

TUGAS AKHIR

STUDI KUAT TEKAN BETON DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH KARBIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN LIMBAH KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RIKA IRAWAN
1507210079



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Muchtar Basri, BA No. 3 Telp. 061-6619056

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Rika Irawan
NPM : 1507210079
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Studi Kuat Tekan Beton dengan Memanfaatkan Limbah Karbit Sebagai Substitusi Semen dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi Pasir
Bidang Ilmu : Struktur

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada
Panitia Ujian

Medan, September 2019

Dosen Pembimbing I

Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M. Sc.

Dosen Pembimbing II

Tondi Amirsyah Putera, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rika Irawan

NPM : 1507210079

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Studi Kuat Tekan Beton dengan Memanfaatkan Limbah Karbit Sebagai Substitusi Semen dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi Pasir

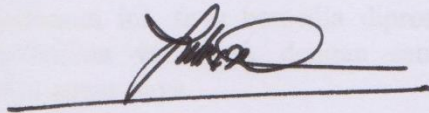
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2019

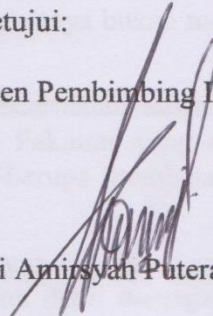
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



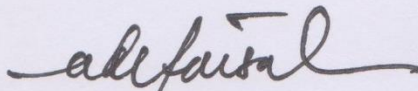
Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc.

Dosen Pembimbing II / Penguji



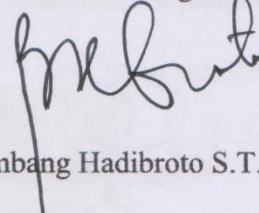
Tondi Amirsyah Putera S.T., M.T.

Dosen Pembanding I / Penguji



Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc.

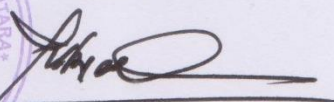
Dosen Pembanding II / Penguji



Bambang Hadibroto S.T., M.T.



Program Studi Teknik Sipil
Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rika Irawan
Tempat /Tanggal Lahir : Bandar Klippa, 27 Mei 1997
NPM : 1507210079
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Studi Kuat Tekan Beton dengan Memanfaatkan Limbah Karbit Sebagai Substitusi Semen dan Limbah Kaca sebagai Substitusi Pasir”,

bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2019

Saya yang menyatakan,



ABSTRAK

STUDI KUAT TEKAN BETON DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH KARBIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN LIMBAH KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR

Rika Irawan
1507210079

Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc.
Tondi Amirsyah Putera, ST., M.T.

Seiring berkembangnya pembangunan juga akan meningkatkan penggunaan semen dan pasir sebagai material pada campuran beton, dan berbagai cara serta penelitian terus dilakukan dengan tujuan memperoleh bahan alternatif, agar beton memiliki nilai ekonomis dan ramah lingkungan, untuk itu penulis mengadakan pengujian mempergunakan limbah karbit sebagai substitusi semen sebesar 7% dan 10% dan pada limbah serbuk kaca sebagai substitusi pasir sebesar 5% dan 7,5% dalam campuran beton, serta dengan kombinasi penggunaan kedua bahan tersebut diharapkan dapat menjadi material alternatif campuran beton, juga mengurangi limbah yang dapat merusak lingkungan, serta untuk dapat mengetahui kuat tekan yang dihasilkan dengan bahan tersebut. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan metode SNI 03-2834-2000, dan mutu beton rencana 25 MPa. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari data pengujian kuat tekan beton, nilai variasi optimal pada limbah karbit yaitu sebesar 10%, sedangkan nilai variasi optimal pada limbah kaca yaitu sebesar 7,5%. Dan pada campuran kombinasi limbah karbit 10% ditambah limbah kaca 7,5% mengalami peningkatan yaitu sebesar 4,92% pada umur 7 hari, sebesar 4,87% pada umur 14 hari, dan sebesar 1,08% pada umur 28 hari, jika dibandingkan dengan beton normal. Hal ini membuktikan bahwa limbah karbit dan limbah kaca dapat menjadi bahan alternatif substitusi semen dan pasir pada variasi tertentu.

Kata kunci: Kuat tekan, Limbah kaca, Limbah karbit

ABSTRACT

STRONG CONCRETE STUDY USING CARBIT WASTE AS A CEMENT SUBSTITUTION AND GLASS WASTE AS SAND SUBSTITUTION

Rika Irawan
1507210079

Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc.
Tondi Amirsyah Putera, ST., M.T.

Along with the development will also increase the use of cement and sand as a material in concrete mixtures, and various ways and research continue to be carried out with the aim of obtaining alternative materials, so that concrete has economic value and is environmentally friendly, for that the authors conducted a test using carbide waste as a substitution of cement for 7% and 10% and in glass powder waste as a substitution of sand by 5% and 7.5% in a concrete mixture, and with the combination of the use of both materials is expected to be an alternative material for concrete mixes, also reduce waste that can damage the environment, and to can know the compressive strength produced with these materials. The research was carried out at the Laboratory of Civil Engineering, Muhammadiyah University, North Sumatra with SNI 03-2834-2000 method, and 25 MPa concrete quality plan. Based on the results obtained from the concrete compressive strength test data, the optimal variation in carbide waste is 10%, while the optimal variation in glass waste is 7.5%. And the combination of 10% carbide waste plus 7.5% glass waste has increased by 4.92% at 7 days, 4.87% at 14 days, and 1.08% at 28 days, if compared to normal concrete. This proves that carbide and glass waste can be an alternative material for cement and sand substitution in certain variations.

Keywords: compressive strength, glass waste, carbide waste.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Studi Kuat Tekan Beton dengan Memanfaatkan Limbah Karbit sebagai Substitusi Semen dan Limbah Kaca sebagai Substitusi Pasir” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Prodi Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Tondi Amirsyah Putera, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Bambang Hadibroto S.T., M.T., selaku Dosen pembimbing II dan Penguji yang telah memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Josef Hadipramana, selaku Kepala Laboratorium Beton yang juga membimbing penulis dalam pengerjaan pelaksanaan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
8. Teristimewa sekali kepada kedua orang tua penulis, yaitu Bapak Rahem dan Ibu Lili Irawati yang telah bersusah payah membesarkan dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus, dan juga kepada ke empat adik saya.
9. Keluarga serta kerabat, yang telah memberi dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Sahabat-sahabat penulis: Stambuk 14 dan 15 di bidang Stuktur maupun Transportasi, abangda Deni Subagio, S.T., abangda Mhd. Yudha Pratama, S.T., Alamsyah Putra Munthe, Yasir Abdullah Sinaga, Krisnianda, Bobby Herwindo dan teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, September 2019

Rika Irawan

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Material Pembentuk Campuran Beton	6
2.2.1 Semen	7
2.2.2 Agregat	8
2.2.3 Air	14
2.2.4 Bahan Tambah.....	14
2.3 Limbah Karbit	15
2.4 Limbah Kaca	16
2.5 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut (SNI 03-2834-2000)	17
2.6 <i>Slump Test</i>	26

2.7 Perawatan Beton.....	26
2.8 Pengujian Kuat Tekan	27
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Umum.....	29
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.3 Bahan dan Peralatan	32
3.3.1 Bahan.....	32
3.3.2 Peralatan	33
3.4 Persiapan Penelitian	33
3.5 Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir).....	33
3.5.1 Kadar Air Agregat Halus.....	34
3.5.2 Kadar Lumpur Agregat Halus	34
3.5.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus.....	35
3.5.4 Berat Isi Agregat Halus	36
3.5.5 Analisa Saringan Agregat Halus	37
3.6 Pemeriksaan Agregat Kasar	40
3.6.1 Kadar Air Agregat Kasar.....	40
3.6.2 Kadar Lumpur Agregat Halus	41
3.6.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	42
3.6.4 Berat Isi Agregat Kasar	43
3.6.5 Analisa Saringan Agregat Kasar	44
3.6.6 Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	47
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	
4.1 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	49
4.1.1 Data-data Campuran Beton	49
4.1.2 Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i>	56
4.2 Pembuatan Benda Uji.....	63
4.3 <i>Slump Test</i>	64
4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	66
4.4.1 Kuat Tekan Beton Normal	66
4.4.2 Kuat Tekan Beton Campuran Limbah karbit 7%	67
4.4.3 Kuat Tekan Beton Campuran Limbah karbit 10%	68

4.4.4	Kuat Tekan Beton Campuran Limbah Kaca 5%	69
4.4.5	Kuat Tekan Beton Campuran Limbah Kaca 7,5%	70
4.4.6	Kuat Tekan Beton Campuran Kombinasi Limbah Karbit 10% + Limbah Kaca 7,5%	71
4.5	Pembahasan	76
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		81
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Unsur pembentukan beton.....	5
Tabel 2.2	Komposisi oksida semen portland	7
Tabel 2.3	Batasan gradasi agregat halus	9
Tabel 2.4	Batasan gradasi agregat kasar	12
Tabel 2.5	Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan.....	14
Tabel 2.6	Kandungan limbah karbit.....	15
Tabel 2.7	Kandungan kimia kaca.....	16
Tabel 2.8	Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia	17
Tabel 2.9	Tingkat mutu pekerjaan pembetonan.....	17
Tabel 2.10	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.....	20
Tabel 2.11	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan	21
Tabel 2.12	Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan.....	28
Tabel 2.13	Koefisien perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur	28
Tabel 3.1	Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus	34
Tabel 3.2	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	35
Tabel 3.3	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	35
Tabel 3.4	Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus.....	37
Tabel 3.5	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus.....	37
Tabel 3.6	Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar	41
Tabel 3.7	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	41
Tabel 3.8	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	42
Tabel 3.9	Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar	43

Tabel 3.10	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	44
Tabel 3.11	Data-data hasil pengujian keausan agregat	47
Tabel 4.1	Data-data pemeriksaan dasar	49
Tabel 4.2	Perencanaan campuran beton.....	50
Tabel 4.3	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk setiap saringan dalam satu benda uji.....	53
Tabel 4.4	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk setiap saringan dalam satu benda uji.....	53
Tabel 4.5	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan dari setiap saringan untuk 54 benda uji	54
Tabel 4.6	Banyak agregat halus yang dibutuhkan dari setiap saringan untuk 54 benda uji	59
Tabel 4.7	Hasil pengujian <i>slump</i>	64
Tabel 4.8	Hasil pengujian kuat tekan beton normal.....	66
Tabel 4.9	Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran limbah karbit 7%	67
Tabel 4.10	Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran limbah karbit 10%	68
Tabel 4.11	Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran limbah kaca 5%	69
Tabel 4.12	Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran limbah kaca 7,5%	70
Tabel 4.13	Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran kombinasi limbah karbit 10% + limbah kaca 7,5%	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah gradasi pasir kasar.....	10
Gambar 2.2	Daerah gradasi pasir sedang.....	10
Gambar 2.3	Daerah gradasi pasir agak halus.....	11
Gambar 2.4	Daerah gradasi pasir halus.....	11
Gambar 2.5	Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 10 mm.....	12
Gambar 2.6	Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm.....	13
Gambar 2.7	Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 40 mm.....	13
Gambar 2.8	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton.....	19
Gambar 2.9	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm.....	22
Gambar 2.10	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.....	23
Gambar 2.11	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm.....	23
Gambar 2.12	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.....	24
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan.....	30
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus zona dua (pasir sedang).....	40
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.....	46
Gambar 4.1	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton benda uji silinder.....	58
Gambar 4.2	Persentase pasir terhadap kadar total agregat untuk butir maksimum 40 mm.....	60
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.....	61
Gambar 4.4	Bentuk dan beban tekan pada benda uji silinder.....	66
Gambar 4.5	Histogram kuat tekan beton rata-rata umur 7 hari.....	73
Gambar 4.6	Histogram kuat tekan beton rata-rata umur 14 hari.....	75
Gambar 4.7	Histogram kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari.....	76
Gambar 4.8	Histogram kuat tekan beton rata-rata umur 7, 14 dan 28 hari.....	76

Gambar 4.9	Fluktuasi persentase kuat tekan beton umur 7 hari.....	79
Gambar 4.10	Fluktuasi persentase kuat tekan beton umur 14 hari.....	79
Gambar 4.11	Fluktuasi persentase kuat tekan beton umur 28 hari.....	79

DAFTAR NOTASI

		Satuan
A	= Luas Penampang	(cm ²)
B _j	= Berat Jenis	(gr/cm ³)
FM	= Modulus Kehalusan	-
f' _{cr}	= Kuat Tekan Rata-rata	(MPa)
f' _c	= Kuat Tekan	(MPa)
S	= Standar Deviasi	(MPa)
M	= Nilai Tambah Margin	(MPa)
Kh	= Persentase Berat Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran	(%)
Kk	= Persentase Berat Agregat Kasar Terhadap Agregat Campuran	(%)
W	= Berat Beton per m ³	(Kg)
B	= Jumlah Air	(Kg/m ³)
C	= Jumlah Agregat Halus	(Kg/m ³)
D	= Jumlah Agregat Kasar	(Kg/m ³)
C _n	= <i>Absorption</i> Agregat Halus	(%)
D _a	= <i>Absorption</i> Agregat Kasar	(%)
C _k	= Kandungan Air Dalam Agregat Halus	(%)
D _k	= Kandungan Air Dalam Agregat Halus	(%)
P	= Beban Tekan	(kg)
t	= Tinggi Benda Uji	(cm)
V	= Volume	(cm ³)
W	= Berat	(kg)
Ø	= Diameter	(cm)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berkembangnya pembangunan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan beton sebagai bahan bangunan yang banyak digunakan, dan pembangunan akan terus berkembang begitu juga dengan kebutuhan akan beton selanjutnya dimasa yang akan datang.

Seiring berkembangnya pembangunan juga akan meningkatkan penggunaan semen dan pasir sebagai material pada campuran beton, dan berbagai cara serta penelitian terus dilakukan dengan tujuan memperoleh bahan alternatif agar beton memiliki nilai ekonomis dan ramah lingkungan.

Penelitian yang sudah dilakukan adalah dengan memanfaatkan limbah yang terbuang, diantaranya menggunakan limbah karbit dan limbah serbuk kaca, seperti yang dilakukan oleh Bobby Damara, mahasiswa jurusan teknik sipil, Universitas Islam Lamongan, yang menggunakan limbah karbit sebagai substitusi semen dengan variasi 0% dan 5% dengan kuat tekan beton rata-rata sebesar 249,69 kg/cm² dengan kenaikan sebesar 1,77% dibandingkan dengan beton normal. Sedangkan untuk penggunaan limbah serbuk kaca yang dilakukan oleh Ayu Suhartini, mahasiswi jurusan teknik sipil, Universitas Islam 45 Bekasi, yang menggunakan serbuk kaca sebagai substitusi pasir dengan variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% dari volume agregat halus. Hasil kuat tekan beton rata-rata tertinggi dari beton normal ada pada variasi 2,5% dan 5%, ini membuktikan bahwa penggunaan limbah serbuk kaca dapat digunakan sebagai agregat halus tanpa mengurangi kuat tekan beton.

Limbah karbit dan limbah kaca yang biasa di jumpai di kehidupan sehari-hari yang masih belum banyak pemanfaatannya sehingga menjadi sampah yang menumpuk dan menjadi sumber masalah. Limbah karbit merupakan limbah B3 yang berasal dari industri pengelasan, yang dihasilkan dari reaksi antara air dengan karbit kemudian menghasilkan reaktor gas asetilen, berdasarkan lampiran Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 mengenai Pengelolaan Limbah Bahan

Berbahaya dan Beracun, limbah karbit dan limbah kaca termasuk dalam daftar Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun atau B3.

Limbah karbit memiliki komposisi kimia Kalsium oksida (CaO), Silika (SiO_2), Besi (Fe), Aluminium Oksida (Al_2O_3), dan unsur kimia lainnya. Diketahui bahwa unsur pembentuk utama dari semen adalah kalsium yang berasal dari batu kapur, dengan begitu limbah karbit juga merupakan material pembentuk semen (Rajiman, 2015).

Limbah kaca merupakan limbah yang banyak dihasilkan dari kehidupan masyarakat, limbah kaca setiap hari semakin meningkat volumenya karena manusia banyak yang menggunakan kaca, sebagian limbah kaca langsung dibuang ke lahan terbuka, hal ini tentunya akan mencemari lingkungan mengingat kaca merupakan material yang sulit terurai ataupun didaur ulang secara alami oleh alam (Suhartini, 2014). Oleh karena itu dilakukan suatu inovasi untuk mengurangi limbah kaca, salah satunya memanfaatkan limbah kaca yang ada sebagai salah satu material campuran beton. Dalam hal ini kaca akan dijadikan sebagai pengganti sebagian agregat halus pada campuran beton

Untuk itu penulis mengadakan pengujian mempergunakan limbah karbit sebagai substitusi semen sebesar 7% dan 10%, sedangkan untuk limbah kaca sebagai substitusi pasir sebesar 5% dan 7,5% dalam campuran beton, dengan penggunaan kedua bahan tersebut diharapkan dapat menjadi material alternatif campuran beton tanpa mengurangi kualitas beton, sehingga beton menjadi ekonomis dan ramah lingkungan, serta dapat mengurangi limbah yang dapat merusak lingkungan.

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini dicoba untuk mengambil permasalahan tentang pengaruh limbah karbit sebagai substitusi semen dan limbah kaca sebagai substitusi pasir pada campuran beton.

Beberapa permasalahan yang muncul antara lain:

1. Apakah penggunaan limbah karbit dan limbah kaca dapat mempengaruhi kualitas kuat tekan beton ?
2. Bagaimana pengaruhnya terhadap kualitas kuat tekan beton apabila limbah karbit dan limbah kaca dikombinasikan ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kualitas kuat tekan beton limbah karbit dan limbah kaca sebagai substitusi semen dan pasir pada campuran beton.
2. Untuk mengetahui kualitas kuat tekan beton dengan mengkombinasikan limbah karbit dan limbah kaca sebagai substitusi semen dan pasir pada campuran beton.

1.4. Batasan Masalah

Sehubungan dengan luasnya permasalahan dan keterbatasan waktu yang ada, maka penulis membatasi masalah yang ada. Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian yang dilakukan terhadap semua variasi campuran beton pada penelitian ini hanyalah menguji kuat tekannya.
2. Persentase variasi limbah karbit sebagai substitusi semen sebanyak 7% dan 10%, dan penggunaan limbah serbuk kaca sebagai substitusi pasir sebanyak 5% dan 7,5% dalam pembuatan beton untuk mengetahui adanya kenaikan atau penurunan kuat tekan pada beton.
3. Penggunaan limbah karbit pada penelitian ini berasal dari tukang las di Kota Medan, kemudian dihaluskan dan disaring lolos saringan no.200. Sedangkan limbah kaca pada penelitian ini adalah jenis *clear glass*, yang diperoleh dari tukang kaca di Kota Medan, kemudian dihaluskan dan disaring lolos saringan no.30 tertahan di saringan no.50.
4. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Waktu yang direncanakan untuk kuat tekan beton adalah 7 hari, 14 hari dan 28 hari perendaman, dengan benda uji berbentuk silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan 3 benda uji untuk masing-masing variasi.
6. Metode perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000).

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan mampu mengurangi jumlah dari limbah karbit dan limbah kaca. Apabila penelitian ini berhasil, diharapkan limbah karbit dan limbah kaca ini dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan untuk pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut untuk kedepannya.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menguraikan tentang hal-hal apa saja yang akan dilakukan dalam penelitian ini, seperti jenis data yang diperlukan, tahapan penelitian, tempat dan waktu penelitian, pengumpulan data, serta bahan dan peralatan penelitian.

BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas analisis data berdasarkan hasil pengujian yang didapat selama di laboratorium.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton merupakan campuran antara semen *Portland* atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat (SNI 03-2834-2000). Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu sehingga menghasilkan suatu campuran yang homogen sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai keinginan. Campuran tersebut apabila dibiarkan akan mengalami pengerasan sebagai akibat reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung selama jangka waktu panjang atau dengan kata lain campuran beton akan bertambah keras sejalan dengan umurnya.

Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Mulyono, 2004). Secara proporsi, komposisi unsur pembentuk beton terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Unsur pembentuk beton (Murdock and Brook, 1991).

Nama Bahan	Jumlah (%)
Agregat Kasar dan Halus	60-80
Semen	7-15
Air	14-21
Udara	1-8

Beton pada umumnya digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, pondasi, jembatan penyebrangan, struktur parkir dan lain sebagainya.

Hal ini dikarenakan beton memiliki berbagai macam keuntungan, antara lain:

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.

- b. Mampu memikul beban yang berat.
- c. Biaya pemeliharaan yang kecil.

Adapun kekurangan dari penggunaan beton yaitu:

- a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
- b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- c. Beban yang berat.
- d. Daya pantul suara yang besar.
- e. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah.

