatnya memperkuat ikatan pada campuran beton tersebut sehingga kuat tekan yang dihasilkan melebihi kuat tekan rencana.

Penambahan ban bekas pada campuran beton dapat mengurangi limbah apabila digunakan secara berkala dan menerus, mengacu pada variasi dengan kuat tekan optimum yaitu CT 14 maka ban bekas yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar sebesar 5% dari berat agregat kasar, apabila diasumsikan melakukan pengecoran sebanyak  $1\text{m}^3$  dengan agregat kasar sebanyak 992kg, maka ban bekas dapat mensubstitusi agregat kasar tersebut sebanyak 49,59kg. Jika pengecoran dilakukan secara masal menggunakan substitusi ban bekas maka limbah ban bekas dapat dimanfaatkan secara optimal.

### 5.5.2 Analisa Kuat Tarik Belah Beton

Sama halnya dengan pengujian kuat tekan beton, pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada benda uji yang berumur 28 hari. Pengujian kuat tarik belah beton ini dilakukan pada 32 silinder yang terdiri dari 16 variasi. Perhitungan kuat tarik belah pada beton dapat dilihat dibawah ini.

Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton

Benda Uji CT 1 (Beton Normal)

$$\begin{aligned}\text{Kuat Tarik Belah} &= \frac{2 \times P}{\mu \times L \times D} \\ &= \frac{2 \times 203}{\mu \times 14,8 \times 30,4} \times 10 = 2,86 \text{ MPa}\end{aligned}$$



**Gambar 5.18 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton CT 1**





**Gambar 5.19 Beton Uji CT 1 Setelah Pengujian Kuat Tarik Belah**

Rekapitulasi pengujian kuat tarik belah beton sebanyak 32 *sample* dapat dilihat pada Tabel 5.20 sebagai berikut.

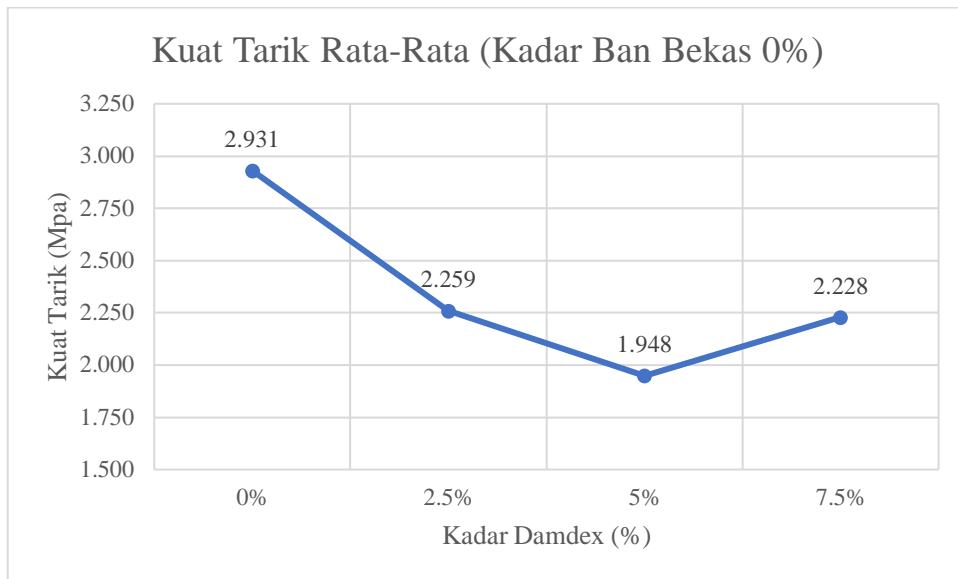
**Tabel 5.20 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton**

<b>REKAPITULASI KUAT TARIK</b>			
<b>Kode Sampel</b>	<b>Kadar Ban Bekas</b>	<b>Kadar Damdex</b>	<b>Kuat Tarik Rata-Rata (MPa)</b>
CT1	0.0%	0%	2.93
CT2	5.0%	0%	1.78
CT3	10.0%	0%	1.78
CT4	15.0%	0%	1.74
CT5	0.0%	2.5%	2.26
CT6	5.0%	2.5%	1.87
CT7	10.0%	2.5%	1.55
CT8	15.0%	2.5%	1.81
CT9	0.0%	5%	1.95
CT10	5.0%	5%	1.33
CT11	10.0%	5%	1.68
CT12	15.0%	5%	1.90
CT13	0.0%	7.5%	2.23
CT14	5.0%	7.5%	1.99
CT15	10.0%	7.5%	1.96
CT16	15.0%	7.5%	2.16

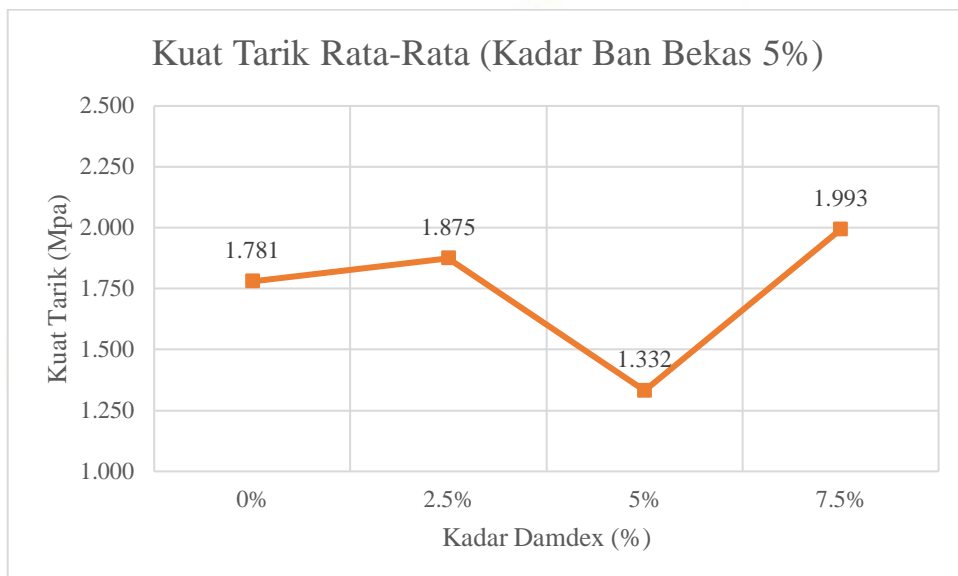
Persentase perubahan kuat tarik belah beton rata-rata mengacu terhadap kuat tekan rencana yaitu 2,5MPa, berikut persentase perubahan kuat tarik belah beton rata-rata disajikan pada Tabel 5.21 sebagai berikut.