Berdasarkan kuat tekan beton dibagi menjadi tiga klasifikasi (Malier, 1992) , yaitu:

- a. Beton normal, dengan kuat tekan kurang dari 50 MPa.
- b. Beton kinerja tinggi, dengan kuat tekan antara 50 MPa hingga 90 MPa.
- c. Beton kinerja sangat tinggi, dengan kekuatan lebih dari 90 MPa.

Klasifikasi tersebut menjelaskan bahwa beton berkinerja sangat tinggi memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan beton kinerja tinggi dan beton normal.

Sedangkan terhadap isi beton dapat diklasifikasikan pada tiga kategori umum (Mehta, 1986), yaitu:

- a. Beton Ringan (*Light Weight Concrete / LWC*), beton ringan mempunyai berat 1800 kg/m^3 , pada beton ini terdapat banyak sekali agregat yang diterapkan misalnya agregat sintesis yang diproses atau dibentuk sehingga berubah karakteristik mekanisnya.
- b. Beton Normal (*Normal Weight Concrete*), beton yang mempunyai berat 2400 kg/m^3 dan mengandung pasir, kerikil alam dan batu pecah sebagai agregat.
- c. Beton Berat (*Heavy Weight Concrete*), beton ini selalu digunakan sebagai pelindung terhadap radiasi yang beratnya $> 3200 \text{ kg/m}^3$.

2.2. Material Pembentuk Campuran Beton

Material yang digunakan pada campuran beton yaitu semen, agregat dan air dan bila mana diperlukan bahan tambah. Pada campuran ini, akan digunakan limbah karbit sebagai pengganti sebagian semen dan limbah kaca sebagai pengganti

sebagian agregat halus. Dalam pembuatan campuran beton, material yang digunakan harus mempunyai kualitas yang baik dan memenuhi syarat yang telah ditentukan sehingga menghasilkan beton yang mempunyai kuat tekan yang sesuai rencana. Material-material yang akan digunakan antara lain:

2.2.1. Semen

Semen yang merupakan salah satu bahan dasar pembuatan beton tergolong dalam jenis semen hidrolis. Jenis semen hidrolis yang banyak digunakan hingga saat ini adalah merupakan semen *Portland* yang dipatenkan di Inggris pada tahun 1824 atas nama Joseph Aspdin. Semen *Portland* adalah material berbentuk bubuk berwarna abu-abu dan banyak mengandung kalsium dan almunium silika.

Bahan-bahan dasar semen yang terdiri dari kapur (C_aO), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan oksida besi (Fe_2O_3), pada saat proses manufaktur seiring dengan penambahan bahan tambah lainnya, maka terjadilah suatu reaksi kimiawi yang cukup kompleks. Sebagai hasilnya terjadi perubahan susunan kimia dalam semen, namun semen yang telah jadi, pada umumnya mengandung unsur-unsur kimia seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.2, (Setiawan,2016).

Tabel 2.2: Komposisi oksida semen Portland (Setiawan, 2016).

Senyawa Oksida	Persentase (%)
Kapur, C_aO	60 - 67
SiO_2	17 - 25
Al_2O_3	3 - 8
Fe_2O_3	0,5 - 6
MgO	0,1 - 4
Alkali (K_2O , Na_2O)	0,4 – 1,3
SO_3	1,3 – 3,0

Secara umum sesuai dengan standar dari *American Society for Testing and Materials* (ASTM), jenis semen yang ada dapat dikategorikan menjadi lima jenis :

1. Tipe I – jenis semen biasa yang dapat digunakan pada pekerjaan konstruksi umum.

2. Tipe II – merupakan modifikasi dari semen tipe I, yang memiliki panas hidrasi lebih rendah dan dapat tahan dari beberapa jenis serangan sulfat.
3. Tipe III – merupakan tipe semen yang dapat menghasilkan kuat tekan beton awal yang tinggi setelah 24 jam proses pengecoran, semen tipe ini menghasilkan kuat tekan dua kali lebih tinggi dari pada semen tipe biasa, namun panas hidrasi yang dihasilkan semen ini lebih tinggi dari pada panas hidrasi semen tipe I.
4. Tipe IV – merupakan semen yang mampu menghasilkan panas hidrasi rendah, sehingga cocok digunakan pada proses pengecoran struktur beton yang masif.
5. Tipe V – digunakan untuk struktur-struktur beton yang memerlukan ketahanan yang tinggi dari serangan sulfat.

2.2.2. Agregat

Agregat merupakan bahan campuran pembentuk beton yang berfungsi sebagai bahan pengisi. Pada suatu campuran beton normal, agregat menempati 70% hingga 75% dari volume beton yang mengeras, sisanya ditempati oleh pasta semen, air yang tersisa dari reaksi hidrasi serta rongga udara. Secara umum semakin padat susunan agregat dalam campuran beton, maka beton yang dihasilkan akan makin tahan lama dan ekonomis. Oleh karena itu, agar didapat hasil yang baik maka ukuran agregat harus dipilih sedemikian rupa sehingga memenuhi gradasi yang disarankan (Setiawan, 2016). Berdasarkan ukuran besar butirnya, agregat yang dipakai dalam adukan beton dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

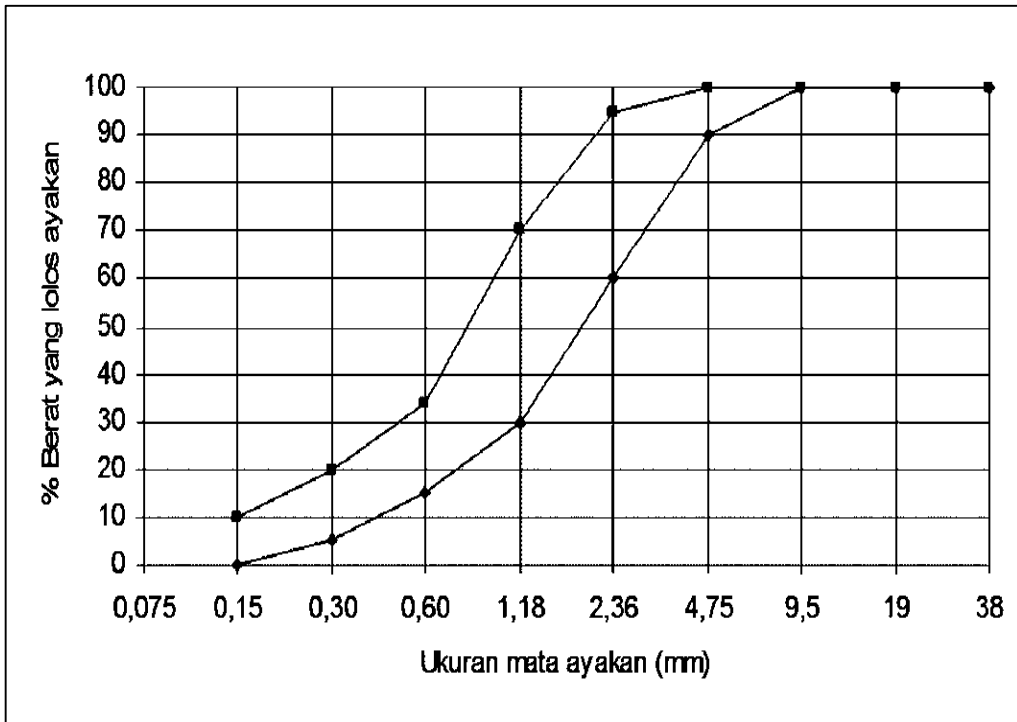
a. Agregat Halus

Menurut SNI 03-2834-2000, memberikan syarat-syarat untuk agregat halus, yang dikelompokkan dalam empat zona (daerah) seperti dalam Tabel 2.3 dan dijelaskan melalui Gambar 2.1 hingga Gambar 2.4 untuk mempermudah pemahaman.

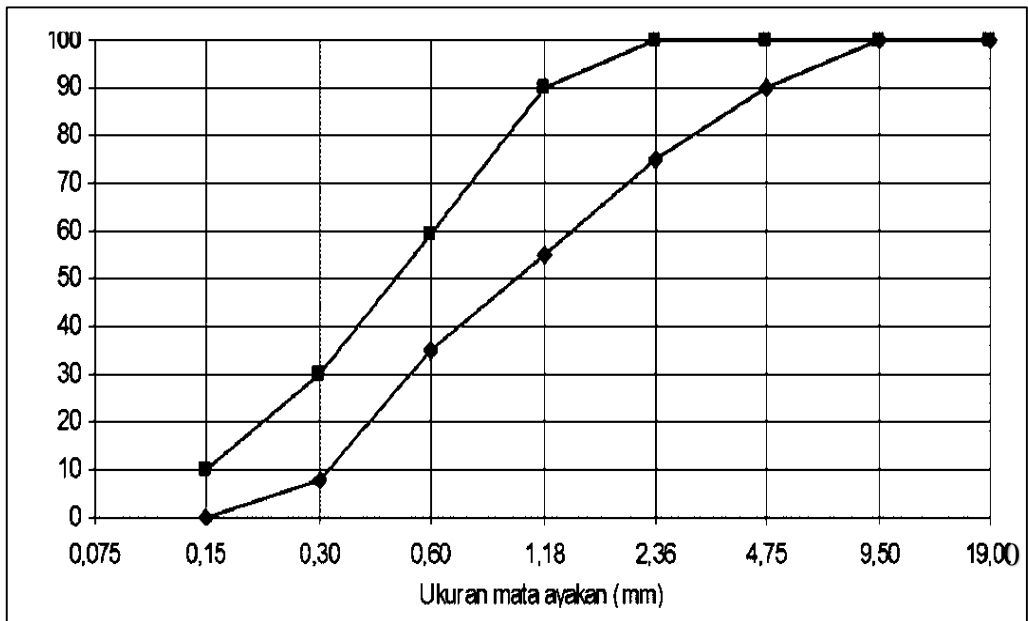
Tabel 2.3: Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000).

Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Besar Butir Yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 inch	100	100	100	100
4,8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

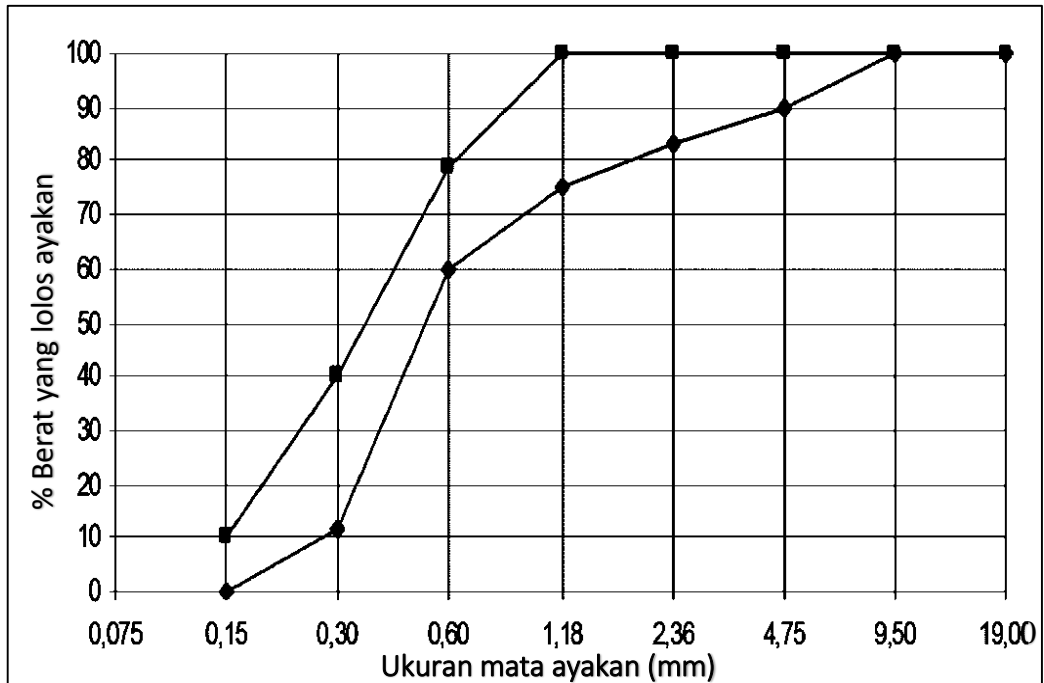
- Keterangan :
- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar.
 - Daerah Gradasi II = Pasir Agak Kasar.
 - Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus.
 - Daerah Gradasi IV = Pasir Halus.



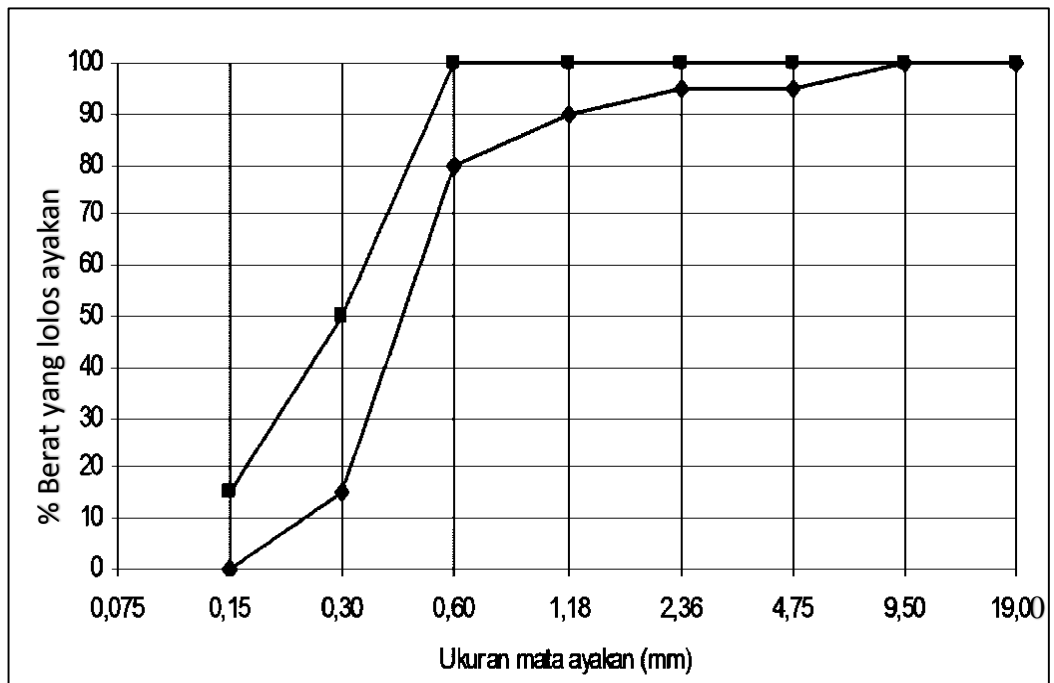
Gambar 2.1: Daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.2: Daerah gradasi pasir sedang (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.3: Daerah gradasi pasir agak halus (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.4: Daerah gradasi pasir halus (SNI 03-2834-2000).

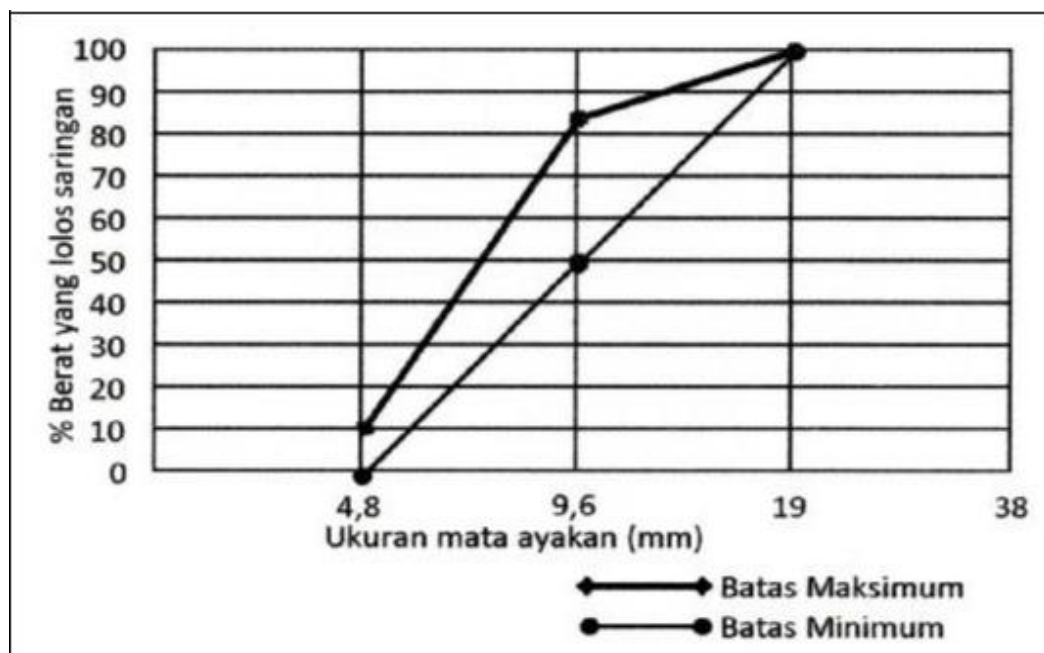
b. Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa kerikil sebagai hasil alami dari batu-batuan atau batu pecah yang diperoleh dari pemecah batu. Pada umumnya agregat kasar memiliki ukuran butir antara 5 mm – 40 mm.

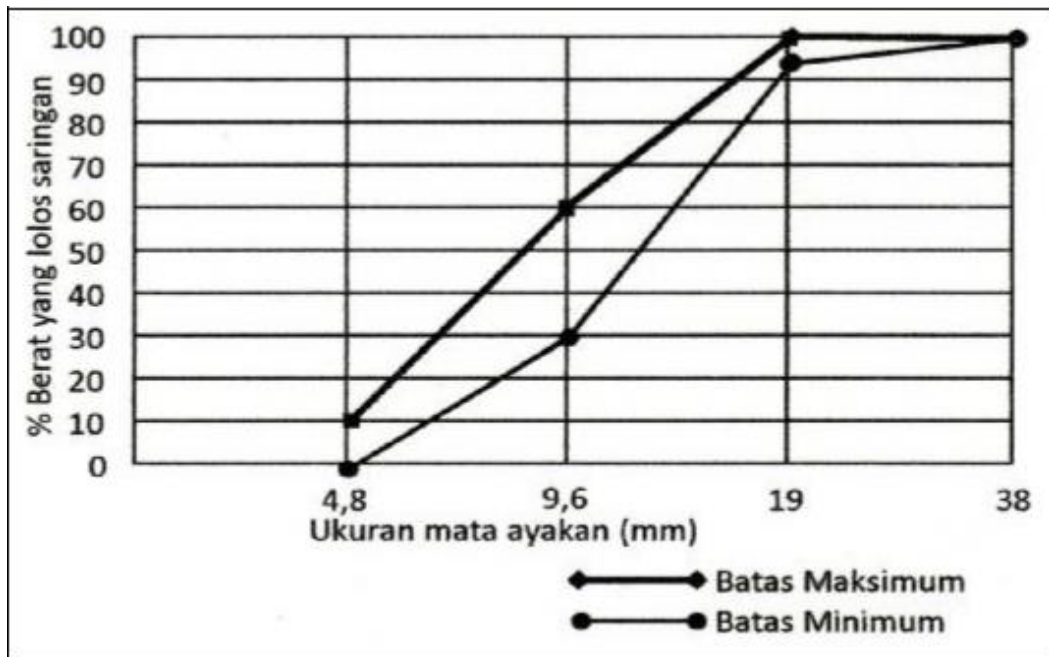
Menurut SNI 03-2834-2000 batas gradasi agregat kasar dapat dilihat dalam Tabel 2.4 dan dijelaskan melalui Gambar 2.5 sampai 2.7, agar lebih memudahkan pemahaman.

Tabel 2.4: Batas gradasi agregat kasar (SNI 03-2834-2000).

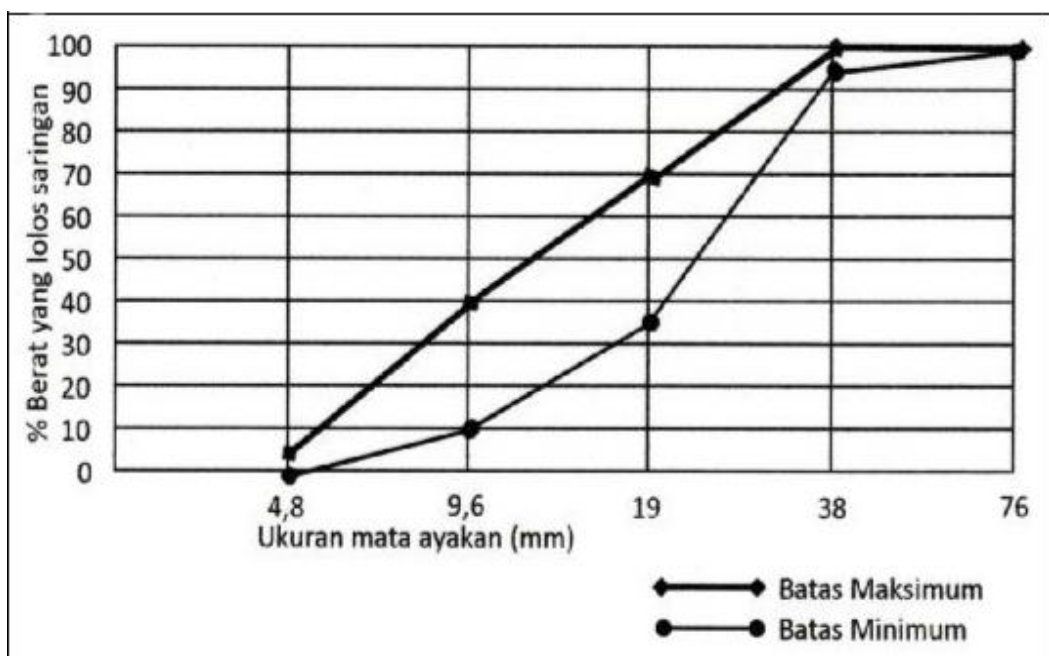
Ukuran mata ayakan (mm)	Persentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)		
	38 – 4,76	19,0-4,76	9,6 – 4,76
38,1	95 – 100	100	
19,0	37– 70	95- 100	100
9,52	10– 40	30- 60	50-85
4,76	0– 5	0- 10	0 -10



Gambar 2.5: Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 10 mm.