**Tabel 5.21 Persentase Perubahan Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata**

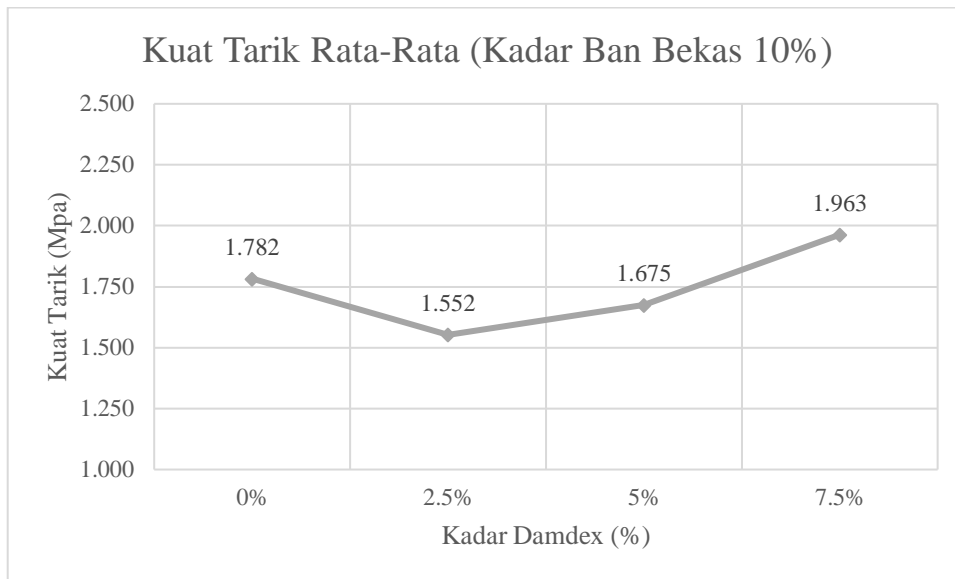
<b>Kode Sampel</b>	<b>Kuat Tarik Rata-Rata (MPa)</b>	<b>Persentase Perubahan Kuat Tarik Belah Beton (%)</b>
CT1	2.931	0
CT2	1.781	-28.78%
CT3	1.782	-28.71%
CT4	1.739	-30.45%
CT5	2.259	-9.65%
CT6	1.875	-25.01%
CT7	1.552	-37.91%
CT8	1.814	-27.44%
CT9	1.948	-22.07%
CT10	1.332	-46.74%
CT11	1.675	-33.00%
CT12	1.896	-24.15%
CT13	2.228	-10.86%
CT14	1.993	-20.29%
CT15	1.963	-21.48%
CT16	2.157	-13.71%



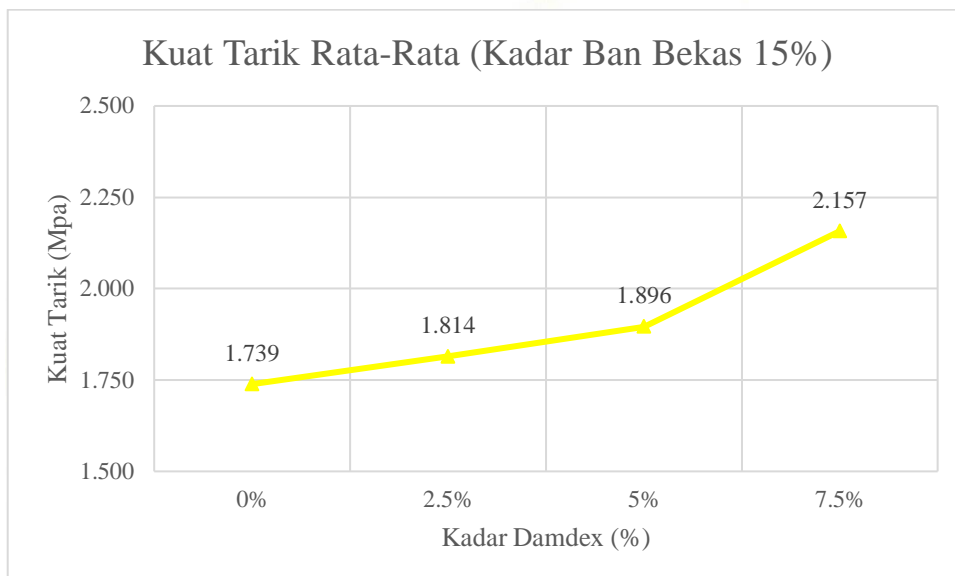
**Gambar 5.20 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Ban Bekas 0%**



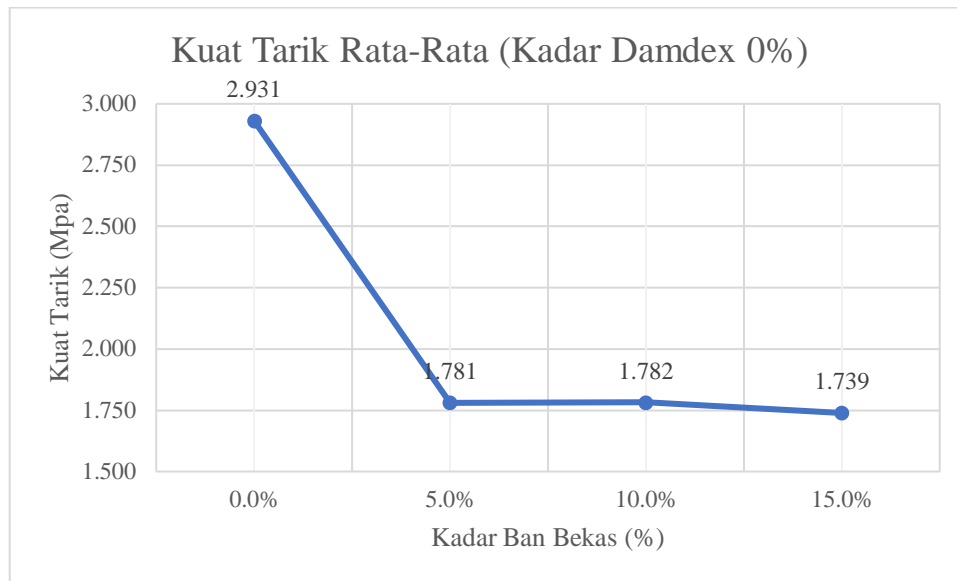
**Gambar 5.21 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Ban Bekas 5%**



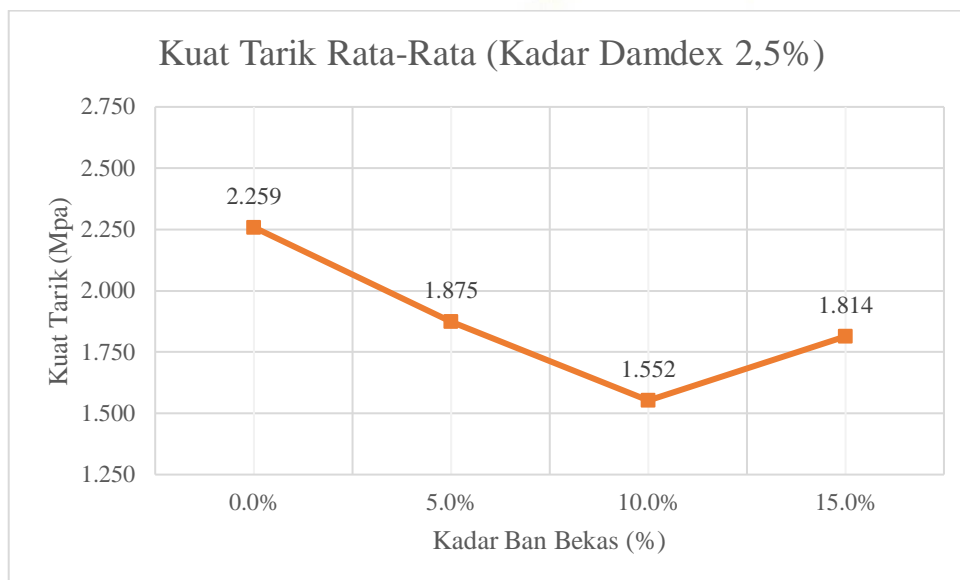
**Gambar 5.22 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Ban Bekas 10%**