Gambar 2.6: Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm.



Gambar 2.7: Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 40 mm.

2.2.3. Air

Air merupakan bahan yang penting juga dalam pembuatan suatu campuran beton. Air merupakan pemersatu proses pencampuran dari agregat dan semen, dalam pelaksanaan pembuatan beton sangat bergantung pada air untuk mendapatkan beton yang mudah dilaksanakan, tetapi dengan kekuatan yang tetap harus dipertahankan jumlah air dengan semennya atau bisa disebut faktor air semen (*water cemen ratio*). Air yang digunakan dalam pembuatan beton adalah air yang bebas dari bahan-bahan yang merugikan.

Dalam pembuatan campuran beton, hendaknya digunakan air yang bersih yang tidak tercampur dengan kotoran-kotoran kimia yang memungkinkan timbulnya reaksi yang merusak kualitas beton. Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan dapat dilihat pada Tabel 2.5 agar lebih memudahkan pemahaman.

Tabel 2.5: Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan (SNI 7974, 2013).

Kandungan Unsur Kimia	Konsentrasi (Maksimum)
Klorida	-
a. Beton Prategang	500 ppm
b. Beton Bertulang	1000 ppm
Alkali ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{K}_2\text{O}$)	600 ppm
Sulfat (SO_4)	3000 ppm
Massa bahan padat total	50000 ppm

2.2.4. Bahan Tambah

Bahan tambah yaitu bahan selain unsur pokok dalam beton (air, semen dan agregat), yang ditambahkan pada adukan beton, baik sebelum, segera atau selama pengadukan beton dengan tujuan mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton, sewaktu masih keadaan segar atau setelah mengeras. Fungsi bahan tambah yaitu mempercepat pengerasan, menambah kelecakan (*workability*) beton segar, menambah kuat tekan beton, meningkatkan daktalitas atau mengurangi sifat getas beton, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya. Bahan tambah diberikan

dengan jumlah yang relatif sedikit dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan, sehingga memperburuk sifat beton (Tjokrodinuljo, 1996).

2.3 Limbah Karbit

Limbah karbit adalah limbah B3 yang dapat mencemari lingkungan sekitar, limbah karbit merupakan sisa dari reaksi karbit terhadap air yang menghasilkan gas asetelin. Limbah karbit itu sendiri sangat mudah dijumpai pada bengkel-bengkel las karbit di kota Medan, yang pada umumnya tidak dilakukan pengolahan terhadap limbah karbit tersebut karena dianggap tidak bernilai ekonomis dan mengandung zat berbahaya.

Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun mendefinisikan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) sebagai zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain.

Seiring berkembangnya teknologi dan inovasi beton solusi pengurangan limbah karbit yang menumpuk di kota Medan adalah dengan melakukan pemakaian kembali (*Reuse*) agar dapat dimanfaatkan sebagai material bahan konstruksi bangunan yang ramah terhadap lingkungan. Tujuannya adalah untuk mengurangi limbah B3 yang dapat mencemari lingkungan sekitar dan mewujudkan pembangunan yang berkesinambungan (*sustainable construction*).

Tabel 2.6: Kandungan limbah karbit (Damara, 2018).

Komposisi Kimia	Kandungan %
SiO ₂	4,3
Fe ₂ O ₃	0,9
Al ₂ O ₃	0,4
CaO	56,5
MgO	1,7

Tabel 2.6: *Lanjutan.*

Komposisi Kimia	Kandungan %
SO ₃	0,06
Lol	36,1

2.4. Limbah Kaca

Kaca adalah suatu produk industri kimia yang paling akrab dengan kehidupan kita sehari-hari. kaca adalah substansi yang dibuat dengan pendinginan bahan-bahan yang dilelehkan, tidak berbentuk kristal tetapi tetap pada kondisi berongga. Limbah kaca biasanya dipisahkan berdasarkan penggunaan akhirnya dan berdasarkan penggunaan akhirnya kaca dipisahkan berdasarkan warna kaca, secara garis besar kaca dibagi menjadi tiga warna:

- a. Bening/tidak berwarna, biasanya digunakan sebagai alat rumah tangga.
- b. Hijau, biasanya digunakan sebagai botol minuman bir atau *wine*.
- c. Coklat, biasanya digunakan sebagai botol minuman ringan.

Banyak hal yang berpotensi menguntungkan dari penggunaan kaca sebagai agregat beton, (Suhartini, 2014) antara lain :

- a. Memiliki tingkat durabilitas yang tinggi, mengingat kaca adalah material yang tidak menyerap air.
- b. Kaca memiliki ketahanan yang tinggi terhadap abrasi dan karakteristik ini adalah karakteristik yang langka terdapat dalam agregat alami lainnya.

Tabel 2.7: Kandungan kimia kaca (Harahap, 2018).

Komposisi Kimia	Jenis Kaca				
	<i>Clear Glass</i>	<i>Amber Glass</i>	<i>Green Glass</i>	<i>Pyrex Glass</i>	<i>Fused Silica</i>
SiO ₂	73,2- 73,5	71,0-72,4	71,27	81	99,87
Al ₂ O ₃	1,7-1,9	1,7-,18	2,22	2	-
Na ₂ O + K ₂ O	13,6-14,1	13,8-14,4	13,06	4	-

Tabel 2.7: *Lanjutan.*

Komposisi Kimia	Jenis Kaca				
	<i>Clear Glass</i>	<i>Amber Glass</i>	<i>Green Glass</i>	<i>Pyrex Glass</i>	<i>Fused Silica</i>
CaO + MgO	10,7-10,8	11,6	12,17	-	-
SO ₃	0,2-0,24	0,12-0,14	0,052	-	-
Fe ₂ O ₃	0,04-0,05	0,3	0,599	3,72	-
Cr ₂ O ₃		0,01	0,43	12,0-13,0	-

2.5. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-2000

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan (f'_c) pada umur tertentu.
2. Penghitungan nilai deviasi standar (S).

Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji 30, dapat dilihat pada Tabel 2.8. Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Tabel 2.8: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI 03-2834-2000).

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	$f'_c + 12 \text{ Mpa}$
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

3. Penghitungan nilai tambah/margin (m) ditentukan menggunakan tingkat mutu pekerjaan pembetonan yang dijelaskan pada Tabel 2.9 di bawah ini.

Tabel 2.9: Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004).

Tingkat Mutu Pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5

Tabel 2.9: *Lanjutan.*

Tingkat Mutu Pekerjaan	S (Mpa)
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

4. Kuat tekan rata-rata perlu

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan menggunakan Pers. 2.1 sebagai berikut:

$$f'_{cr} = f'_c + S + m \quad (2.1)$$

Dengan:

f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata perlu (MPa).

f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan (MPa).

S = Standar deviasi (MPa).

m = Nilai tambah (MPa).

5. Penetapan jenis semen *Portland*

Pada cara ini dipilih semen tipe I.

6. Penetapan jenis agregat:

Jenis agregat kasar dan agregat halus ditetapkan, berupa agregat alami (batu pecah atau pasir buatan).

7. Penetapan nilai faktor air semen bebas:

Nilai faktor air semen bebas dapat diambil dari Gambar 2.8 berikut yang menjelaskan tentang hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder.

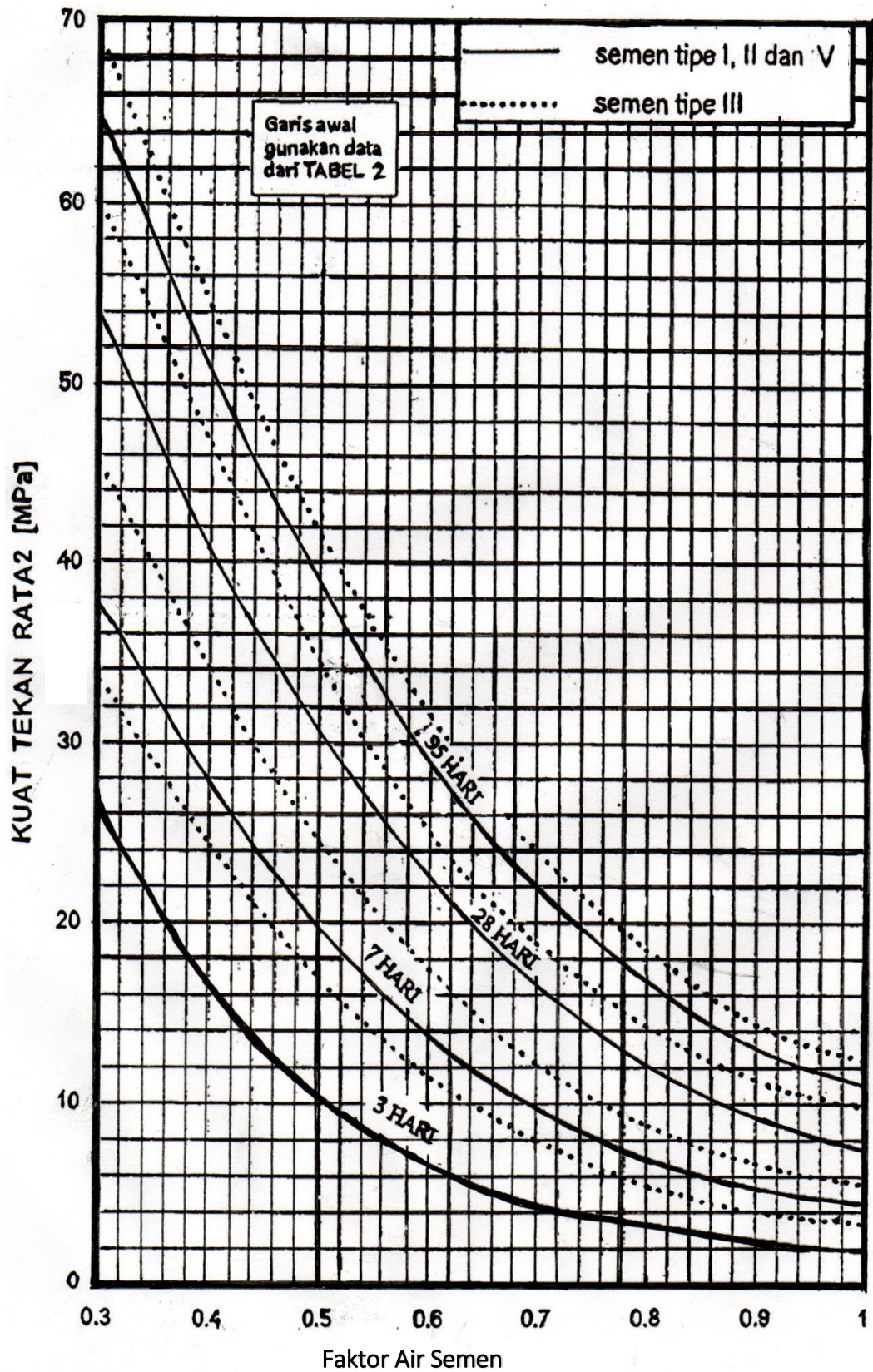
8. Faktor air semen maksimum.

9. Penetapan nilai *slump*.

Penetapan nilai *slump* ditentukan, berupa 0 – 10 mm, 10 – 30 mm, 30 - 60 mm atau 60 - 180 mm.

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

Penetapan besar butir agregat maksimum pada beton standar ada 3, yaitu 10 mm, 20 mm atau 40 mm.



Gambar 2.8: Hubungan faktor-air-semen dan kuat tekan silinder beton (SNI 03-2834-2000).

11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan Tabel 2.10 untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 2.10: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834-2000).

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu Tak di pecah	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Batu Tak di pecah	137	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40	Batu Tak di pecah	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung dengan menggunakan Persamaan. 2.2.

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (2.2)$$

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.

12. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton dihitung dengan menggunakan Pers. 2.3.

$$W_s = \frac{1}{FAS} \times W_{air} \quad (2.3)$$

FAS = Faktor air per meter kubik beton.

13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.11, Dari tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

Tabel 2.11: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834-2000).

Lokasi	Jumlah Semen minimum Per m ³ beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan: a. Keadaan keliling non-korosif b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	375 325	0,60 0,52
Beton di luar ruangan bangunan; a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung. b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325 375	
Beton masuk ke dalam tanah: a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah Beton yang kontinyu berhubungan: a. Air tawar b. Air laut	325	0,55 Lihat Tabel 2.11 Lihat Tabel 2.12

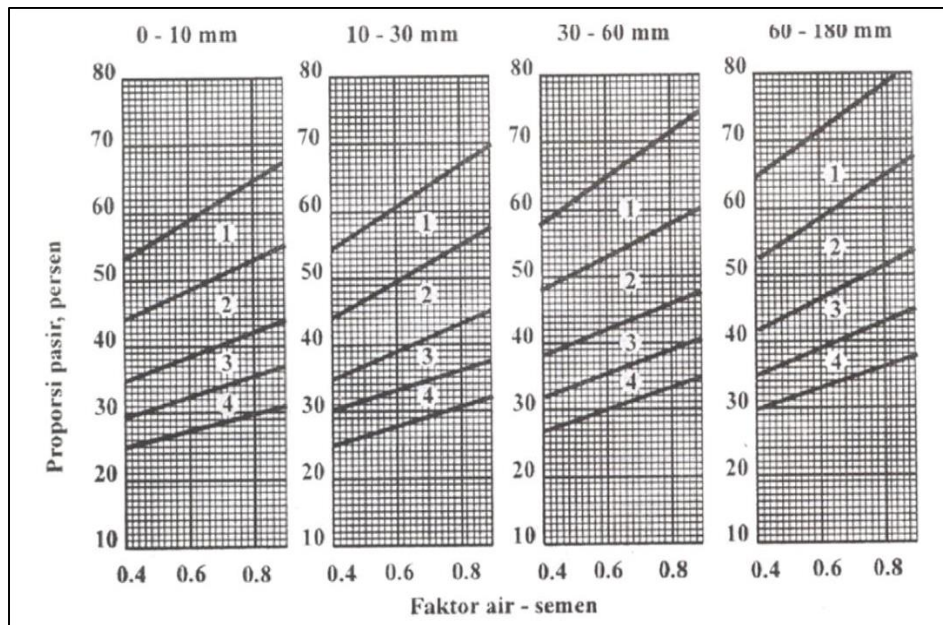
15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Penetapan jenis agregat halus.
Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar (Gambar

2.1), agak kasar (Gambar 2.2), agak halus (Gambar 2.3) dan pasir halus (Gambar 2.4).

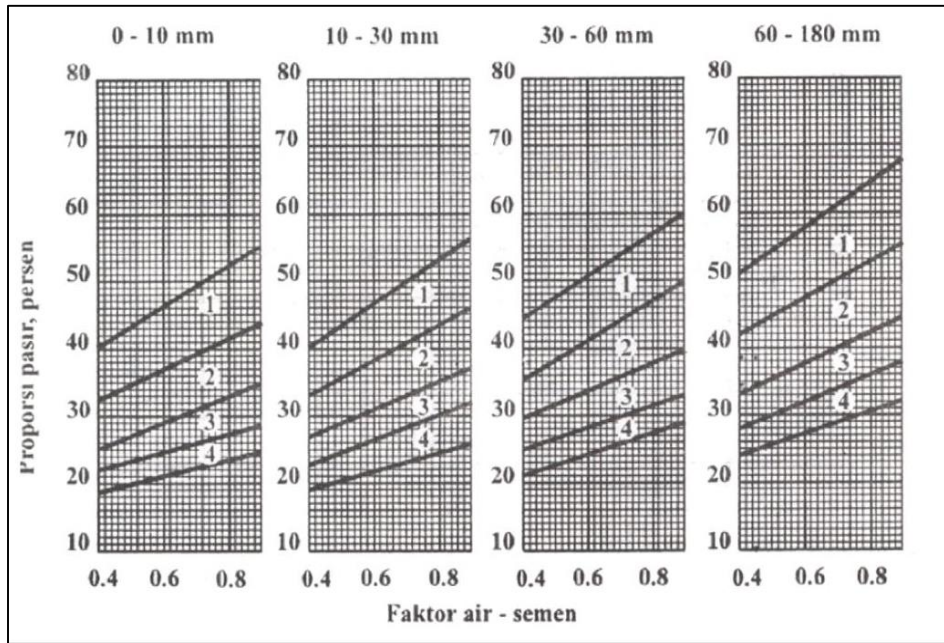
17. Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.5 sampai Gambar 2.7.

18. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.

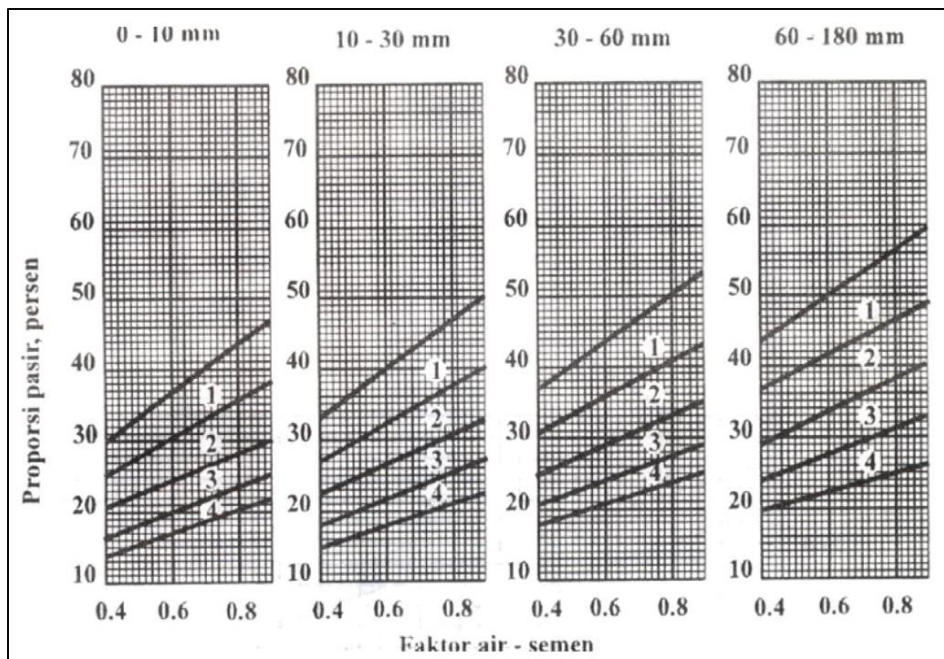
Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan faktor air semen menurut butir 15 dan daerah susuan butir 16 secara tegak lurus berpotongan, dengan mengetahui nilai *slump* rencana menurut butir 9, yang dapat dilihat pada Gambar 2.9 sampai Gambar 2.11.



Gambar 2.9: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.10: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834 2000).



Gambar 2.11: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834 2000).

19. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan menggunakan Pers. 2.4:

$$\text{Dengan : } B_{j \text{ camp}} = \frac{K_h}{100} \times B_{jh} + \frac{K_k}{100} \times B_{jk} \quad (2.4)$$

Dimana :

$B_{j \text{ camp}}$ = berat jenis agregat campuran.

B_{jh} = berat jenis agregat halus.

B_{jk} = berat jenis agregat kasar.