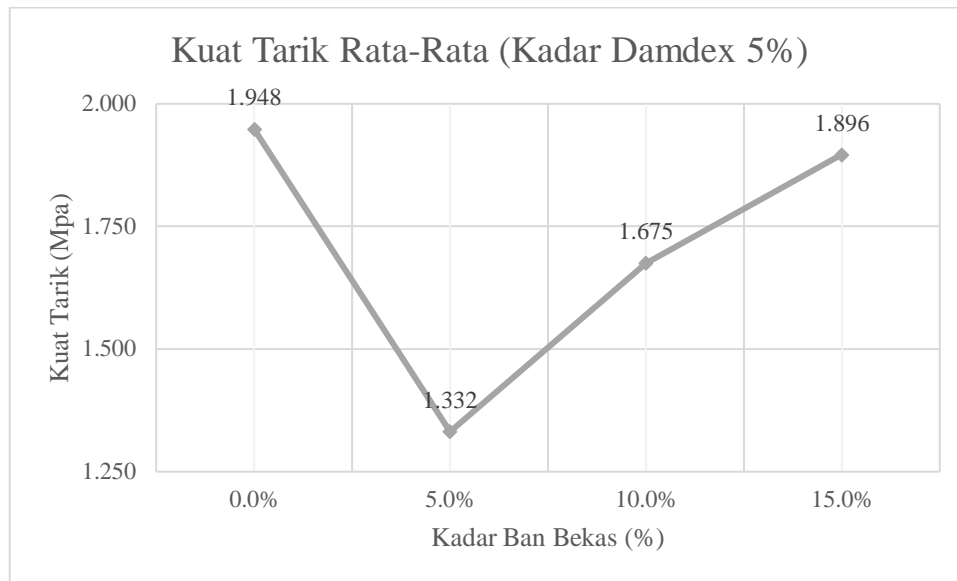
**Gambar 5.23 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Ban Bekas 15%**



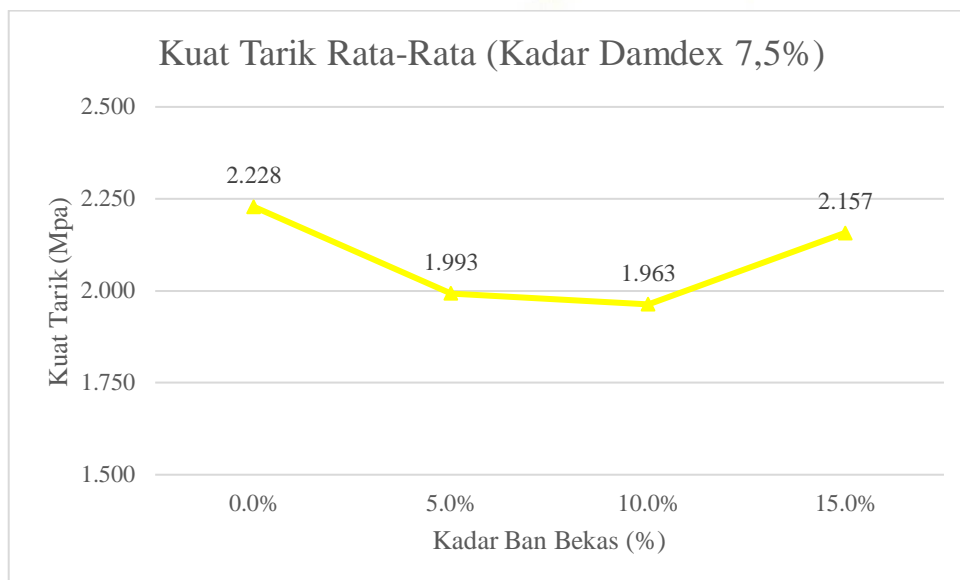
**Gambar 5.24 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Damdex 0%**



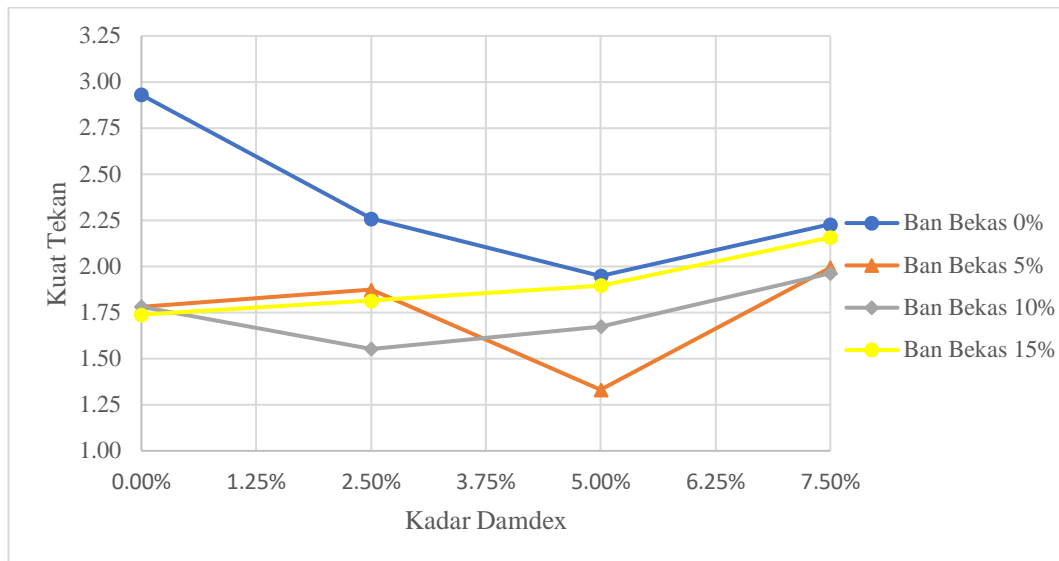
**Gambar 5.25 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Damdex 2,5%**



**Gambar 5.26 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Damdex 5%**



**Gambar 5.27 Nilai Kuat Tarik Belah Pada Variasi Kadar Damdex 7,5%**



**Gambar 5.28 Perubahan Nilai Kuat Tarik Belah Pada Tiap Variasi**

Kuat tarik belah rata-rata beton tertinggi terdapat pada variasi CT 1 (Beton Normal) dengan nilai kuat tarik belah sebesar 2,931 MPa dan kuat tarik belah rata-rata beton terendah terdapat pada variasi CT 10 dengan campuran beton menggunakan potongan ban bekas sebesar 5% sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan menggunakan bahan tambah Damdex sebesar 5% dari berat semen yang digunakan yaitu sebesar 1,332 MPa.

Pada variasi CT 10 (Ban Bekas 5%, Damdex 5%) mengalami penurunan kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 46,74% dari kuat tarik belah ideal yaitu sebesar 2,25-3,75MPa (9-15% dari kuat tekan rencana). Sama halnya seperti pada kuat tekan beton, terjadinya penurunan kuat tarik belah beton ini disebabkan dikarenakan sifat lunak dari ban bekas itu sendiri, selain itu ban bersifat licin sehingga ikatan yang terjadi pada campuran beton lebih rendah dibandingkan menggunakan agregat kasar batuan belah.

Adapun suatu variasi dengan penambahan ban bekas dan Damdex yang memiliki kuat tarik belah beton rata-rata mendekati kuat tarik belah ideal yaitu variasi CT 5, CT 13, CT 16 dengan nilai kuat tarik belah rata-rata 2,259MPa, 2,228MPa, dan 2,157MPa. Hal ini dikarenakan penambahan damdex sebesar 2,5%

dari berat semen pada CT 5 dan 7,5% dari berat semen pada CT 13 dan CT 16. Fungsi Damdex sebagai pengeras beton dapat meningkatkan proses pengerasan beton dan memperkuat ikatan yang terjadi pada campuran beton sehingga dapat meningkatkan kuat tarik belah pada campuran beton tersebut.

Penambahan ban bekas pada campuran beton dapat mengurangi limbah ban bekas yang tidak dimanfaatkan dengan baik, mengacu pada variasi dengan nilai kuat tarik belah rata-rata yang mendekati kuat tarik belah rata-rata ideal yaitu CT 16 maka ban bekas yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar sebesar 15% dari berat agregat kasar. Apabila diasumsikan melakukan pengecoran sebanyak  $1\text{m}^3$  dengan agregat kasar sebanyak 992kg, maka ban bekas dapat mensubstitusi agregat kasar yang digunakan sebanyak 49,59kg. Jika pengecoran dilakukan secara masal menggunakan substitusi ban bekas maka limbah ban bekas dapat dimanfaatkan dengan baik.

### 5.5.3 Perhitungan Biaya Produksi Beton Per $1\text{m}^3$

Perhitungan biaya produksi yang dimaksud adalah perhitungan biaya produksi beton menggunakan komponen dari penelitian yang telah dilakukan yaitu menggunakan ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan tambahan damdex. Kadar ban bekas dan damdex yang akan digunakan dalam perhitungan biaya produksi adalah menggunakan kadar dari variasi CT 14 (Ban Bekas 5%, Damdex 7,5%) dikarenakan variasi tersebut memiliki kuat tekan beton rata-rata melebihi kuat tekan rencana yaitu sebesar 27,87 MPa.

Perhitungan biaya produksi beton ini bertujuan untuk mengetahui selisih antara biaya produksi beton menggunakan komponen pada umumnya dengan biaya produksi beton menggunakan ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasarnya dan menggunakan tambahan damdex. Berikut adalah perhitungan biaya produksi beton per  $1\text{m}^3$  pada Tabel 5.22



**Tabel 5.22 1 m<sup>3</sup> Beton mutu, f'c = 27,87 MPa, slump (12±2) cm (Ban Bekas 5%, Damdex 7,5%)**

No.	Uraian	Kode	Satuan	Koef	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	1.65	Rp 117,000.00	Rp 193,050.00
2	Tukang batu	L.02	OH	0.275	Rp 165,000.00	Rp 45,375.00
3	Kepala tukang	L.03	OH	0.028	Rp 180,000.00	Rp 5,040.00
4	Mandor	L.04	OH	0.165	Rp 180,000.00	Rp 29,700.00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						Rp 273,165.00
B	Bahan					
	Semen Portland		Kg	410	Rp 1,250.00	Rp 512,500.00
	Pasir Beton		Kg	733	Rp 113.40	Rp 83,136.38
	Kerikil		Kg	942	Rp 182.69	Rp 172,148.19
	Air		Liter	205	Rp 500.00	Rp 102,500.00
	Ban Bekas		Kg	49.59	Rp -	Rp -
	Damdex		Kg	30.75	Rp 60,000.00	Rp 1,845,000.00
Jumlah Harga Bahan						Rp 2,715,284.56
C	Peralatan					
	Molen		Sewa/Hari	0.25	Rp 250,000.00	62500
	Palu Karet			1	Rp 6,000.00	6000
	Sekop			1	Rp 50,000.00	50000
	Cetok			1	Rp 8,000.00	8000
Jumlah Harga Peralatan						126500
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					Rp 3,114,949.56

Koefisien dan harga satuan yang digunakan dalam perhitungan biaya produksi beton per 1m<sup>3</sup> diatas menggunakan data dari *mix design* dan harga beli sesungguhnya pada saat penelitian. Berikut akan dijelaskan perhitungan koefisien yang didapat dari mix design tersebut:

1. Koefisien Semen *Portland*

Koefisien semen *portland* didapat dari perhitungan kebutuhan semen pada *mix design* sebagai berikut:

$$\frac{\text{Kebutuhan Air}}{\text{FAS}} = \frac{205}{0.5} = 410\text{kg/m}^3$$

2. Koefisien Pasir Beton

Koefisien pasir beton didapat dari perhitungan penentuan proporsi campuran beton sebagai berikut:

$$\text{Persentase agregat halus} \times \text{berat agregat campuran} = 42,5\% \times 1725 = 733,125 \text{ kg/m}^3$$

### 3. Koefisien Kerikil

Koefisien kerikil didapat dari perhitungan penentuan proporsi campuran beton sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase agregat kasar} \times \text{berat agregat campuran} &= 57,5\% \times 1725 = 991,875 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Koefisien kerikil dikurangi kadar ban bekas sebagai substitusi} \\ \text{sebagian agregat kasarnya sehingga} &991,875 \text{ kg/m}^3 - 49,59 \text{ kg} = 942,285 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

### 4. Koefisien Air

Koefisien air didapat dari perhitungan kebutuhan air sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air} &= \frac{2}{3} Wh + \frac{1}{3} Wk \\ &= \frac{2}{3} 195 + \frac{1}{3} 225 \\ &= 205 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 5. Koefisien Ban Bekas

Koefisien ban bekas didapat dari perhitungan sebagai berikut:

CT 14 (Ban Bekas 5%, Damdex 7,5%)

$$\begin{aligned} \text{Kadar ban bekas} \times \text{Berat Agregat} &= 5\% \times 991,875 \text{ kg/m}^3 \\ &= 49,59 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 6. Koefisien Damdex

Koefisien Damdex didapat dari perhitungan sebagai berikut:

CT 14 (Ban Bekas 5%, Damdex 7,5%)

$$\begin{aligned} \text{Kadar Damdex} \times \text{Berat semen} &= 7,5\% \times 410 \text{ kg} \\ &= 30,75 \text{ kg} \end{aligned}$$

Biaya produksi untuk  $1\text{m}^3$  dengan campuran ban bekas sebesar 5% sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan tambahan damdex sebesar 7,5% dari berat semen adalah sebesar Rp 3,114,949.56. Biaya yang dibutuhkan cukup besar apabila dibandingkan dengan pembuatan beton dengan campuran yang normal yaitu sebesar Rp. 1,462,968, perbedaan biaya yang cukup besar ini diakibatkan oleh harga damdex yang cukup mahal dan kebutuhan damdex yang tinggi dalam campuran beton agar beton tersebut mencapai kuat tekan rencana. Dapat disimpulkan bahwa ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan tambahan damdex tidak relevan untuk produksi beton secara masal.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan serta pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat ditarik suatu kesimpulan.