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

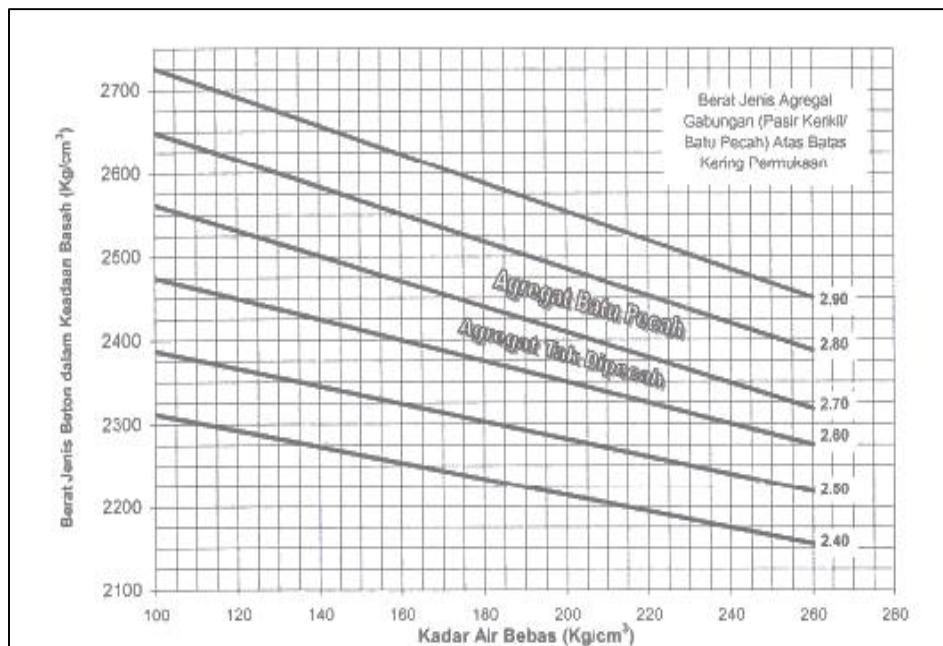
Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, namun jika belum ada maka dapat diambil sebesar :

$B_j = 2,60$ untuk agregat tak pecah/alami.

$B_j = 2,70$ untuk agregat pecah.

20. Perkiraan berat beton.

Perkiraan berat beton diperoleh dari :



Gambar 2.12: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834 2000).

21. Dihitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan menggunakan Pers. 2.5.

$$W_{agr, camp} = W_{btn} - W_{air} - W_{smn} \quad (2.5)$$

Dengan :

$W_{agr, camp}$ = Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg).

W_{btn} = Berat beton per meter kubik beton (kg).

W_{air} = Berat air per meter kubik beton (kg).

W_{smn} = Berat semen per meter kubik beton (kg).

22. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21).

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan menggunakan Pers. 2.6.

$$W_{agr, halus} = K_h \times W_{agr, camp} \quad (2.6)$$

Dengan :

K_h = Persentase agregat halus terhadap agregat campuran (%).

$W_{agr, camp}$ = Berat agregat campuran per meter kubik beton (kg).

23. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan Pers. 2.7.

$$W_{agr, kasar} = K_k \times W_{agr, camp} \quad (2.7)$$

Dengan :

K_k = Persentase agregat kasar terhadap agregat Campuran (%).

$W_{agr, camp}$ = Berat agregat campuran per meter kubik beton (kg).

24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m³ adukan.

25. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan harus dihitung menurut rumus sebagai berikut :

$$a. \text{ Air} \quad = B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$$

$$b. \text{ Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100}$$

$$c. \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$$

Dengan :

B adalah jumlah air (kg/m^3).

C adalah agregat halus (kg/m^3).

D adalah jumlah agregat kasar (kg/m^3).

C_n adalah *absorption* agregat halus (%).

D_a adalah *absorption* agregat kasar (%).

C_k adalah kandungan air dalam agregat halus (%).

D_k adalah kandungan air dalam agregat kasar (%).

2.6. Slump Test

Pengambilan nilai slump dilakukan untuk masing-masing campuran baik pada beton standar maupun beton yang menggunakan *additive* dan bahan penambah (*admixture*). Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan *slump* dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat (SNI 1972 - 2008).

2.7. Perawatan Beton

Hidrasi pada semen terjadi karena adanya air yang dicampurkan ke dalam adukan beton, kondisi ini harus dipertahankan agar reaksi hidrasi kimiawi terjadi dengan sempurna. Jika beton terlalu cepat mengering, maka akan terjadi retak pada permukaannya. Kekuatan beton akan berkurang akibat retak ini, juga akibat kegagalan mencapai reaksi kimiawi penuh. Kondisi perawatan beton yang baik dapat dicapai dengan melakukan beberapa langkah, yaitu :

1. *Water (Standar Curing)*

Perawatan ini dilakukan dengan menggunakan media air. Beton direndam didalam air selama waktu yang diperlukan untuk menggunakan beton tersebut.

2. *Exposed Atmosfer*

Disini beton dibiarkan setelah dibuka dari cetakan didalam ruangan menurut temperatur ruangan tersebut.

3. *Saeled* atau *wropping*

Perawatan beton dengan cara ini membalut dan menutupi menutupi semua permukaan beton. Beton dilindungi dengan karung basah, *film plastic* atau kertas perawatan tanah air, agar uap air yang terdapat dalam beton tidak hilang.

4. *Steam Curing* (perawatan uap)

Perawatan dengan uap seringkali digunakan untuk beton yang dihasilkan dari pabrik. Temperatur perawatan uap ini 80° - 150° C biasanya lama perawatan satu hari.

5. *Autoclave*

Perawatan beton dengan cara memberikan tekanan yang tinggi pada beton dalam ruangan tertutup, untuk mendapatkan beton mutu tinggi.

2.8. Pengujian Kuat Tekan Beton

Untuk melakukan pengujian kuat tekan benda uji digunakan alat *Universal Testing Machine*. Beban yang bekerja akan didistribusikan secara merata dan kontinyu, dengan tegangan yang dihasilkan sebesar :

$$f \text{ (saat pengujian)} = \frac{P}{A} \quad (2.8)$$

Dimana :

f (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm²).

P = Beban tekan (Kg).

A = Luas penampang (cm²).

Menurut SNI 1974-2011, pengujian kuat tekan beton memiliki toleransi waktu yang telah diatur sedemikian rupa sehingga diharapkan pada saat melakukan pengetesan, tidak melebihi atau kurang dari waktu yang telah ditentukan, sesuai dengan Tabel 2.12.

Tabel 2.12: Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan (SNI 1974 2011).

Umur Pengujian	Toleransi Waktu Yang Diizinkan
12 Jam	15 menit atau 2,1%
24 Jam	30 menit atau 2,1 %
3 Hari	2 Jam atau 2,8 %
7 Hari	6 Jam atau 3,6 %
28 Hari	20 Jam atau 3,0 %
90 Hari	48 Jam atau 2,2 %

Pengujian kuat tekan beton dilakukan umumnya pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Jumlah hari pengujian kuat tekan dapat diestimasi dengan cara membagi hasil kuat tekan pada umur tertentu dibagi dengan koefisien kuat tekan sesuai jumlah umur pengujian.

Estimasi kuat tekan dilakukan terhadap kuat tekan umur 28 hari:

$$f'_c \text{ (estimasi 28 hari)} = \frac{f'_c \text{ (saat pengujian)}}{\text{Koefisien}} \quad (2.9)$$

Dimana :

f'_c (estimasi 28 hari) = kuat tekan estimasi 28 hari (kg/cm²).

f'_c (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm²).

Koefisien = Koefisien dari umur beton.

Tabel 2.13: Koefisien Perbandingan Kekuatan Tekan Beton pada Berbagai Umur (Tjokrodinuljo, 2007).

Umur (Hari)	7	14	21	28
Koefisien	0,65	0,88	0,95	1,00

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Umum

Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari :

1. Data primer

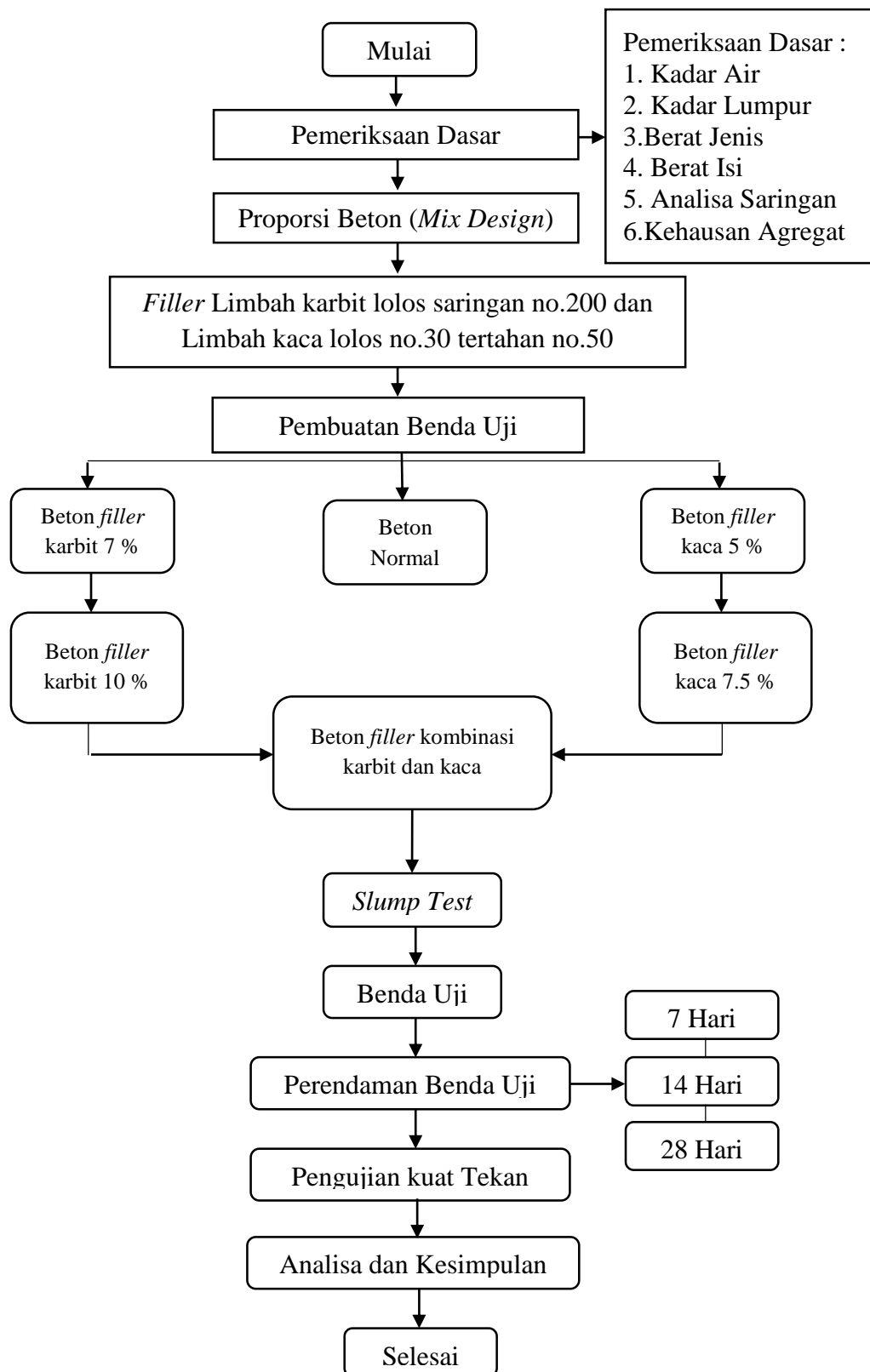
Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti :

- a. Analisa saringan agregat.
- b. Berat jenis dan penyerapan.
- c. Pemeriksaan berat isi agregat.
- d. Pemeriksaan kadar air agregat.
- e. Pemeriksaan kadar lumpur.
- f. Pemeriksaan keausan agregat.
- g. Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- h. Kekentalan adukan beton segar (*Slump*).
- i. Uji Kuat tekan beton.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Beton di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dan data teknis yang didapat berasal dari SNI-03-2834-(2000), ASTM, serta buku-buku atau literature sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 : Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan.

Penelitian dimulai setelah mendapat persetujuan secara tertulis dari ketua prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Selanjutnya dilakukan Studi Literatur, seperti mencari referensi pada penelitian terdahulu, informasi kandungan dalam limbah karbit dan serbuk kaca, nilai persentase yang akan digunakan serta acuan dalam melakukan penelitian.

Setelah acuan dalam penelitian ditetapkan yaitu menggunakan SNI 03-2834-2000, mengenai tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, selanjutnya dilakukan pemeriksaan dasar yang bertujuan untuk mendapatkan data-data pendukung yang diperoleh penelitian di laboratorium.

Selanjutnya mencari proporsi beton (*mix design*) sesuai SNI 03-2834-2000, hal ini bertujuan untuk mengetahui proporsi campuran untuk setiap 1 benda uji silinder sesuai dengan faktor-faktor yang disyaratkan guna mencapai kuat tekan yang ditargetkan.

Setelah memperoleh proporsi campuran beton kemudian dilakukan penyaringan bahan untuk setiap nomor saringan halus dan kasar. Penyaringan bahan ini dilakukan untuk memenuhi agregat halus dan agregat kasar yang sudah direncanakan dalam *mix design* serta mengacu pada data analisa saringan pada pemeriksaan dasar yang lebih dulu dilakukan.

Tahap selanjutnya yaitu melakukan penyaringan limbah karbit menggunakan saringan nomor 200 dan serbuk botol kaca lolos saringan nomor 30 tertahan disaringan nomor 50, kedua bahan tersebut terlebih dahulu dihaluskan.

Setelah bahan-bahan campuran beton diperoleh tahap selanjutnya adalah pembuatan benda uji, pembuatan benda uji sesuai masing-masing variasi, yaitu benda uji beton normal, benda uji beton dengan limbah karbit 7 % dan 10 %, benda uji beton dengan limbah serbuk kaca 5 % dan 7.5 %, dan benda uji beton kombinasi limbah karbit dan limbah kaca, persentase variasi diambil dari kuat tekan beton tertinggi. Didalam proses pembuatan beton, setiap adonan terlebih dahulu diuji nilai *slump*, dimana nilai *slump* telah ditentukan pada *mix design* yaitu 3-6 cm.

Setelah pengujian *slump* dilakukan, campuran beton selanjutnya di masukkan kedalam cetakan silinder yang sebelumnya telah dioleskan *vaseline*. Kemudian cetakan benda uji dapat dilepas setelah 24 ± 4 jam dan tidak lebih dari 48 jam dari

pencetakan. Selanjutnya dilakukan perendaman benda uji sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu 7, 14, dan 28 hari.

Setelah waktu perendaman telah mencapai 7, 14 dan 28 hari, kemudian benda uji diangkat dari bak perendaman dan kemudian dilakukan pengujian kuat tekan beton, kemudian dari hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh data-data yang dibutuhkan sesuai dengan tujuan penelitian.

Dari rangkaian kegiatan penelitian nilai *slump test* hingga data-data kuat tekan beton, selanjutnya dilakukan analisa data yang akan diambil kesimpulan. Penelitian selesai dilakukan setelah tujuan dari penelitian didapatkan melalui data-data dan kesimpulan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Maret 2019 hingga Agustus 2019. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.3. Bahan dan Peralatan

3.3.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Merah Putih PPC (*Portland Pozzolan Cement*).

b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari daerah Binjai.

c. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari daerah Binjai.

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

e. Limbah Karbit

Limbah karbit diperoleh dari bengkel las asetelin di kota Medan.

f. Limbah Botol Kaca

Limbah botol kaca diperoleh dari tukang kaca di kota Medan.

3.3.2. Peralatan

Alat-alat yang digunakan didalam penelitian ini antara lain:

a. Satu set saringan agregat halus dan agregat kasar.

Agregat halus: No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, dan PAN.

Agregat kasar: 1,5 inch, $\frac{3}{4}$ inch, $\frac{3}{8}$ inch, dan No.4.

b. Alat-alat yang mendukung pengujian material.

c. Timbangan digital.

d. Alat pengaduk beton (*mixer*).

e. Cetakan benda uji silinder 15 x 30 cm.

f. Mesin pengujian kuat tekan beton (*compression test*).

3.4. Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material sampai ke lokasi penelitian, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian yang akan dilaksanakan nantinya dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material.

3.5. Pemeriksaan agregat halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan pemeriksaan diantaranya:

a. Pemeriksaan kadar air.

b. Pemeriksaan kadar lumpur.

c. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.

d. Pemeriksaan berat isi.

e. Pemeriksaan analisa saringan.

3.5.1. kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C566) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Falkutas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.1: Data-data dari hasil penelitian kadar air agregat halus.

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat Contoh SSD dan Berat Wadah (W_1)	561	559	560
Berat Contoh SSD	508	508	508
Berat Contoh Kering Oven & Berat Wadah (W_2)	550	548	549
Berat Wadah (W_3)	53	51	52
Berat Air ($W_1 - W_2$)	11	11	11
Berat Contoh Kering ($W_2 - W_3$)	497	497	497
Kadar Air $((W_1 - W_2)/(W_2 - W_3)) \times 100\%$	2.21	2.21	2.21

Berdasarkan Tabel 3.1 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, didapat rata-rata kadar air 2,21%. Pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, hasil tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2%-20%.

3.5.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C117), serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU. Hasil dari penelitian kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Data-data penelitian kadar lumpur agregat halus.

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-Rata
Berat Kering : A (gr)	500	500	500
Berat Contoh Setelah dicuci : B (gr)	478	476	477
Berat kotoran Agregat Lolos Saringan (No.200) Setelah dicuci : C (gr)	22	24	23
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan (No.200) Setelah dicuci (%)	4,4	4,8	4,6

Berdasarkan Tabel 3.2 Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No.200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal, kemudian membuat hasilnya dalam persentase. Dari penelitian ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 4,4%, dan sampel kedua sebesar 4,8%. Maka untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil rata-rata pengujian yakni sebesar 4,6%.

3.5.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 128), serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU. Hasil dari penelitian berat jenis dan penyerapan (*absorption*) pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh (B) gr	500	500	500
Berat contoh (SSD) kering oven (110°C) Sampai Konstan (E) gr	491	492	491.5

Tabel 3.3: *Lanjutan.*

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat piknometer penuh air (D) gr	697	695	696
Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (C) gr	1000	998	999
Berat jenis contoh kering $E / (B + D - C)$	2.49	2.50	2.49
Berat jenis contoh SSD $B / (B + D - C)$	2.54	2.54	2.54
Berat jenis contoh semu $E / (E + D - C)$	2.61	2.60	2.61
Penyerapan $[(B - E) / E] \times 100 \%$	1.83	1.63	1.73

Berdasarkan Tabel 3.3 diatas menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan. Pada tabel terlampir tiga macam berat jenis yakni berat jenis contoh kering, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata $2,49 \text{ gr/cm}^3 < 2,54 \text{ gr/cm}^3 < 2,61 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai rata-rata penyerapan sebesar 1,73%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang penyerapan yang baik pada agregat halus ialah dibawah 2% dan nilai penyerapan agregat halus pada penelitian ini telah memenuhi standar.

3.5.4. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 29) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU. Hasil dari penelitian berat isi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4: Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus.

No	Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat Contoh & Wadah (gr)	19765	19976	19873	19871,33
2	Berat Wadah (gr)	5400	5400	5400	5400
3	Berat Contoh (gr)	14365	14576	14473	14471,33
4	Volume Wadah (cm ³)	10861,71	10861,71	10861,71	10861,71
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1.32	1.34	1.33	1,33

Berdasarkan Tabel 3.4, menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar 1,33 gr/cm³. Hasil ini didapat dari rata-rata ketiga contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat isi contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan.

3.5.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 136), serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU. Hasil dari penelitian berat isi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.5 dan batas gradasi agregat halus pada gambar 3.2, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.5: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus.