1. Penambahan ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasar tidak dapat meningkatkan mutu beton, penambahan ban bekas dengan kadar 5% pada beton sampel CT 2 menurunkan mutu beton hingga 30,10%. Namun, pada campuran beton dengan tambahan ban bekas dan damdex mengalami penurunan mutu beton yang lebih kecil dikarenakan damdex meningkatkan mutu beton.
2. Kuat tekan rata-rata maksimum terdapat pada sampel beton CT 14 sebesar 27,87 MPa (Ban Bekas 5%, Damdex 7,5%) sedangkan kuat tekan rata-rata minimum terdapat pada sampel beton CT 8 sebesar 15,21 MPa (Ban Bekas 15%, Damdex 2,5%). Kuat tarik rata-rata maksimum terdapat pada sampel beton CT 5 sebesar 2,259 MPa (Ban Bekas 0%, Damdex 2,5%) sedangkan kuat tarik rata-rata minimum terdapat pada sampel beton CT 10 sebesar 1,332 MPa (Ban Bekas 5%, Damdex 5%).
3. Kadar optimum Damdex yang digunakan untuk mencapai kuat tekan dan kuat tarik maksimum adalah sebesar 7,5% dari berat semen yang digunakan. Semakin banyak ban bekas digunakan dalam campuran beton, maka nilai kuat tekan dan kuat tarik yang dihasilkan akan semakin menurun. Hal ini terjadi dikarenakan sifat karet dari ban bekas yang elastis dan sifat karet yang menjadikannya kurang tercampur dengan baik pada saat pembuatan sampel beton.
4. Biaya produksi beton per  $1\text{m}^3$  menggunakan ban bekas sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan tambahan damdex tidak relevan untuk diproduksi secara massal dikarenakan biaya yang dibutuhkan terlalu besar

apabila dibandingkan dengan biaya produksi beton pada umumnya. Biaya produksi untuk beton per  $1\text{m}^3$  menggunakan ban bekas sebesar 5% dan damdex sebesar 7,5% membutuhkan biaya sebesar Rp. 3,071,105.81 sedangkan biaya produksi beton per  $1\text{m}^3$  pada umumnya membutuhkan biaya sebesar Rp. 1,462,968 (Mengacu kepada Permen PUPR RI Nomor 28/PRT/M/2016).

## 6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa hal yang dapat diperbaiki agar mendapat hasil yang lebih baik. Terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Lakukan pengecekan ulang pada *mix design* sebelum melakukan pengecoran.
2. Penggunaan air perlu lebih diperhatikan pada saat pengecoran menggunakan tambahan ban bekas dikarenakan ban bekas yang tidak menyerap air sehingga memengaruhi keenceran pada campuran beton.
3. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk lebih mengkaji ban bekas dengan tambahan *admixture* yang dapat meningkatkan ikatan antara ban bekas dengan campuran beton agar tercipta mutu beton yang lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Asadul. (2019). Pengaruh Substitusi Agregat Kasar dari Beton Limbah Dengan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Beton Normal. *SKRIPSI: Universitas Islam Indonesia*.
- Almanaf. (2015). Analisa Cacat Dan Kegagalan Produk Pada Vulkanisir Ban Sistem Dingin. *SKRIPSI: Universitas Riau*.
- Argo Irlando. (2018). Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Pada Campuran Beton Dengan *Superplasticizer*. *SKRIPSI: Universitas Islam Indonesia*
- ASTM C494-82. (1982). ASTM C494-82 Standard Specification For Chemical Admixtures For Concrete. *American Society for Testing and Material*, 82, 494.
- J.W. Martin. (2006). *Materials for Engineering* (Third Edition). Woodhead Publishing, ISBN 9781845691578
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi
- PBI. (1971). Penjelasan & Pembahasan mengenai Peraturan Beton Indonesia 1971. *Badan Standardisasi Indonesia*.
- Rajan et al, (2020). Experimental investigation of sustainable concrete by partial replacement of fine aggregate with treated waste tyre rubber by acidic nature. *Materials Today: Proceedings*. 37: 1019-1022
- Setiabudi, et al. (2019). Kajian Penggunaan Potongan Ban Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton. *Andreas. Widyakala*. Volume 6: 1-5.
- Standar Nasional Indonesia. (1990). SNI 03-1974-1990: *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. (2000). SNI 03-2834-2000: *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Jakarta.

- Standar Nasional Indonesia. (2004). SNI 15-2049-2004: *Semen Portland*, 1–128. Jakarta
- Standar Nasional Indonesia. (2008). SNI 2826-2008: *Cara Uji Modulus Elastisitas Batu dengan Tekanan Sumbu Tunggal*, 1–12. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. (2011). SNI 2493-2011: *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. (2013). SNI 2847:2013: *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, 1–265. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia. (2014). SNI 03-2491-2014: *Metode uji kekuatan tarik belah spesimen beton silinder Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Speciment*, 1–17.
- Tjokrodimuljo. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Biro penerbit:
- Tjokrodimuljo. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Nafiri
- Almanaf. (2015). *ANALISA CACAT DAN KEGAGALAN PRODUK PADA VULKANISIR BAN SISTEM DINGIN*. 1–24.
- Rajan, R. G., Sakthieswaran, N., & Babu, O. G. (2020). Experimental investigation of sustainable concrete by partial replacement of fine aggregate with treated waste tyre rubber by acidic nature. *Materials Today: Proceedings*, 37(Part 2), 1019–1022. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.279>
- SK-SNI T-15-03, 1991. (1991). *TAIA CARA PERHITUNGAN STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG*.
- Winansa, F. A., & Setiawan, A. A. (2019). Kajian Penggunaan Potongan Ban Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton. *Widyakala Journal*, 6, 1. <https://doi.org/10.36262/widyakala.v6i0.158>

# LAMPIRAN





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

## Lampiran 1

### PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	495
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1005
Berat piknometer berisi air, gram (B)	694
Berat Jenis Curah	2.6190
Berat Jenis jenuh kering muda (SSD)	2.6455
Berat Jenis semu	2.6902
Penyerapan Air	1.01%



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

## Lampiran 2

### PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4890
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3044
Berat Jenis Curah	2.5000
Berat Jenis jenuh kering muda (SSD)	2.5562
Berat Jenis semu	2.6490
Penyerapan Air	2.25%





### Lampiran 3

## MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
1	20,00	0	0.00%	0.00%	100.00%
2	10,00	0	0.00%	0.00%	100.00%
3	4,80	58	2.90%	2.90%	97.10%
4	2,40	86	4.30%	7.21%	92.79%
5	1,20	155	7.76%	14.96%	85.04%
6	0,60	549	27.48%	42.44%	57.56%
7	0,30	642	32.13%	74.57%	25.43%
8	0,15	376	18.82%	93.39%	6.61%
9	Sisa	132	6.61%	100.00%	0.00%
<b>Jumlah</b>		<b>1998</b>	<b>100.00%</b>	<b>335.49%</b>	
<b>Modulus Halus Butiran</b>			<b>2.354</b>		

## GRADASI PASIR

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Agregat yang Lolos Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10,00	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

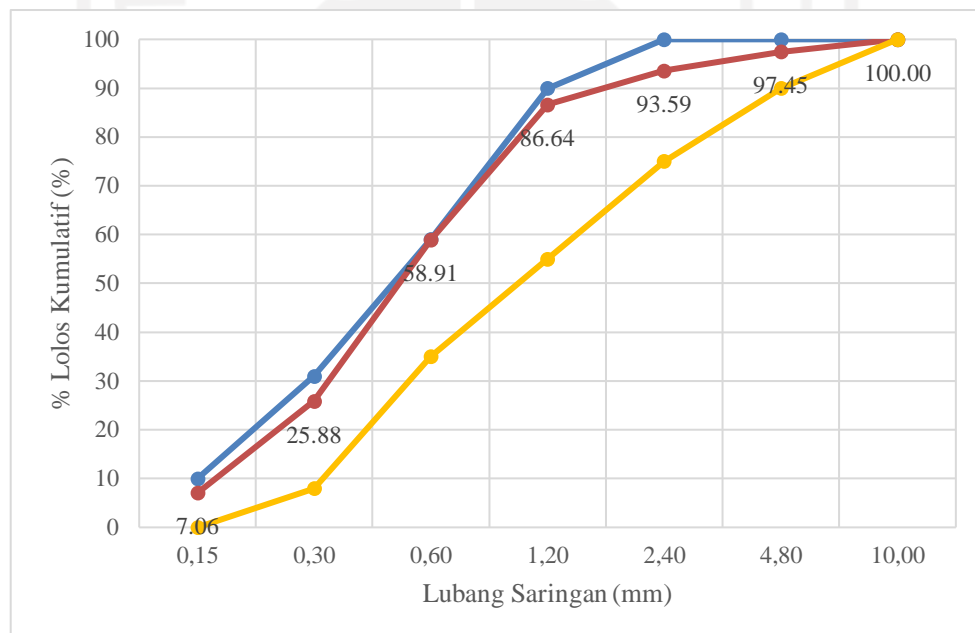
### Lampiran 3

## MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS

### Hasil Analisa Saringan:

- Pasir termasuk ke daerah II
- Jenis pasir merupakan pasir agak kasar

### GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS





**Lampiran 4**

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN  
 AGREGAT KASAR**

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
1	40,00	0	0.00%	0.00%	100.00%
2	20,00	208	4.16%	4.16%	95.84%
3	10,00	3317	66.37%	70.53%	29.47%
4	4,80	1447	28.95%	99.48%	0.52%
5	2,40	6	0.12%	99.60%	0.40%
6	1,20	0	0.00%	99.60%	0.40%
7	0,60	0	0.00%	99.60%	0.40%
8	0,30	0	0.00%	99.60%	0.40%
9	0,15	0	0.00%	99.60%	0.40%
10	Sisa	20	0.40%	100.00%	0.00%
<b>Jumlah</b>		<b>4998</b>	<b>100.00%</b>	<b>672.17%</b>	
<b>Modulus Halus Butir</b>				<b>6.721</b>	

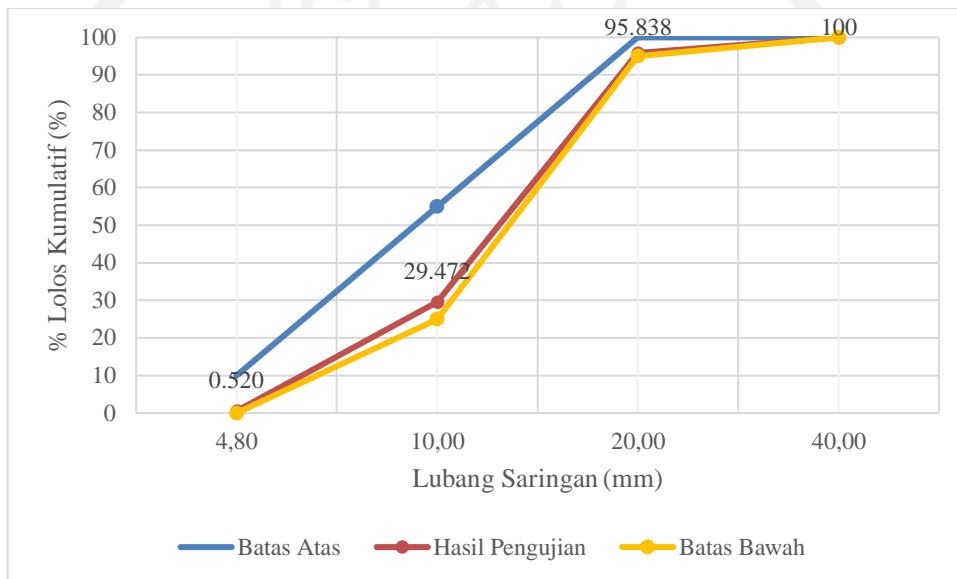
**GRADASI KERIKIL**

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Agregat yang Lolos Ayakan/Besar Butiran Maksimum	
	40 mm	20 mm
40,00	95-100	100
20,00	30-70	95-100
10,00	10-35	25-55
4,80	0-5	0-10

Lampiran 4

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN  
AGREGAT KASAR**

**GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR**





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

## Lampiran 5

### PEMERIKSAAN BERAT ISI GEMBUR AGREGAT HALUS

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat Tabung (W1), gram	10720
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	17601
Berat Agregat (W3), gram	6881
Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5193.1431
Berat Volume Gembur, gram/cm <sup>3</sup>	1.3250





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

## Lampiran 6

### PEMERIKSAAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT HALUS

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat Tabung (W1), gram	10720
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	19020
Berat Agregat (W3), gram	8300
Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5193.1431
Berat Volume Padat, gram/cm <sup>3</sup>	1.5983







LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

## Lampiran 7

### PEMERIKSAAN BERAT ISI GEMBUR AGREGAT KASAR

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat Tabung (W1), gram	10725
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	18098
Berat Agregat (W3), gram	7373
Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5280.0067
Berat Volume Gembur, gram/cm <sup>3</sup>	1.3964