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
9.50 (3/8 inch)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No.4)	11	16	27	2.67	2.67	97.33
2.36 (No.8)	33	30	63	6.23	8.89	91.11
1.18 (No.16)	79	77	156	15.42	24.31	75.69
0.60 (No.30)	125	127	252	24.90	49.21	50.79

Tabel 3.5: *Lanjutan.*

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
0.30 (No.50)	159	150	309	30.53	79.74	20.26
0.15 (No.100)	86	82	168	16.60	96.34	3.66
PAN	18	19	37	3.66	100	0.00
Total	511	501	1012	100		

Berdasarkan Tabel 3.5 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat, apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

Total berat pasir = 1012 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No. 4} = \frac{27}{1012} \times 100 \% = 2.67 \%$$

$$\text{No. 8} = \frac{63}{1012} \times 100 \% = 6.23 \%$$

$$\text{No. 16} = \frac{156}{1012} \times 100 \% = 15.42 \%$$

$$\text{No. 30} = \frac{252}{1012} \times 100 \% = 24.90 \%$$

$$\text{No. 50} = \frac{309}{1012} \times 100 \% = 30.53 \%$$

$$\text{No. 100} = \frac{168}{1012} \times 100 \% = 16.60 \%$$

$$\text{PAN} = \frac{37}{1012} \times 100 \% = 3.66 \%$$

- Persentase kumulatif berat tertahan:

No. 4	= 0	+	2.67	=	2.67%
No. 8	= 2.67	+	6.23	=	8.90%
No. 16	= 8.90	+	15.42	=	24.31%
No. 30	= 24.31	+	24.90	=	49.21%
No. 50	= 49.21	+	30.53	=	79.74%
No. 100	= 79.74	+	16.60	=	96.34%
PAN	= 96.34	+	3.66	=	100.00%

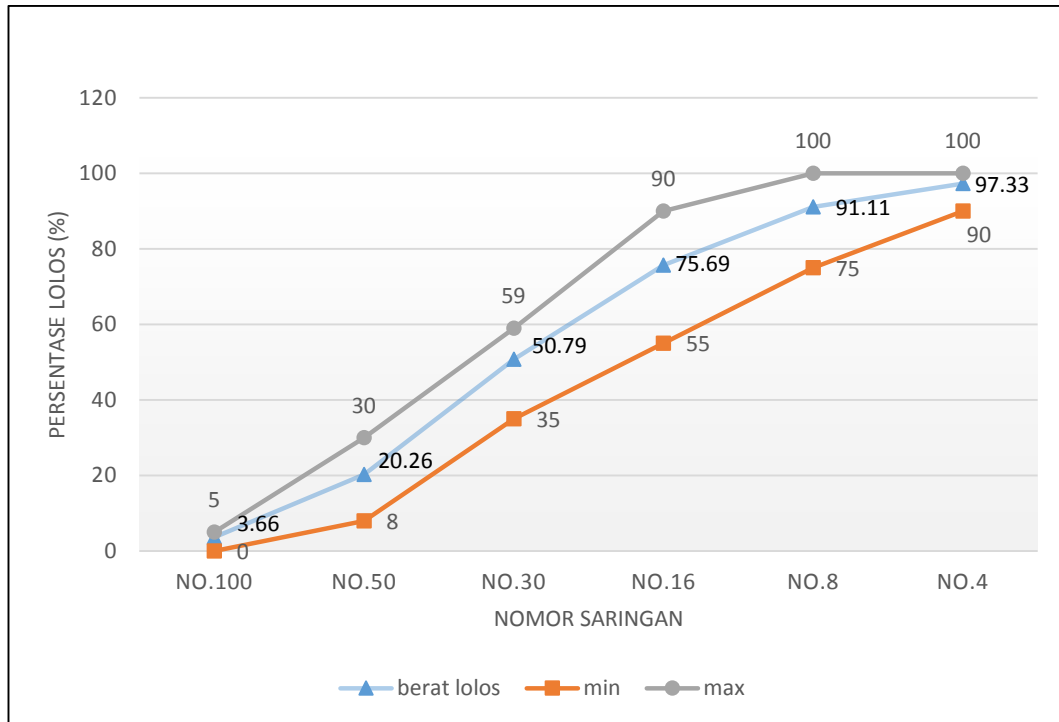
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 261,17%

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus Kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{261,17}{100} \\ \text{FM} &= 2,61 \end{aligned}$$

- Persentase kumulatif berat tertahan:

No. 4	= 100	-	2.67	=	97,33%
No. 8	= 100	-	8.90	=	91,11%
No. 16	= 100	-	24.31	=	75,69%
No. 30	= 100	-	49.21	=	50,79%
No. 50	= 100	-	79.74	=	20,26%
No. 100	= 100	-	96.34	=	3,66%
PAN	= 100	-	100,00	=	0,00%

Berdasarkan pada Tabel 3.5 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,61 dan untuk grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, termasuk di zona 2 (dua) yang dikategorikan pasir sedang. Dan berdasarkan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus yang dilakukan dapat dijelaskan pada Gambar 3.2 untuk memudahkan pemahan sebagai berikut:



Gambar 3.2: Grafik gradasi agregat halus zona dua (pasir sedang).

3.6. Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan dasar terhadap agregat kasar ini meliputi beberapa tahapan atau pemeriksaan diantaranya:

- a. Pemeriksaan kadar air.
- b. Pemeriksaan kadar lumpur.
- c. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
- d. Pemeriksaan berat isi agregat kasar.
- e. Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar.
- f. Kehausan agregat dengan menggunakan Mesin *Los Angeles*

3.6.1. Kadar Air Agregat kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 566) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat kasar. Dari penelitian didapat data-data pada Tabel 3.6 sehingga diketahui kadar air agregat kasar yang diperiksa sebagai berikut:

Tabel 3.6: Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar.

<i>COARSE AGREGAT</i>	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (<i>W1</i>)	1183	1246	1214,5
Berat contoh SSD	1002	1097	1049,5
Berat contoh kering oven & wadah (<i>W2</i>)	1177	1241	1209
Berat wadah (<i>W3</i>)	181	149	165
Berat air (<i>W1 – W2</i>)	6	5	5,5
Berat contoh kering (<i>W2 – W3</i>)	996	1092	1044
Kadar Air $((W1 - W2)/(W2 - W3)) \times 100\%$	0.602	0.457	0,529

Berdasarkan Tabel 3.6 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar yang menggunakan dua sampel yang kemudian dirata-ratakan. Dari hasil pengujian didapat nilai kadar air agregat kasar pada contoh pertama sebesar 0,602%, pada contoh kedua sebesar 0,457% dan hasil tersebut telah memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu 0,5% - 1,5%.

3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C117), serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat kasar. Dari penelitian didapat data-data pada Tabel 3.7 sehingga diketahui kadar lumpur agregat kasar yang diperiksa sebagai berikut

Tabel 3.7: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.

Agregat Kasar Diameter Maksimum 40 mm	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering: A (gr)	1402	1704	1553
Berat contoh setelah dicuci: B (gr)	1388	1691	1539,5
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci: C (gr)	14	13	13,5
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	1,00	0,76	0,88

Berdasarkan Tabel 3.7 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel yang menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal, kemudian membuat hasilnya dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 1,00%, dan sampel kedua sebesar 0,76%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,88%.

3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 127) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerap agregat kasar. Dari penelitian didapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga diketahui berat jenis dan penyerap agregat kasar yang diperiksa sebagai berikut:

Tabel 3.8: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A) gr	2002	2098	2050
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C) gr	1990	2079	2034,5
Berat contoh (SSD) di dalam air (B) gr	1259	1320	1289,5
Berat jenis contoh kering ($C/(A - B)$)	2,68	2,67	2,68
Berat jenis contoh SSD ($A/(A - B)$)	2,69	2,70	2,70
Berat jenis contoh semu ($C/(C - B)$)	2,72	2,74	2,73
Penyerapan $((A - C)/C) \times 100\%$	0,60	0,91	0,76

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) pada agregat halus yang diteliti. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar 2,68 gr/cm³, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,70 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,73 gr/cm³. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,76%.

3.6.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 29), serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), tentang berat isi agregat kasar. Untuk memudahkan pemahaman hasil penelitian berat isi agregat kasar yang telah dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), dapat di lihat pada Tabel 3.9. Dari tabel tersebut dapat diketahui nilai berat isi agregat kasar yang telah diperiksa.

Tabel 3.9: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.

No	Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	31456	32457	31351	31754,67
2	Berat wadah (gr)	6400	6400	6400	6400
3	Berat contoh (gr)	25056	26057	24951	25354,67
4	Volume wadah (cm)	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,60	1,67	1,59	1,62

Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar $1,62 \text{ gr/cm}^3$. Nilai berat isi agregat didapatkan dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam penelitian ini. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar $1,60 \text{ gr/cm}^3$. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar $1,67 \text{ gr/cm}^3$. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar $1,59 \text{ gr/cm}^3$ dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu $> 1,125 \text{ gr/cm}^3$.

3.6.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM 136), serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), tentang analisa saringan agregat kasar. Untuk memudahkan pemahaman hasil penelitian berat isi agregat kasar yang telah dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), dapat di lihat pada Tabel 3.10. Dari tabel tersebut dapat diketahui nilai analisa saringan kasar yang telah diperiksa.

Tabel 3.10: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

No. Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
	38,1 (1.5 in)	58	30	88	1,75	1,75
19.0 (3/4 in)	1046	1138	2184	43,52	45,28	54,72
9.52 (3/8 in)	680	706	1386	27,62	72,90	27,10
4.75 (No. 4)	722	638	1360	27,10	100,00	0,00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
1.18 (No.16)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
PAN	0	0	0	0,00	100	0
Total	2506	2512	5018	100		

Berdasarkan Tabel 3.10, didapatkan nilai kumulatif agregat dan modulus kehalusan agregat kasar yang diperoleh dari persentase jumlah keseluruhan kumulatif tertahan agregat. Percobaan ini dilakukan dua kali, nomor saringan yang dipakai diambil berdasarkan SNI 03-2834-2000, yang pada pengerjaan *Job Mix Design* nantinya sesuai dengan tatacara perencanaan campuran beton menurut SNI 03-2834-2000. Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut:

Total berat pasir = 5018 gram.

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= \frac{88}{5018} \times 100\% = 1,75 \% \\
 \frac{3}{4} &= \frac{2184}{5018} \times 100\% = 43,52 \% \\
 \frac{3}{8} &= \frac{1386}{5018} \times 100\% = 27,62 \% \\
 \text{No. 4} &= \frac{1360}{5018} \times 100\% = 27,10 \%
 \end{aligned}$$

- Persentase kumulatif berat tertahan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 0 + 1,75 = 1,75 \% \\
 \frac{3}{4} &= 1,75 + 43,52 = 45,28 \% \\
 \frac{3}{8} &= 45,28 + 27,62 = 72,90 \% \\
 \text{No.4} &= 72,90 + 27,10 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

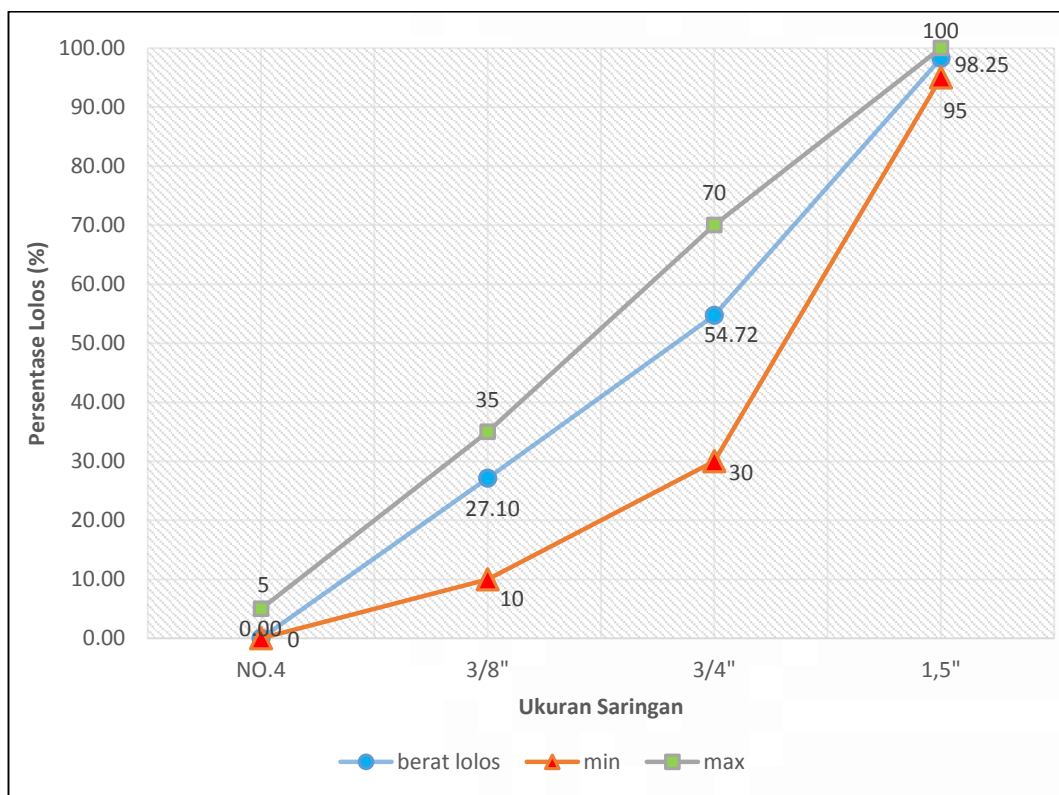
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 719,93 %

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{719,93}{100} \\
 \text{FM} &= 7,20
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

1,5	=	100	-	1,75	=	98,25	%
$\frac{3}{4}$	=	100	-	45,28	=	54,72	%
$\frac{3}{8}$	=	100	-	72,90	=	27,10	%
No. 4	=	100	-	100	=	0	%

Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Dari hasil persentase berat kumulatif yang lolos saringan maka pasir tersebut masih dalam *range* kerikil maksimum 40 mm. Batas gradasi batu pecah sebagai agregat kasar dengan kriteria berdiameter maksimum 40 mm dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3: Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.

3.6.6. Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 2417-2008), serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang kekerasan agregat dengan Mesin *Los Angeles*.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat sampel sebelum pengujian = 5006 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.11. Nilai keausan agregat didapatkan dari perbandingan persentase dari berat akhir agregat yang tertahan dengan saringan No. 12 dengan berat awal agregat yang diambil. Percobaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar ketahanan agregat terhadap gesekan.

Tabel 3.11: Data-data dari hasil pengujian keausan agregat.

No Saringan	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)
12,5 (½ inci)	2504	1136
9,50 (¾ inci)	2502	1255
4,75 (No. 4)	-	945
2,36 (No. 8)	-	347
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-
0,30 (No. 50)	-	-
0,15 (No. 100)	-	-
Pan	-	170
Total	5006	3853
	Berat lolos saringan No. 12	1153
	<i>Abrasion</i> (Keausan) (%)	23,03%

$$\begin{aligned} \text{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{5006 - 3853}{5006} \times 100 \% \\ &= 23,03 \% \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan di dapat pada Tabel 3.11 diketahui bahwa berat akhir setelah melakukan pengujian keausan agregat adalah sebesar 3853 gr dan nilai *abrasion* (keausan) sebesar 23,03%. Nilai tersebut telah memenuhi standar bahwa nilai keausan agregat tidak lebih dari 50%.

BAB 4

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

4.1.1. Data-data Campuran Beton

Dalam hal ini penulis ingin menganalisis dari data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang di inginkan. Dari hasil percobaan didapati data-data seperti yang terlihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1: Data-data pemeriksaan dasar.

Jenis Data	Nilai
Berat jenis agregat halus	2,54 gram/cm ³
Berat jenis agregat kasar	2,70 gram/cm ³
Kadar lumpur agregat halus	4,6 %
Kadar lumpur agregat kasar	0,88 %
Absorsi agregat halus	1,73 %
Absorsi agregat kasar	0,76 %
Berat isi agregat halus	1,33 gram/cm ³
Berat isi agregat kasar	1,62 gram/cm ³
FM agregat halus	2,61
FM agregat kasar	7,20
Kadar air agregat halus	2,21 %
Kadar air agregat kasar	0,53 %
Kehausan agregat	23,03 %
Nilai slump rencana	30-60 mm
Ukuran agregat maksimal	40 mm

Maka, dari data-data diatas kami membuat perencanaan campuran beton (*Mix Design*) yang terlampir pada Tabel 4.2 berdasarkan SNI 03-2834 (2000).

Tabel 4.2: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834 2000).

Perencanaan campuran beton SNI 03-2834-2000			
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan	25 Mpa
2	Deviasi standar	-	12 Mpa
3	Nilai tambah (margin)	-	5.7 Mpa
4	Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan	1 + 2 + 3	42.7 Mpa
5	Jenis semen	-	Tipe I
6	Jenis agregat : - Halus - Kasar	Ditetapkan Ditetapkan	Binjai Binjai
7	Faktor air semen bebas		0.38
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0.60
9	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7	170
12	Jumlah semen	11: 07	447.37
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	447.37
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275
15	Faktor air semen yang d disesuaikan	-	0.38
16	Susunan besar butir agregat halus	-	Daerah gradasi zona 2
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	-	Gradasi maksimum 40 mm
18	Persen agregat halus	-	33%
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	-	2.65
20	Berat isi beton	-	2413
21	Kadar agregat gabungan	20 – (12 + 11)	1795.63

Tabel 4.2: *Lanjutan.*

22	Kadar agregat halus	18 × 21		592.56	
23	Kadar agregat kasar	21 – 22		1203.07	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	Tiap m ³	447.37	170	592.56	1203.07
	Tiap campuran uji m ³	1	0.38	1.32	2.69
	Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2.37	0.90	3.14	6.38
25	Koreksi proporsi campuran				
	Tiap m ³	447.37	169.92	595.40	1200.31
	Tiap campuran uji m ³	1	0.38	1.33	2.68
	Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2.37	0.90	3.16	6.36

- Untuk satu benda uji silinder

$$\text{Tinggi} = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter} = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Volume} = 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$$

$$= 0,25 \cdot (22/7) \cdot 15^2 \cdot 30$$

$$= 5303,57 \text{ cm}^3 = 0,0053 \text{ m}^3$$

Maka :

- Semen yang dibutuhkan untuk satu benda uji :

$$= \text{Banyak semen} \times \text{Volume silinder}$$

$$= 447,37 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 2,37 \text{ kg.}$$

- Pasir yang dibutuhkan untuk satu benda uji :
 $= \text{Banyak pasir} \times \text{Volume silinder}$
 $= 595,40 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 $= 3,16 \text{ kg.}$
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk satu benda uji :
 $= \text{Banyak batu pecah} \times \text{Volume silinder}$
 $= 1200,31 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 $= 6,36 \text{ kg.}$
- Air yang dibutuhkan untuk satu benda uji :
 $= \text{Banyak air} \times \text{Volume silinder}$
 $= 169,92 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 $= 0,90 \text{ kg.}$

Perbandingan campuran untuk satu benda uji :

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
2,37 kg	:	3,16 kg	:	6,36 kg	:	0,90 kg
1	:	1,33	:	2,68	:	0,38

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing–masing saringan untuk satu benda uji. Untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.3, sedangkan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.4. Nilai total berat tertahan didapat dari persentase berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang didapat dari perbandingan.

Tabel 4.3: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk setiap saringan dalam satu benda uji.

Saringan	% tertahan	Berat Agregat Kasar	Berat tertahan (kg)
1,5 inch	1,75	6,36	0,11
3/4 inch	43,52	6,36	2,76
3/8 inch	27,62	6,36	1,75
No. 4	27,1	6,36	1,72

Tabel 4.4: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk setiap saringan dalam satu benda uji.

Saringan	% tertahan	Berat Agregat Halus	Berat Tertahan (kg)
3/8 inch	0	3.16	0
No.4	2.67	3.16	0.08
No.8	6.23	3.16	0.20
No.16	15.42	3.16	0.49
No.30	24.9	3.16	0.79
No.50	30.53	3.16	0.96
No.100	16.6	3.16	0.52
PAN	3.66	3.16	0.12

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 54 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 54 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.5 dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.6. Jumlah total agregat tiap saringan didapat dari hasil berat tertahan per saringan dan per benda uji dikalikan dengan jumlah total benda uji.

Tabel 4.5: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan dari tiap saringan untuk 54 benda uji.

Saringan	Berat tertahan (kg)	Jumlah Benda Uji	Jumlah Agregat (kg)
1,5 inch	0,11	54	6.01
3/4 inch	2,76	54	149.50
3/8 inch	1,75	54	94.88
No. 4	1,72	54	93.10
Total			343.49

Tabel 4.6: Banyak agregat halus yang dibutuhkan dari tiap saringan untuk 54 benda uji.

Saringan	Berat tertahan (kg)	Jumlah Benda Uji	Jumlah Agregat (kg)
3/8 inch	0	54	0
No.4	0.08	54	4.55
No.8	0.20	54	10.62
No.16	0.49	54	26.28
No.30	0.79	54	42.43
No.50	0.96	54	52.02
No.100	0.52	54	28.29
PAN	0.12	54	6.24
Total			170.42

- Banyak semen yang akan digunakan untuk 54 benda uji:
 $= \text{Banyak semen untuk satu benda uji} \times 54 \text{ benda uji}$
 $= 2,37 \text{ kg} \times 54$
 $= 128,04 \text{ kg.}$

- Banyak air yang akan digunakan untuk 54 benda uji:
 $= \text{Banyak air untuk satu benda uji} \times 54 \text{ benda uji}$
 $= 0,90 \text{ kg} \times 54$
 $= 48,63 \text{ kg}.$

Perbandingan campuran untuk 54 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
128,04 kg	:	170,42 kg	:	343,49 kg	:	48,63 kg

- Limbah Karbit
 - Banyak limbah karbit yang akan digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen yaitu 7% dan 10% dari berat semen, dan lolos saringan no.200, yang sebelumnya telah dihaluskan.
 - Banyak limbah karbit 7% untuk tiga benda uji atau satu kali *mix*
 $= \text{Banyak semen untuk 3 benda uji} \times 7\%$
 $= (2,37 \text{ kg} \times 3,5) \times 7\%$
 $= 0,58 \text{ kg}.$
 - Banyak limbah karbit 10% untuk tiga benda uji atau satu kali *mix*
 $= \text{Banyak semen untuk 3 benda uji} \times 10\%$
 $= (2,37 \text{ kg} \times 3,5) \times 10\%$
 $= 0,83 \text{ kg}.$
 Keterangan : 3,5 adalah kapasitas molen untuk satu kali *mix*.
- Limbah Kaca
 - Banyak limbah kaca yang akan digunakan sebagai bahan pengganti sebagian pasir yaitu 5% dan 7,5% dari berat pasir yang tertahan di saringan No.50, dan sebelumnya kaca telah dihaluskan dan disaring menggunakan saringan No.30 dan tertahan disaringan No.50.