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

## Lampiran 8

### PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT KASAR

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat Tabung (W1), gram	10725
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	19269
Berat Agregat (W3), gram	8544
Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5280.0067
Berat Volume Padat, gram/cm <sup>3</sup>	1.6182



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

## Lampiran 9

### PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LOLOS AYAKAN NO.200 / UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat Agregat Kering Oven (W1), gram	500
Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2), gram	491
Berat yang Lolos Ayakan No. 200	1.80%





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

## Lampiran 10

### FORMULIR PERENCANAAN CAMPURAN BETON METODE SNI

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat Tekan Rencana ( $f'_c$ )	25	MPa
2	Deviasi Standar	7	
3	Nilai Tambah	12	
4	Kuat Tekan Beton Ditargetkan ( $f_{cr}$ )	37	MPa
5	Jenis Semen	<i>Portland Tipe I</i>	
6	Faktor Air Semen ( $f_{as}$ )	0.5	
7	Nilai <i>Slump</i>	60-180	mm
8	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm
9	Wh	195	
10	Wk	225	
11	Kadar Air Bebas	205	kg
12	Jumlah Semen	410	kg
13	Kadar Semen Minimum	410	kg
14	Berat Jenis Agregat Halus	2.646	
15	Berat Jenis Agregat Kasar	2.556	
16	Berat Jenis Butiran Agregat Gabungan	2.594	
17	Persen Agregat Halus	42,5	%
18	Persen Agregat Kasar	57,5	%
19	Berat Isi Beton	2,340	kg/m <sup>3</sup>
20	Kadar Agregat Gabungan	1,725	kg/m <sup>3</sup>
21	Kadar Agregat Halus	733.125	kg/m <sup>3</sup>



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Nama : Adlu Rizal Senanta  
 NIM : 18511016  
 Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia  
 Keperluan : Tugas Akhir S1

### LAPORAN SEMENTARA UJI KUAT TEKAN BETON

Jenis Benda Uji		No Sampel	Jumlah Sampel	Kode Benda Uji	Diameter Benda Uji (mm)	Tinggi Benda Uji (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Benda Uji Tekan (mm <sup>2</sup> )	Hasil Pengujian			
									Slump (cm)	Kuat Desak (kN)	Kuat Desak (MPa)	Kuat Desak Rata-Rata (MPa)
Beton Normal		1	3	CT 1	151.940	301.336	12.887	1813143.64	8.5	505.68	27.89	28.80
		2			151.557	301.087	12.910	1804031.88		461.36	25.57	
		3			152.305	302.118	12.555	1821880.71		600.00	32.93	
Ban Bekas	Damdex											
5%	0%	1	3	CT 2	149.400	303.467	12.824	1753036.98	10.6	315.00	17.97	17.48
		2			151.367	305.833	12.802	1799493.89		280.00	15.56	
		3			150.233	303.100	12.817	1772647.93		335.00	18.90	
10%	0%	1	3	CT 3	150.500	301.800	12.761	1778946.48	9.8	355.00	19.96	19.36
		2			151.867	305.833	12.696	1811401.83		345.00	19.05	
		3			150.600	303.100	12.854	1781311.31		340.00	19.09	
15%	0%	1	3	CT 4	151.633	305.700	12.397	1805839.90	8.7	345.00	19.10	20.28
		2			150.833	301.433	12.931	1786835.36		320.00	17.91	
		3			149.800	304.667	12.755	1762436.62		420.00	23.83	



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

## LAPORAN SEMENTARA UJI KUAT TEKAN BETON

Jenis Benda Uji		No Sampel	Jumlah Sampel	Kode Benda Uji	Diameter Benda Uji (mm)	Tinggi Benda Uji (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Benda Uji Tekan (mm <sup>2</sup> )	Hasil Pengujian			
									Slump (cm)	Kuat Desak (kN)	Kuat Desak (MPa)	Kuat Desak Rata Rata (MPa)
0%	2,5%	1	3	CT 5	151.217	302.233	12.79	1795929.16	8	370.00	20.60	21.62
		2			150.900	300.350	12.79	1788415.24		425.00	23.76	
		3			150.583	305.733	13.04	1780917.06		365.00	20.50	
5%	2,5%	1	3	CT 6	151.700	306.267	12.67	1807428.15	8.1	390.00	21.58	22.96
		2			152.067	305.033	13.00	1816176.01		445.00	24.50	
		3			151.333	303.533	12.66	1798701.42		410.00	22.79	
10%	2,5%	1	3	CT 7	150.267	302.767	12.65	1773434.64	10.4	300.00	16.92	17.69
		2			150.733	304.300	12.61	1784466.86		310.00	17.37	
		3			149.567	306.767	12.80	1756950.44		330.00	18.78	
15%	2,5%	1	3	CT 8	150.200	301.533	12.48	1771861.40	9.4	300.00	16.93	15.21
		2			150.600	308.700	12.56	1781311.31		223.00	12.52	
		3			150.600	303.633	12.74	1781311.31		288.00	16.17	



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

## LAPORAN SEMENTARA UJI KUAT TEKAN BETON

Jenis Benda Uji		No Sampel	Jumlah Sampel	Kode Benda Uji	Diameter Benda Uji (mm)	Tinggi Benda Uji (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Benda Uji Tekan (mm <sup>2</sup> )	Hasil Pengujian				
									Slump (cm)	Kuat Desak (kN)	Kuat Desak (MPa)	Kuat Desak Rata Rata (MPa)	
0%	5%	1	3	CT 9	150.533	303.000	12.912	1779734.58	8.6	440.00	24.72	24.02	
		2			149.567	302.567	12.935			390.00	22.20		
		3			151.000	304.333	12.579			1790786.35	450.00		25.13
5%	5%	1	3	CT 10	151.667	302.033	12.859	1806633.94	9.70	355.00	19.65	17.24	
		2			149.700	306.467	12.971			1760084.35	257.00		14.60
		3			150.267	303.933	12.773			1773434.64	310.00		17.48
10%	5%	1	3	CT 11	150.300	302.133	12.708	1774221.52	12.00	345.00	19.45	15.81	
		2			150.033	304.200	12.659			1767931.35	246.00		13.91
		3			150.667	305.100	12.853			1782888.74	251.00		14.08
15%	5%	1	3	CT 12	150.433	303.833	12.536	1777370.79	11.00	415.00	23.35	19.94	
		2			150.500	306.200	12.659			1778946.48	235.00		13.21
		3			151.633	303.800	12.779			1805839.90	420.00		23.26