- Banyak limbah kaca 5% untuk tiga benda uji atau satu kali *mix*
 $= \text{Banyak pasir untuk 3 benda uji} \times 5\%$
 $= (3,16 \text{ kg} \times 3,5) \times 5\%$
 $= 0,55 \text{ kg.}$
- Banyak limbah kaca 7,5% untuk tiga benda uji atau satu kali *mix*
 $= \text{Banyak pasir untuk 3 benda uji} \times 7,5\%$
 $= (3,16 \text{ kg} \times 3,5) \times 7,5\%$
 $= 0,83 \text{ kg.}$
 Keterangan : 3,5 adalah kapasitas molen untuk satu kali *mix*.

4.1.2. Metode Pengerjaan *Mix Design*

Berikut adalah penjelasan langkah-langkah dalam pembuatan rencana campuran beton (*Mix Design*):

1. Menentukan kuat tekan yang disyaratkan yaitu 25 MPa pada umur 28 hari.
2. Menentukan nilai deviasi standar (*S*) yaitu 12 MPa, berdasarkan Tabel 2.8.
3. Penentuan nilai tambah margin (*m*) untuk tingkat mutu pekerjaan cukup yaitu 5,6 MPa, dapat dilihat tabel 2.8.
4. Kuat tekan rata-rata

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers 2.1.

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

dengan:

$$f'_{cr} = \text{Kuat tekan rata-rata perlu, (MPa).}$$

$$f'_c = \text{Kuat tekan yang disyaratkan, (MPa).}$$

$$m = \text{Nilai tambah, (MPa).}$$

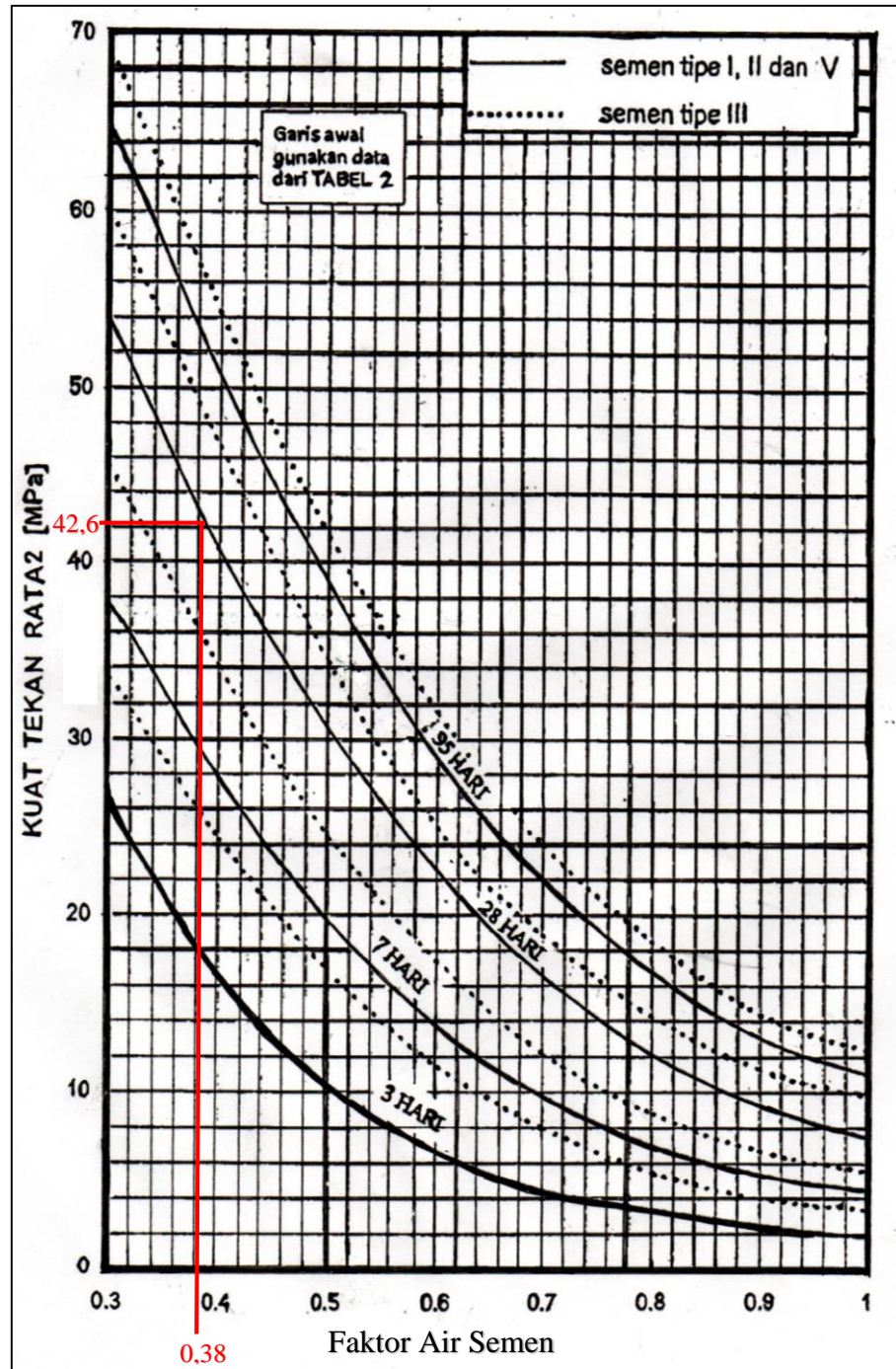
Maka diperoleh kuat tekan rata-rata:

$$f'_{cr} = 25 + 17,6$$

$$= 42,6 \text{ MPa.}$$

5. Jenis semen yang akan digunakan yaitu tipe 1 PPC.
6. Jenis agregat yang digunakan ialah agregat alami, yaitu:

- a. Agregat halus dari pasir Binjai, Sumatera Utara.
 - b. Agregat kasar dari batu pecah Binjai, Sumatera utara.
7. Menentukan faktor air semen dengan langkah – langkah sebagai berikut:
 - a. Tentukan nilai kuat tekan rata-rata pada tabel faktor air semen untuk benda uji silinder.
 - b. Tarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan rata-rata sampai menyentuh garis lengkung 28 hari.
 - c. Tarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan nilai faktor air semen yang diperlukan yaitu 0,38 seperti yang terlihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton benda uji silinder.

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini telah ditetapkan yaitu 0,60 berdasarkan Tabel 2.11. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai factor air semen yang lebih kecil.

9. Nilai *Slump* ditetapkan yaitu : 30-60 mm.
10. Ukuran agregat maksimum yaitu 40 mm.
11. Kadar air bebas, untuk memudahkan pemahaman lihat Tabel 2.10.

Berdasarkan Persamaan sebagai berikut:

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$$

Dengan :

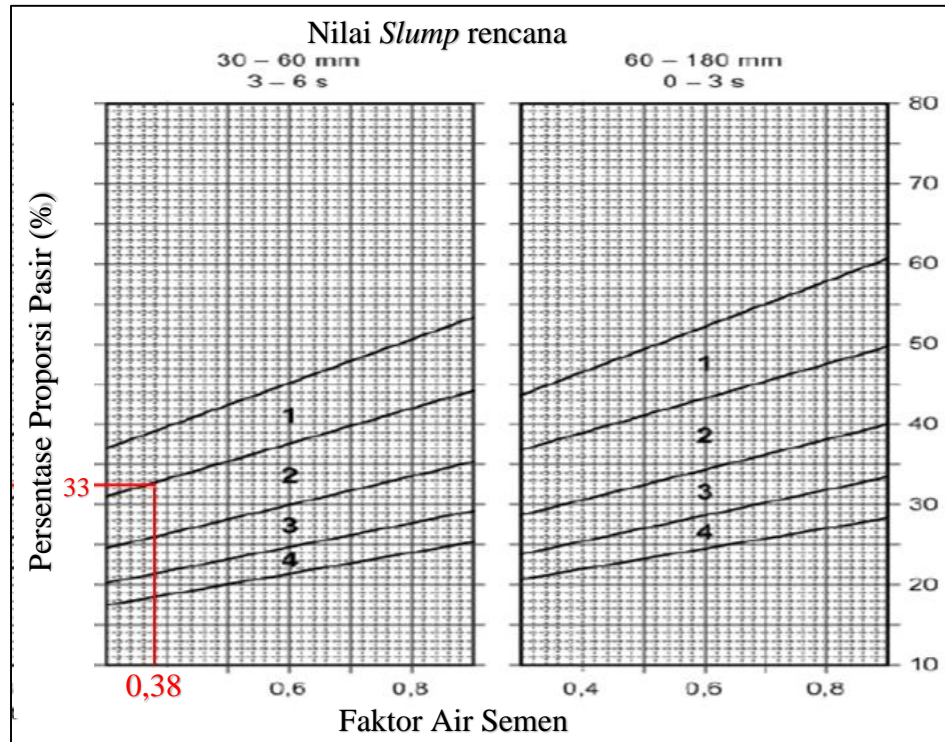
W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.

$$= \frac{2}{3} \times 160 + \frac{1}{3} \times 190$$

$$= 170 \text{ kg/m}^3.$$

12. Jumlah semen yaitu $170 : 0,38 = 447,37 \text{ kg/m}^3$.
13. Jumlah semen maksimum pada penelitian ini diambil dengan nilai yang sama dengan poin No.12 yaitu $447,37 \text{ kg/m}^3$.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan Tabel 2.11. Dari tabel tersebut dapat diambil nilai jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.
15. Faktor air semen yang disesuaikan, dalam hal ini dapat diabaikan karena syarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat halus, ditetapkan pada zona gradasi 2 yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan diperoleh dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus.
17. Susunan besar butir agregat kasar, ditetapkan pada Gambar 3.3 yang diameter maksimum agregat kasar adalah 40 mm.
18. Persentase agregat halus terhadap agregat campuran, ditetapkan dengan cara menghubungkan factor air semen poin 15 (0,38) dan daerah susunan butir poin 16 (zona gradasi 2), secara tegak lurus, pada nilai *slump* poin 9 (30-60 mm), lalu diperoleh nilai dari garis yang ditarik kesamping sebesar 33%. Maka persentase agregat kasar terhadap campuran adalah $100\% - 33\% = 67\%$. Dan untuk mempermudah pemahaman bisa dilihat Gambar 4.2 sebagai berikut:



Gambar 4.2: Persentase pasir terhadap kadar total agregat untuk butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834 2000).

19. Berat jenis relative agregat adalah berat jenis agregat gabungan antara agregat halus dan agregat kasar. Berat jenis relative dapat dihitung dengan rumus Persamaan sebagai berikut:

$$B_{J \text{ camp}} = \frac{K_h}{100} \times B_{jh} + \frac{K_k}{100} \times B_{jk}$$

Dimana:

$B_{J \text{ camp}}$ = Berat jenis agregat campuran.

B_{jh} = Berat jenis agregat halus.

B_{jk} = Berat jenis agregat kasar.

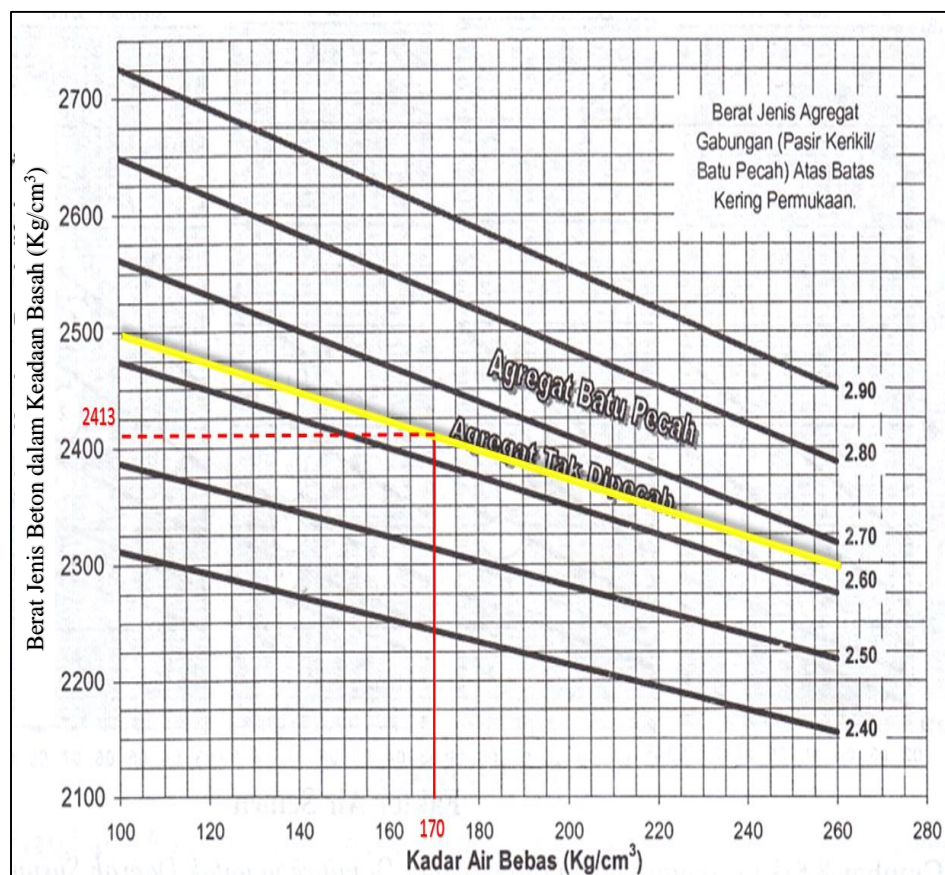
K_h = Persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = Persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

Berikut adalah perhitungan berat jenis relatif:

- Berat jenis agregat halus = 2,54
- Berat jenis agregat kasar = 2,70
- Berat jenis relatif = $(33\% \times 2,54) + (67\% \times 2,70) = 2,65$

20. Berat isi beton, dalam hal ini diperoleh dengan cara menarik garis yang sesuai dengan nilai berat jenis berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,65, lalu menarik garis diagonal. Titik potong garis tegak lurus yang menunjukkan nilai kadar air bebas yang dalam hal ini 170 kg/m³, sehingga didapat nilai berat isi beton sebesar 2413 kg/m³, dengan menarik garis horizontal ke arah samping. Untuk mempermudah pemahaman lihat Gambar 4.3 :



Gambar 4.3: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834 2000).

21. Kadar agregat gabungan

$$\begin{aligned}
 &= (\text{berat isi beton}) - (\text{jumlah kadar semen} + \text{kadar air}) \\
 &= (2413) - (447,37 + 170) \\
 &= 1795,63 \text{ kg/m}^3.
 \end{aligned}$$

22. Kadar agregat halus

$$\begin{aligned} &= (\text{persen agregat halus}) \times (\text{kadar agregat gabungan}) \\ &= (33\%) \times (1795,63) \\ &= 592,56 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

23. Kadar agregat kasar

$$\begin{aligned} &= (\text{kadar agregat gabungan}) - (\text{kadar agregat halus}) \\ &= 1795,63 - 592,56 \\ &= 1203,07 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

24. Proporsi campuran, dari langkah 1-23 didapat susunan campuran beton teoritis untuk tiap m^3 , sebagai berikut:

- Semen = 447,37 kg.
- Air = 170 kg/lt.
- Agregat halus = 592,56 kg.
- Agregat kasar = 1203,07 kg.

25. Koreksi proporsi campuran

Untuk mendapatkan proporsi campuran yang sebenarnya atau yang akan dipakai untuk campuran pada benda uji, maka dilakukan koreksi dengan Persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (Ck - Ca) \times \frac{C}{100} - (Dk - Da) \times \frac{D}{100} \\ &= 170 - (2,21 - 1,73) \times \frac{592,56}{100} - (0,53 - 0,76) \times \frac{1203,07}{100} \\ &= 169,92 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= C + (Ck - Ca) \times \frac{C}{100} \\ &= 592,56 + (2,21 - 1,73) \times \frac{592,56}{100} \\ &= 595,40 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar} &= D + (Dk - Da) \times \frac{D}{100} \\ &= 1203,07 + (0,53 - 0,76) \times \frac{1203,07}{100} \\ &= 1200,31 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

4.2. Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini menggunakan benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, jumlah benda uji yang akan dibuat yaitu sebanyak 54 buah, Dengan 6 variasi berbeda.

Ada beberapa tahapan dalam pembuatan benda uji, yaitu sebagai berikut:

1. Pengadukan campuran beton.

Pengadukan beton dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Mula-mula air kira-kira $\frac{1}{3}$ dari jumlah air yang ditetapkan dimasukkan kedalam *mixer*, lalu masukan agregat kasar dan halus dari nomor sarigan yang paling besar hingga yang paling kecil, lalu semen, dan masukan kembali air sebanyak $\frac{2}{3}$ dari jumlah air yang di tetapkan, biarkan bahan-bahan tersebut terlihat menyatu terlebih dahulu, kemudian masukkan sisa air yang belum dimasukkan. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan campuran tampak homogen dan sudah tampak kelecakan yang cukup. Setelah beton tercampur merata, kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

2. Pencentakan.

Pada proses ini, sebelum campuran beton di masukkan kedalam cetakan, campuran beton diuji *slump test*. Setelah itu campuran beton dimasukkan kedalam cetakan silinder menggunakan sendok aduk atau sekop, dan setiap pengambilan campuran dari pan, harus dapat mewakili secara keseluruhan dari adukan tersebut. Pada pengisian campuran beton kedalam cetakan di isi $\frac{1}{3}$ bagian dari cetakan dan cetakan tersebut sebelumnya telah dioleskan *vaseline* agar tidak lengket, lalu dirojok atau ditusuk dengan besi yang berdiameter 16 mm, sebanyak 25 kali, kemudian $\frac{2}{3}$ bagian dan dirojok atau ditusuk 25 kali, dan $\frac{3}{3}$ bagian atau sampai penuh dan dirojok atau ditusuk sebanyak 25 kali. Setelah cetakan terisi penuh, selanjutnya proses pemadatan dengan cara dipukul-pukul menggunakan palu karet, kira-kira sebanyak 20 kali pukulan, agar gelembung udara dapat keluar. Dan setelah itu ratakan permukaan cetakan dan tutup dengan kaca untuk menjaga

penguapan air. Setelah 24 ± 4 jam dan tidak lebih dari 48 jam setelah pencetakan, cetakan dilepas.

3. Perawatan atau pemeliharaan beton.

Setelah beton dibuka dari cetakan, kemudian beton ditimbang lalu direndam kedalam bak air, dan beton harus terendam keseluruhan bagiannya, beton tersebut direndam sampai umur rencana yang telah ditetapkan.

4.3. *Slump Test*

Pengujian *slump test* dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut dengan campuran beton yang telah di *mix*, pengisian campuran beton ke dalam kerucut abrams dilakukan sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 bagian dari kerucut abrams, pada setiap lapis ditusuk atau dirojok sebanyak 25 kali, dengan tongkat pemadat yang dibiarkan jatuh tanpa dipaksa, dan setiap pengambilan campuran beton harus menjamin keterwakilannya. Setelah kerucut abrams diisi sampai penuh, diamkan selama 30 detik, setelah itu angkat kerucut abrams sampai campuran beton terlepas, kemudian ukur tinggi campuran beton yang selisih dengan tinggi kerucut abrams.

Dan cara ini juga dapat digunakan untuk melihat *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) pada campuran beton, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.7. Pada tabel tersebut tertera nilai hasil pengujian *slump* pada masing-masing campuran beton, dan seperti yang telah direncanakan pada *mix design* bahwa nilai *slump* rencana yaitu 30-60 mm. Pada penelitian ini dilakukan satu kali *mix* untuk 3 benda uji, dengan kapasitas mesin *mixer* 3 benda uji silinder.

Tabel 4.7: Hasil pengujian *slump*.

Nilai <i>Slump</i> Beton Normal		
Beton	Umur Rencana (Hari)	<i>Slump</i> (cm)
Normal	7	4
Normal	14	3,5
Normal	28	4

Tabel 4.7: Lanjutan.

Nilai <i>Slump</i> Beton Limbah karbit 7%		
Beton	Umur Rencana (Hari)	<i>Slump</i> (cm)
Limbah karbit 7%	7	3,5
Limbah karbit 7%	14	3,5
Limbah karbit 7%	28	4
Nilai <i>Slump</i> Beton Limbah karbit 10%		
Beton	Umur Rencana (Hari)	<i>Slump</i> (cm)
Limbah karbit 10%	7	4
Limbah karbit 10%	14	3,5
Limbah karbit 10%	28	3,5
Nilai <i>Slump</i> Beton Limbah kaca 5%		
Beton	Umur Rencana (Hari)	<i>Slump</i> (cm)
Limbah Kaca 5%	7	4
Limbah Kaca 5%	14	4
Limbah Kaca 5%	28	3,5
Nilai <i>Slump</i> Beton Limbah kaca 7,5%		
Beton	Umur Rencana (Hari)	<i>Slump</i> (cm)
Limbah Kaca 7,5%	7	3,5
Limbah Kaca 7,5%	14	3,5
Limbah Kaca 7,5%	28	4
Nilai <i>Slump</i> Beton Kombinasi		
Beton	Umur Rencana (Hari)	<i>Slump</i> (cm)
Kombinasi	7	4
Kombinasi	14	3,5
Kombinasi	28	3,5

4.4. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan diuji yaitu berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm seperti Gambar 4.4 dan jumlah beda uji sebanyak 54 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.4: Bentuk dan beban tekan pada benda uji silinder.

Pada penelitian ini, benda uji yang pakai adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mendapatkan gambaran mutu beton, dan juga pembuktian dari *Mix Design* yang dibuat berdasarkan mutu beton yang telah direncanakan.

4.4.1. Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian kuat tekan beton normal dilakukan pada saat umur beton telah mencapai 7, 14 dan 28 hari seperti yang sudah dijelaskan. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton normal, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Hasil pengujian kuat tekan beton normal.

Umur 7 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	$A=17671,5 \text{ mm}^2$ $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)
1	30	300000	16,98	26,12
2	30	300000	16,98	26,12
3	31,5	315000	17,83	27,42
		Rata-rata	17,26	26,55

Tabel 4.8: Lanjutan.

Umur 14 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	A=17671,5 mm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c / 0,88$ (MPa)
1	40,5	405000	22,92	26,04
2	42	420000	23,77	27,01
3	40,5	405000	22,92	26,04
Rata-rata			23,20	26,36
Umur 28 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (kg)	A=17671,5 mm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c / 1,00$ (MPa)
1	46,5	465000	26,31	26,31
2	46,5	465000	26,31	26,31
3	45	450000	25,46	25,46
Rata-rata			26,03	26,03

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, didapat nilai rata-rata kuat tekan beton normal umur 7 hari adalah 17,26 MPa, umur 14 hari adalah 23,20 MPa, dan sedangkan umur 28 hari adalah 26,03 MPa.

4.4.2. Kuat Tekan Beton Campuran Limbah karbit 7%

Pengujian beton campuran limbah karbit 7% sebagai bahan pengganti sebagian semen dilakukan pada saat beton berumur 7, 14 dan 28 hari. Hasil dari uji kuat tekan beton dengan campuran limbah karbit 7% dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran limbah karbit 7%.

Umur 7 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	A=17671,5 mm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c / 0,65$ (MPa)
1	31,5	315000	17,83	27,42
2	33	330000	18,67	28,73
3	30	300000	16,98	26,12
Rata-rata			17,83	27,42

Tabel 4.9: Lanjutan.

Umur 14 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	A=17671,5 mm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,88$ (MPa)
1	42	420000	23.77	27.01
2	43,5	435000	24.62	27.97
3	42	420000	23.77	27.01
Rata-rata			24,05	27,33
Umur 28 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	A=17671,5 mm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)
1	45	450000	25.46	27.16
2	48	480000	27.16	27.16
3	46,5	465000	26.31	26.31
Rata-rata			26,31	26,31

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, didapat nilai rata-rata kuat tekan beton dengan campuran limbah karbit 7% untuk umur 7 hari adalah 17,83 MPa, umur 14 hari adalah 24,05 MPa, dan sedangkan umur 28 hari adalah 26,31 MPa.

4.4.3. Kuat Tekan Beton Campuran Limbah karbit 10%

Pengujian beton campuran limbah karbit 10% sebagai bahan pengganti sebagian semen dilakukan pada saat beton berumur 7, 14 dan 28 hari. Hasil dari uji kuat tekan beton dengan campuran limbah karbit 10% dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran limbah karbit 10%.

Umur 7 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	A=17671,5 mm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)
1	33	330000	18.67	28.73
2	33	330000	18.67	28.73
3	31,5	315000	17.83	27.42
Rata-rata			18,39	28,29

Tabel 4.10: *Lanjutan.*

Umur 14 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	$A=17671,5 \text{ mm}^2$ $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,88$ (MPa)
1	42	420000	23.77	27.01
2	45	450000	25.46	28.94
3	43,5	435000	24.62	27.97
Rata-rata			24,62	27,97
Umur 28 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	$A=17671,5 \text{ mm}^2$ $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)
1	45	450000	25.46	25.46
2	48	480000	27.16	27.16
3	48	480000	27.16	27.16
Rata-rata			26,60	26,60

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, didapat nilai rata-rata kuat tekan beton dengan campuran limbah karbit 10% untuk umur 7 hari adalah 18,39 MPa, umur 14 hari adalah 24,62 MPa, dan sedangkan umur 28 hari adalah 26,60 MPa.

4.4.4. Kuat Tekan Beton Campuran Limbah Kaca 5%

Pengujian beton campuran limbah kaca 5% sebagai bahan pengganti sebagian pasir dilakukan pada saat beton berumur 7, 14 dan 28 hari. Hasil dari uji kuat tekan beton dengan campuran limbah kaca 5% dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran limbah kaca 5%.

Umur 7 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	$A=17671,5 \text{ mm}^2$ $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)
1	30	300000	16.98	26.12
2	33	330000	18.67	28.73
3	30	300000	16.98	26.12
Rata-rata			17.54	26.99

Tabel 4.11: Lanjutan.

Umur 14 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	A=17671,5 mm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,88$ (MPa)
1	40.5	405000	22.92	26.04
2	42	420000	23.77	27.01
3	42	420000	23.77	27.01
Rata-rata			23.49	26.69
Umur 28 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	A=17671,5 mm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)
1	46.5	465000	26.31	26.31
2	46.5	465000	26.31	26.31
3	45	450000	25.46	25.46
Rata-rata			26.03	26.03

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, didapat nilai rata-rata kuat tekan beton dengan campuran limbah kaca 5% untuk umur 7 hari adalah 17,54 MPa, umur 14 hari adalah 23,49 MPa, dan sedangkan umur 28 hari adalah 26.03 MPa.

4.4.5. Kuat Tekan Beton Campuran Limbah Kaca 7,5%

Pengujian beton campuran limbah kaca 7,5% sebagai bahan pengganti sebagian pasir dilakukan pada saat beton berumur 7, 14 dan 28 hari. Hasil dari uji kuat tekan beton dengan campuran limbah kaca 7,5% dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran limbah kaca 7,5%.

Umur 7 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	A=17671,5 mm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)
1	31.5	315000	17.83	27.42
2	30	300000	16.98	26.12
3	33	330000	18.67	28.73
Rata-rata			17.83	27.42

Tabel 4.12: Lanjutan.

Umur 14 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	A=17671,5 mm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c / 0,88$ (MPa)
1	40.5	405000	22.92	26.04
2	43.5	435000	24.62	27.97
3	42	420000	23.77	27.01
Rata-rata			23.77	26.36
Umur 28 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	A=17671,5 mm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c / 1,00$ (MPa)
1	45	450000	25.46	25.46
2	46.5	465000	26.31	26.31
3	46.5	465000	26.31	26.31
Rata-rata			26.03	26.03

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, didapat nilai rata-rata kuat tekan beton dengan campuran limbah kaca 7,5% untuk umur 7 hari adalah 17,83 MPa, umur 14 hari adalah 23,20 MPa, dan sedangkan umur 28 hari adalah 26,03 MPa.

4.4.6. Kuat Tekan Beton Campuran Kombinasi Limbah Karbit 10% + Limbah Kaca 7,5%

Pengujian beton campuran kombinasi limbah karbit 10% + limbah kaca 7,5% sebagai bahan pengganti sebagian semen dan pasir dilakukan pada saat beton berumur 7, 14 dan 28 hari. Hasil dari uji kuat tekan beton dengan campuran kombinasi dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran kombinasi limbah karbit 10% + limbah kaca 7,5%.

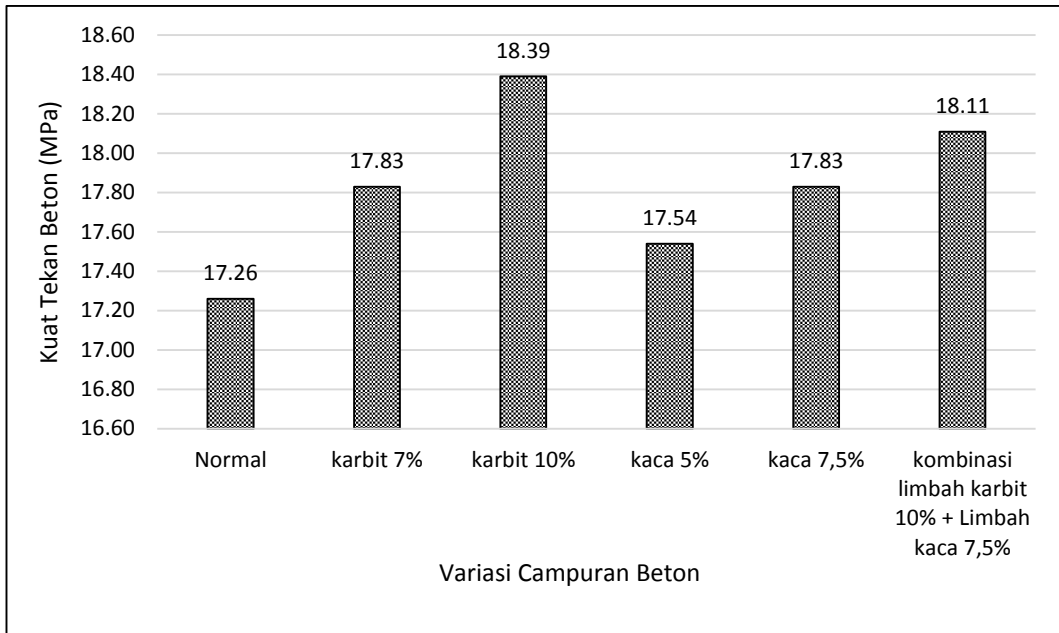
Umur 7 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	A=17671,5 mm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c / 0,65$ (MPa)
1	31.5	315000	17.83	27.42
2	31.5	315000	17.83	27.42
3	33	330000	18.67	28.73
Rata-rata			18.11	27.86

Tabel 4.13: *Lanjutan.*

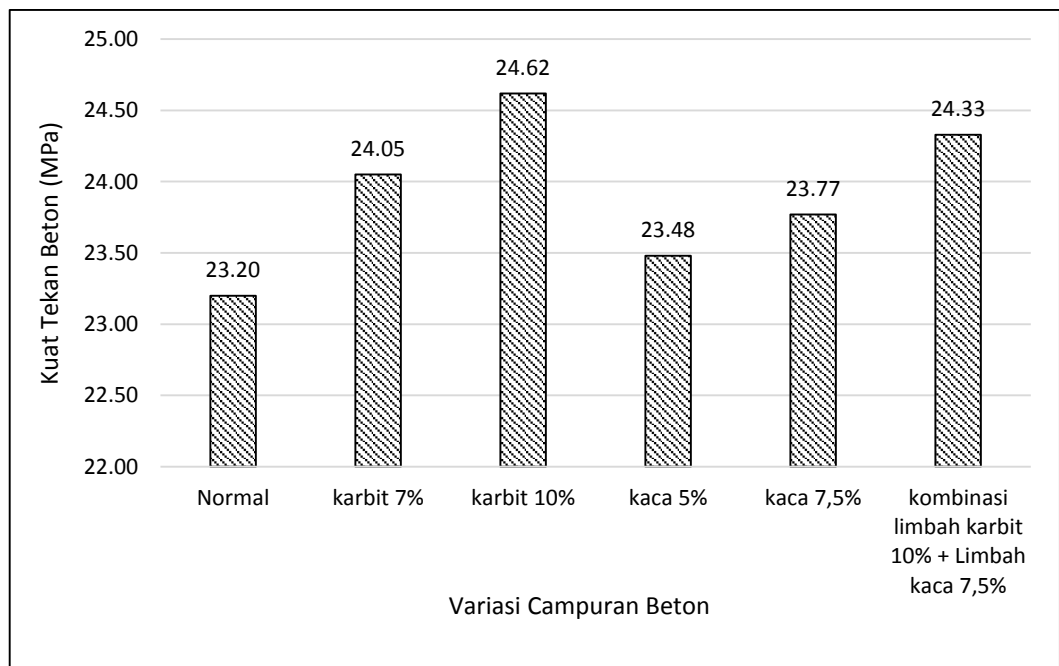
Umur 14 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	$A=17671,5 \text{ mm}^2$ $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,88$ (MPa)
1	42	420000	23.77	27.01
2	42	420000	23.77	27.01
3	45	450000	25.46	28.94
Rata-rata			24.33	27.65
Umur 28 hari				
Benda Uji	Beban Tekan Pengujian (Ton)	Gaya Tekan (P) (N)	$A=17671,5 \text{ mm}^2$ $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)
1	46.5	465000	26.31	26.31
2	48	480000	27.16	27.16
3	45	450000	25.46	25.46
Rata-rata			26.31	26.31

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, didapat nilai rata-rata kuat tekan beton dengan campuran kombinasi limbah karbit 10% + limbah kaca 7,5% untuk umur 7 hari adalah 18,11 MPa, umur 14 hari adalah 24,33 MPa, dan sedangkan umur 28 hari adalah 26,31 MPa.

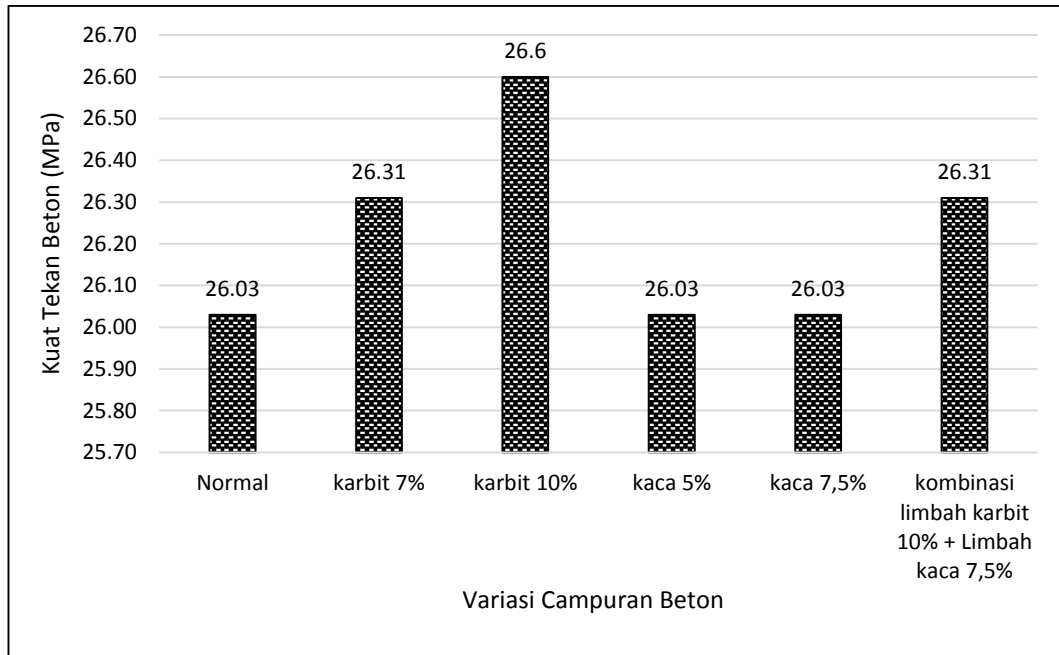
Dari hasil uji kuat tekan diperoleh data nilai kuat tekan untuk setiap variasi campuran dengan umur beton yang berbeda, seperti yang terlampir pada Gambar 4.5, sampai Gambar 4.8 sebagai berikut:



Gambar 4.5: Histogram kuat tekan beton rata-rata umur 7 hari.



Gambar 4.6: Histogram kuat tekan beton rata-rata umur 14 hari.

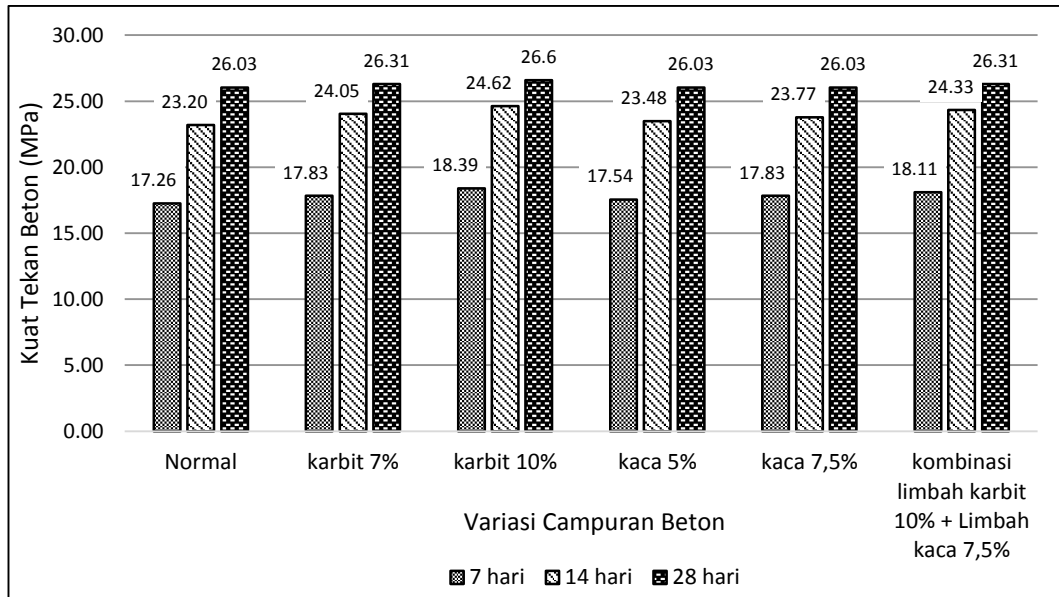


Gambar 4.7: Histogram kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari.

Dari hasil Gambar 4.5 dapat dilihat nilai kuat tekan beton rata-rata pada umur 7 hari, paling optimum terdapat pada variasi limbah karbit sebesar 10%, yang memiliki nilai kuat tekan beton mencapai 18,39 MPa. Nilai tersebut lebih tinggi dari nilai kuat tekan beton normal sebesar 17,26 MPa. Dan variasi campuran beton yang lain juga mengalami kenaikan bila dibandingkan dengan beton normal.

Dari hasil Gambar 4.6 dapat dilihat nilai kuat tekan beton rata-rata pada umur 14 hari, paling optimum terdapat pada variasi limbah karbit sebesar 10%, yang memiliki nilai kuat tekan beton mencapai 24,62 MPa. Nilai tersebut lebih tinggi dari nilai kuat tekan beton normal sebesar 23,20 MPa. Pada variasi beton dengan limbah kaca yang mengalami kenaikan pada variasi 7,5% yang memiliki nilai kuat tekan, sebesar 23,77 MPa.

Dari hasil Gambar 4.7 dapat dilihat nilai kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari, dimana pada variasi limbah karbit sebesar 10%, selalu memiliki nilai kuat tekan beton yang lebih tinggi yaitu mencapai 26,60 MPa. Nilai tersebut lebih tinggi dari nilai kuat tekan beton rencana sebesar 25 MPa. Namun pada variasi beton dengan limbah kaca 5% dan 7,5% tidak mengalami kenaikan bila dibandingkan dengan beton normal atau setara dengan nilai kuat tekan beton normal, tetapi nilai tersebut masih diatas dari nilai kuat tekan beton rencana.



Gambar 4.8: Histogram kuat tekan beton rata-rata umur 7,14 dan 28 hari.

Dari gambar diatas kita bisa melihat peningkatan nilai kuat tekan beton dari umur 7, 14 dan 28 hari pada setiap variasi campuran beton, dan pada umur 28 hari dari semua variasi campuran beton, semuanya memiliki nilai kuat tekan beton sesuai dengan mutu beton rencana yaitu sebesar 25 MPa.