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

### LAPORAN SEMENTARA UJI KUAT TEKAN BETON

Jenis Benda Uji	No Sampel	Jumlah Sampel	Kode Benda Uji	Diameter Benda Uji (mm)	Tinggi Benda Uji (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Benda Uji Tekan (mm <sup>2</sup> )	Hasil Pengujian			
								Slump (cm)	Kuat Desak (kN)	Kuat Desak (MPa)	Kuat Desak Rata Rata (MPa)
0%	7.5%	1	CT 13	151.242	303.780	13.014	1796522.09	9.00	409.09	22.77	24.33
		2		151.873	306.971	13.037	1811557.34		397.73	21.95	
		3		150.045	307.602	12.616	1768206.08		500.00	28.28	
5%	7.5%	1	CT 14	151.600	307.367	12.960	1805046.04	10.50	495.00	27.42	27.87
		2		150.133	306.500	13.073	1770288.86		465.00	26.27	
		3		152.967	306.533	12.810	1837737.54		550.00	29.93	
10%	7.5%	1	CT 15	150.341	303.885	12.808	1775200.59	9.50	276.14	15.56	17.22
		2		151.909	302.985	12.758	1812418.01		380.68	21.00	
		3		150.442	305.720	12.889	1777564.63		268.18	15.09	
15%	7.5%	1	CT 16	151.576	304.386	12.635	1804467.08	10.80	329.55	18.26	18.44
		2		149.241	302.151	12.759	1749299.92		380.68	21.76	
		3		150.942	305.186	12.815	1789408.45		273.86	15.30	

Diperiksa Oleh,

Daru Salam, Amd

Yogyakarta, Agustus 2022  
Kepala Laboratorium BKT,



Rahmayanti, S.T., M.Eng





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Nama : Adlu Rizal Senanta  
 NIM : 18511016  
 Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia  
 Keperluan : Tugas Akhir S1

### LAPORAN SEMENTARA UJI KUAT TARIK BELAH BETON

Jenis Benda Uji		No Sampel	Jumlah Sampel	Kode Benda Uji	Diameter Benda Uji (mm)	Tinggi Benda Uji (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Benda Uji Tarik (mm <sup>2</sup> )	Hasil Pengujian			
									Slump (cm)	Kuat Tarik (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik Rata Rata (MPa)
Beton Normal		1	2	CT 1	148.633	304.300	12.780	142091.48	8.5	203.00	2.86	2.93
		2			151.600	300.567	13.025	143149.52		215.00	3.00	
Ban Bekas	Damdex											
5%	0%	1	2	CT 2	150.000	303.100	12.907	142832.51	10.6	107.00	1.50	1.78
		2			150.100	304.733	12.853	143493.60		148.00	2.06	
10%	0%	1	2	CT 3	150.833	304.067	12.81	144084.09	9.8	144.00	2.00	1.78
		2			149.467	304.733	12.903	143091.61		112.00	1.57	
15%	0%	1	2	CT 4	149.067	302.433	12.656	141631.57	8.7	125.00	1.77	1.74
		2			150.267	304.333	12.79	143668.66		123.00	1.71	



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

## LAPORAN SEMENTARA UJI KUAT TARIK BELAH BETON

Jenis Benda Uji		No Sampel	Jumlah Sampel	Kode Benda Uji	Diameter Benda Uji (mm)	Tinggi Benda Uji (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Benda Uji Tarik (mm <sup>2</sup> )	Hasil Pengujian			
									Slump (cm)	Kuat Tarik (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik Rata Rata (MPa)
0%	2,5%	1	2	CT 5	150.167	304.433	12.891	143620.23	8	171.00	2.38	2.26
		2			149.650	304.683	12.89	143243.62		153.00	2.14	
5%	2,5%	1	2	CT 6	152.533	304.067	12.75	145708.02	8.1	145.00	1.99	1.87
		2			151.400	305.933	12.70	145513.25		128.00	1.76	
10%	2,5%	1	2	CT 7	149.233	303.917	12.74	142485.36	10.4	95.00	1.33	1.55
		2			151.950	305.133	12.813	145659.97		129.00	1.77	
15%	2,5%	1	2	CT 8	150.200	303.200	12.754	143070.14	9.4	110.00	1.54	1.81
		2			152.167	304.200	12.729	145421.50		152.00	2.09	



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang KM 14.4 Telepon (0274)858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

## LAPORAN SEMENTARA UJI KUAT TARIK BELAH BETON

Jenis Benda Uji		No Sampel	Jumlah Sampel	Kode Benda Uji	Diameter Benda Uji (mm)	Tinggi Benda Uji (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Benda Uji Tarik (mm <sup>2</sup> )	Hasil Pengujian			
									Slump (cm)	Kuat Tarik (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik Rata Rata (MPa)
0%	5%	1	2	CT 9	150.967	305.500	12.687	144891.25	8.6	137.00	1.89	1.95
		2			150.600	305.633	12.946	144602.42		145.00	2.01	
5%	5%	1	2	CT 10	150.767	307.067	12.894	145441.34	9.7	111.00	1.53	1.33
		2			149.900	302.633	12.871	142517.52		81.00	1.14	
10%	5%	1	2	CT 11	151.700	303.133	12.789	144467.16	12	123.00	1.70	1.68
		2			150.067	303.900	12.862	143273.15		118.00	1.65	
15%	5%	1	2	CT 12	151.700	304.000	12.655	144880.20	11	146.00	2.02	1.90
		2			151.467	305.100	12.829	145180.79		129.00	1.78	



## LAPORAN SEMENTARA UJI KUAT TARIK BELAH BETON

Jenis Benda Uji		No Sampel	Jumlah Sampel	Kode Benda Uji	Diameter Benda Uji (mm)	Tinggi Benda Uji (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Benda Uji Tarik (mm <sup>2</sup> )	Hasil Pengujian			
									Slump (cm)	Kuat Tarik (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik Rata Rata (MPa)
0%	7,5%	1	2	CT 13	152.300	307.833	12.787	147287.34	9	174.00	2.36	2.23
		2			151.333	305.333	13.048	145163.92		152.00	2.09	
5%	7,5%	1	2	CT 14	149.867	306.667	12.995	144384.81	10.5	124.00	1.72	1.99
		2			151.200	306.300	12.972	145495.20		165.00	2.27	
10%	7,5%	1	2	CT 15	151.800	302.767	12.889	144387.54	9.5	155.00	2.15	1.96
		2			150.467	304.400	12.963	143891.39		128.00	1.78	
15%	7,5%	1	2	CT 16	151.467	304.167	12.812	144736.66	10.8	152.00	2.10	2.16
		2			150.833	304.967	12.709	144510.56		160.00	2.21	

Diperiksa Oleh,

Daru salam, Amd

Yogyakarta, Agustus 2022

Kepala Laboratorium BKT,



Novi Rullyanti, S.T., M.Eng

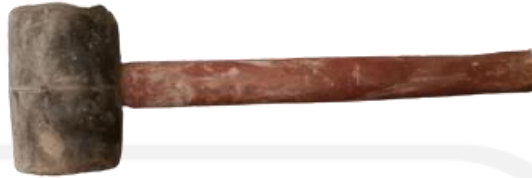
### Lampiran 13



**Gambar L-1.1 Sekop**



**Gambar L-1.2 Cetok**



**Gambar L-1.3 Palu Karet**



**Gambar L-1.4 Timbangan *Digital***



**Gambar L-1.5 Oven**



**Gambar L-1.6 Shaker**



**Gambar L-1.7 Molen Listrik**