4.5. Pembahasan

Apabila kita membandingkan antara nilai kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan campuran limbah karbit 7%, limbah karbit 10%, limbah kaca 5%, limbah kaca 7,5% dan kombinasi limbah karbit 10% + limbah kaca 7.5% untuk umur beton 7, 14 dan 28 hari, maka dapat kita lihat adanya peningkatan atau tidak, pada nilai kuat tekan pada beton yang menggunakan bahan campuran pada setiap persentase variasi. Persentasenya dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut :

- Beton dengan campuran limbah karbit 7%

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase umur 7 hari} &= \frac{17.83-17.26}{17.26} \times 100\% \\
 &= 3,30\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 14 hari} &= \frac{24.05-23.20}{23.20} \times 100\% \\ &= 3,66\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 28 hari} &= \frac{26.31-26.03}{26.03} \times 100\% \\ &= 1,08\% \end{aligned}$$

- Beton dengan campuran limbah karbit 10%

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 7 hari} &= \frac{18.39-17.26}{17.26} \times 100\% \\ &= 6,55\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 14 hari} &= \frac{24.62-23.20}{23.20} \times 100\% \\ &= 6,12\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 28 hari} &= \frac{26.60-26.03}{26.03} \times 100\% \\ &= 2,19\% \end{aligned}$$

- Beton dengan campuran limbah kaca 5%

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 7 hari} &= \frac{17.54-17.26}{17.26} \times 100\% \\ &= 1,62\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 14 hari} &= \frac{23.48-23.20}{23.20} \times 100\% \\ &= 1,21\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 28 hari} &= \frac{26.03-26.03}{26.03} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

- Beton dengan campuran limbah kaca 7,5%

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 7 hari} &= \frac{17.83-17.26}{17.26} \times 100\% \\ &= 3,30\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 14 hari} &= \frac{23.77-23.20}{23.20} \times 100\% \\ &= 2,46\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 28 hari} &= \frac{26.03-26.03}{26.03} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

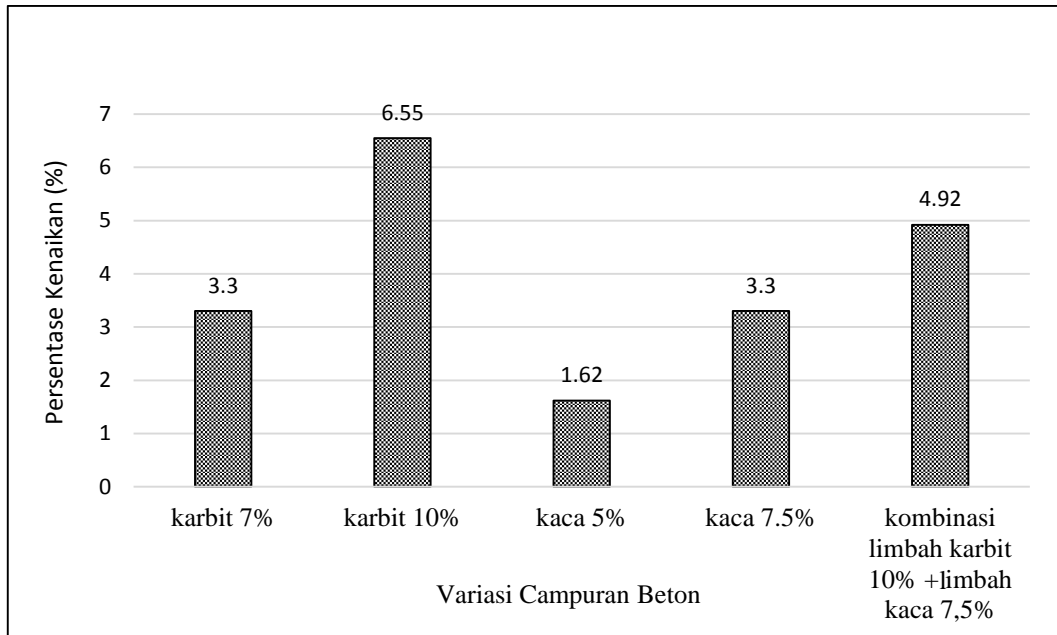
- Beton dengan campuran kombinasi limbah karbit 10% + limbah kaca 7,5%

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 7 hari} &= \frac{18.11-17.26}{17.26} \times 100\% \\ &= 4,92\% \end{aligned}$$

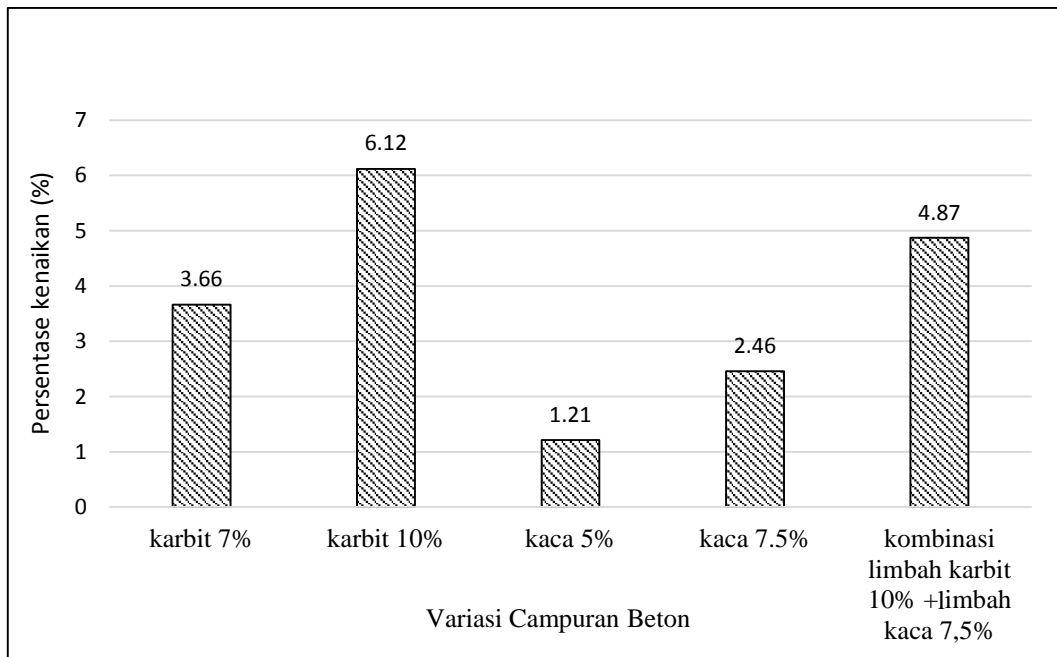
$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 14 hari} &= \frac{24.33-23.20}{23.20} \times 100\% \\ &= 4,87\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase umur 28 hari} &= \frac{26.31-26.03}{26.03} \times 100\% \\ &= 1,08\% \end{aligned}$$

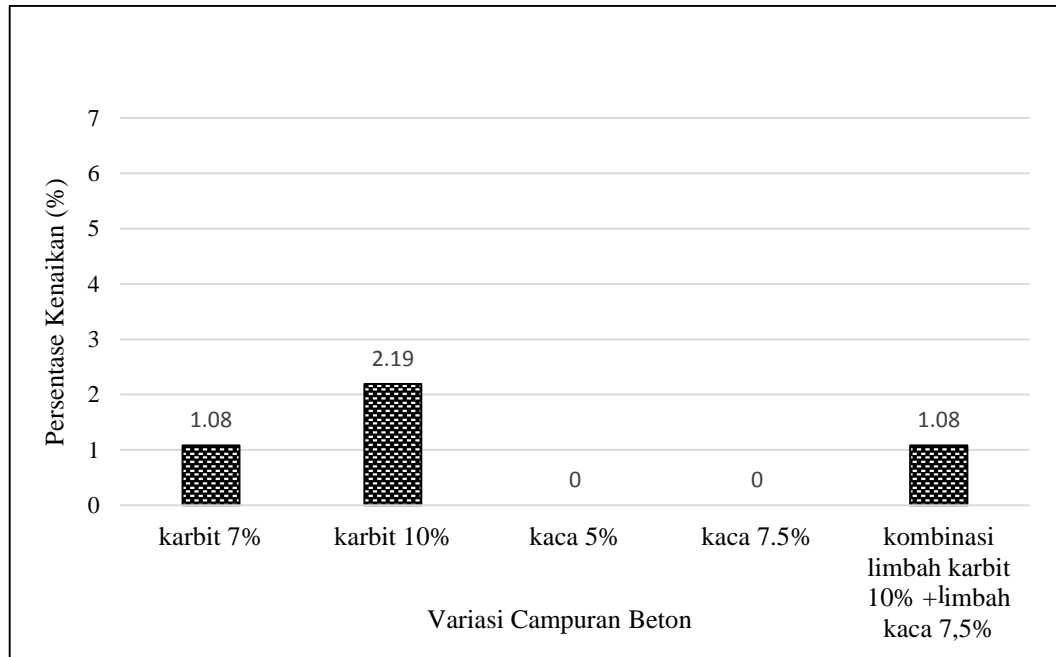
Dari hasil perhitungan persentase data nilai kuat tekan beton di atas, maka dapat disimpulkan ke dalam bentuk tabel grafik pada Gambar 4.9 sampai Gambar 4.11.



Gambar 4.9: Fluktuasi persentase kuat tekan beton umur 7 hari.



Gambar 4.10: Fluktuasi persentase kuat tekan beton umur 14 hari.



Gambar 4.11: Fluktuasi persentase kuat tekan beton umur 28 hari.

Dari Gambar 4.9 sampai Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa pada variasi campuran limbah karbit sebesar 10% yang paling konsisten mengalami kenaikan, persentasenya sebesar 6,55% pada umur 7 hari, sebesar 6,12% pada umur 14 hari, dan sebesar 2,19% pada umur 28 hari dari beton normal, pada variasi campuran limbah kaca yang paling optimum kuat tekannya ada pada variasi 7,5%, yaitu sebesar 3,30% pada umur 7 hari, sebesar 2,46% pada umur 14 hari dari beton normal, tetapi pada umur 28 hari tidak mengalami kenaikan, namun nilainya masih sesuai dengan mutu beton rencana yaitu 25 MPa. Sedangkan pada variasi campuran kombinasi limbah karbit 10% dengan limbah kaca 7,5%, mengalami kenaikan yaitu sebesar 4,92% pada umur 7 hari, sebesar 4,87% pada umur 14 hari, dan sebesar 1,08% pada umur 28 hari dari beton normal, dan hal ini membuktikan bahwasannya limbah karbit dan limbah kaca dapat mengganti sebagian semen dan pasir untuk variasi tertentu.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengujian kuat tekan beton umur 7, 14 dan 28 hari yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Berdasarkan dari data pengujian kuat tekan beton, limbah karbit dengan variasi 10% konsisten mengalami peningkatan, sebesar 6,55% pada umur 7 hari, sebesar 6,12% pada umur 14 hari, dan sebesar 2,19% pada umur 28 hari, pada variasi campuran limbah kaca yang paling optimum kuat tekannya ada pada variasi 7,5%, yaitu sebesar 3,30% pada umur 7 hari, sebesar 2,46% pada umur 14 hari dari beton normal, tetapi pada umur 28 hari tidak mengalami kenaikan, namun nilainya masih sesuai dengan mutu beton rencana.
2. Berdasarkan dari data pengujian kuat tekan beton, campuran kombinasi limbah karbit 10% + limbah kaca 7,5%, mengalami peningkatan yaitu sebesar 4,92% pada umur 7 hari, sebesar 4,87% pada umur 14 hari, dan sebesar 1,08% pada umur 28 hari, jika dibandingkan dengan beton normal. Dan hal ini membuktikan bahwa limbah karbit dan limbah kaca dapat menjadi bahan alternatif substitusi semen dan pasir pada campuran beton dengan variasi tertentu.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk uji tarik dan uji lentur.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan persentase variasi maksimum limbah karbit dan limbah kaca.
3. Disarankan untuk melakukan penelitian yang mendalam terkait dengan sifat fisis dan sifat kimiawi limbah karbit dan limbah kaca.
4. Disarankan melakukan penelitian dengan teliti dan dengan alat-alat yang lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C29, *Standards Test Method for Bulk Density Unit Weight and Voids in Aggregate*. American Society for Testing and Materials.
- ASTM C33, *Standards Specification For Agregates*. American Society for Testing and Materials.
- ASTM C127, *Standards test method for relative density (spesific gravity) and absorption of coarse aggregate*. American Society for Testing and Materials.
- ASTM C128, *Standards test method for relative density (spesific gravity) and absorption of fine aggregate*. American Society for Testing and Materials.
- ASTM C136, *Standards test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates*. American Society for Testing and Materials.
- ASTM C117. *Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No.200 Sieve in Mineral Aggregates by Washing)*. American Society for Testing and Materials.
- ASTM C566, *Standards Test Method for Total Evaporable Moisture Content of agregat by Drying*. American Society for Testing and Materials.
- Damara, B. (2018). Pengaruh Penambahan Limbah B3 Pada Kuat Tekan Beton Mutu K-175. *Jurnal Teknik Sipil*, Universitas Islam Lamongan. 3(1):100–107.
- Faisal, A. (2013). *Panduan Penulisan Skripsi Mahasiswa S1 Program Studi Teknik Sipil*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Malier.(1992). *High Performance Concrete, From Material To Structure*. London: E & FN Spon.
- Mehta, P. K. (1986). *Concrete, structure, properties and materials*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Murdock, L. J. & Brook, K. M. *Bahan dan Praktek Beton* Terjemahan Stepanus Hendarko, 1991. Jakarta: Erlangga.
- Rajiman. (2015). *Pengaruh Penambahan Limbah Karbit dan Material Agregat Alam (Feldspart) Terhadap Sifat Fisik Beton*. Lampung: Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai.

- Harahap, S. R. (2018). Kombinasi Filler Abu Ampas Tebu Dan Botol Kaca Substitusi Pasir (Studi Penelitian). *Laporan Tugas Akhir*. Medan: Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- SNI 03-2834. (2000). *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Badan Standardisasi Nasional
- SNI 1972. (2008). *Cara Uji Slump Beton*. Badan Standardisasi Nasional
- SNI 1974. (2011). *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Badan Standardisasi Nasional
- SNI 2417. (2008). *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 7974. (2013). *Spesifikasi air pencampur yang digunakan dalam produksi beton semen hidraulis*. Badan Standardisasi Nasional
- Setiawan, A. (2016). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Editor L. Simarmata. Erlangga.
- Suhartini, A. (2014). Pengaruh Penambahan Tumbukan Limbah Botol Kaca Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton. *Jurnal Beton*. Universitas Islam 45 Bekasi 2(1):66–80.
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri.

LAMPIRAN

LAMPIRAN :

Tabel L1: Satu set saringan agregat kasar.

Nomor Saringan	Ukuran Lubang		Keterangan
	mm	inchi	
-	76,20	3	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 2 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh: 35 kg
-	63,50	2,5	
-	50,80	2	
-	37,50	1,5	
-	25,00	1	
-	50,80	2	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 467 (diameter agregat antara ukuran 50 mm – 4,76 mm) Berat minimum contoh: 35 kg
-	37,50	1,5	
-	25,00	1	
-	19,10	$\frac{3}{4}$	
-	12,50	$\frac{1}{2}$	
-	9,50	$\frac{3}{8}$	
-	4,76	-	
-	25,00	1	
-	19,10	$\frac{3}{4}$	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 67 (diameter agregat antara ukuran 25 mm – 2,38 mm) Berat minimum contoh: 10 kg
-	12,50	$\frac{1}{2}$	
-	9,50	$\frac{3}{8}$	
No. 4	4,76	-	
No. 8	2,38	-	
-	12,50	$\frac{1}{2}$	
-	9,50	$\frac{3}{8}$	
No.4	4,76	-	
No.8	2,38	-	
No.16	1,19	-	

Tabel L2: Satu set saringan agregat halus.

Nomor saringan	Ukuran		Keterangan
	mm	inci	
-	9,50	3/8	Satu set saringan untuk agregat halus (pasir) Berat minimum:500 gram
No.4	4,76	-	
No.8	2,38	-	
No.16	1,19	-	
No.30	0,59	-	
No.50	0,297	-	
No.100	0,149	-	
No.200	0,075	-	

Tabel L3: Perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur (hari).

Umur Beton	Faktor	Umur Beton	Faktor
3	0,400	23	0,964
4	0,463	24	0,971
5	0,525	25	0,979
6	0,588	26	0,986
7	0,650	27	0,993
8	0,683	28	1,000
9	0,718	35	1,023
10	0,749	36	1,026
11	0,781	45	1,055
12	0,814	46	1,058
13	0,847	50	1,071
14	0,880	51	1,074
15	0,890	55	1,087
16	0,900	56	1,090
17	0,910	65	1,119
18	0,920	66	1,123
19	0,930	90	1,200
20	0,940	350	1,342
21	0,950	360	1,347
22	0,957	365	1,350

Tabel L4: Perbandingan kekuatan beton pada beberapa benda uji.

Benda Uji	Perbandingan Kekuatan Tekan Beton
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1,00
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0,95
Silinder \varnothing 15 x 30 cm	0,83

LAMPIRAN

DOKUMENTASI PADA SAAT PENELITIAN BERLANGSUNG DI

LABORATORIUM BETON PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS

TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA



Gambar L.1. Penjemuran agregat.



Gambar L.2. Penyaringan agregat.



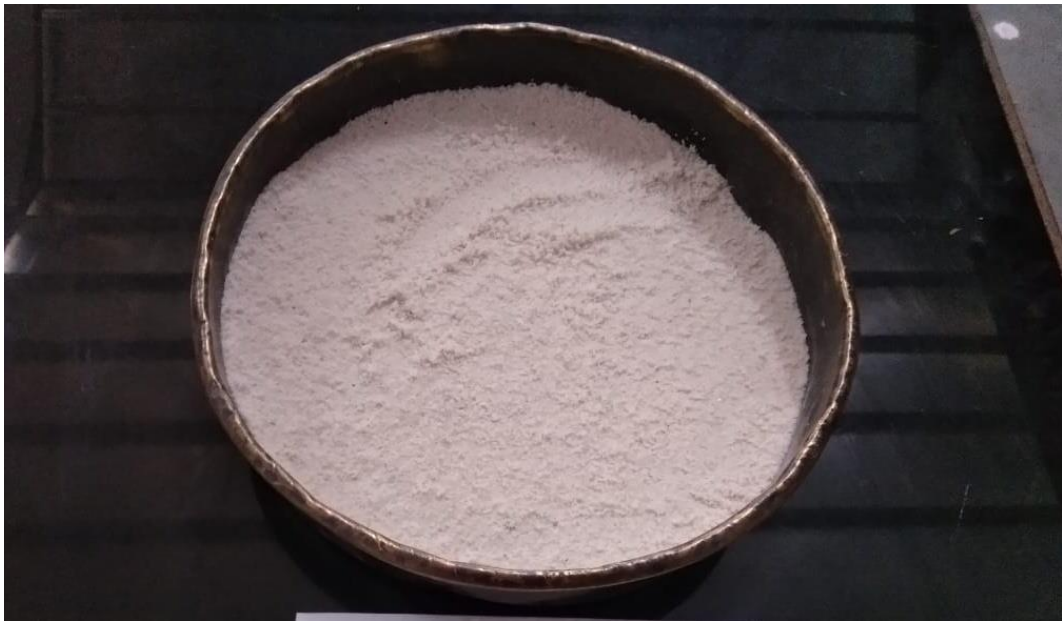
Gambar L.3. Limbah karbit sebelum dihaluskan dan disaring.



Gambar L.4. Limbah karbit setelah dilakukan penyaringan lolos saringan no.200.



Gambar L.5. Limbah kaca



Gambar L.6. Limbah kaca setelah dilakukan penyaringan lolos saringan no.30 tertahan di saringan no.50



Gambar L.7. Proses memasukan material ke dalam *mixer*.



Gambar L.7. Proses pengujian *slump*.



Gambar L.8. Pengujian *slump*.



Gambar L.9. Adonan beton yang sudah dimasukkan ke dalam cetakan dan didiamkan selama 24 jam.



Gambar L.10. Benda uji yang telah dilepaskan dari cetakan.



Gambar L.11. Perendaman benda uji.



Gambar L.12. Salah satu benda uji normal.



Gambar L.13. Salah satu benda uji variasi limbah karbit.



Gambar L.14. Salah satu benda uji variasi limbah kaca.



Gambar L.15. Salah satu benda uji kombinasi limbah karbit dan limbah kaca.

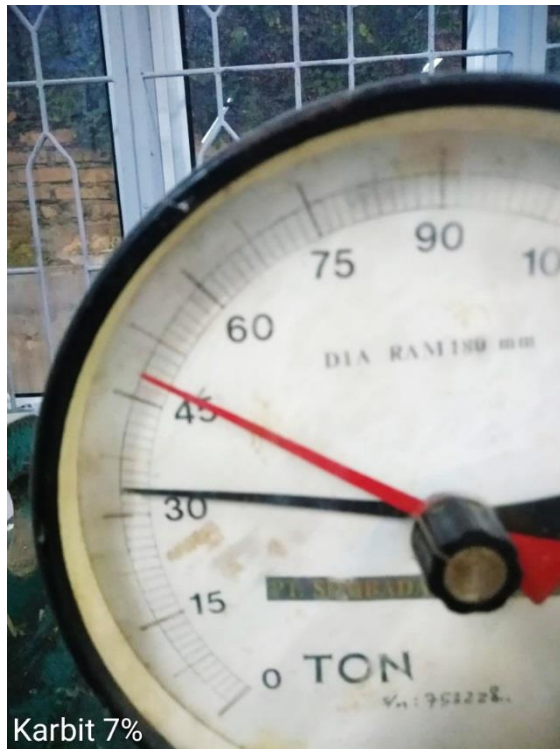


Gambar L.16. Pengujian kuat tekan.



Beton Normal 1

Gambar L.17. Salah satu nilai kuat tekan berton normal umur 28 hari.



Karbit 7%

Gambar L.18. Salah satu nilai kuat tekan berton limbah karbit variasi 7% umur 28 hari.



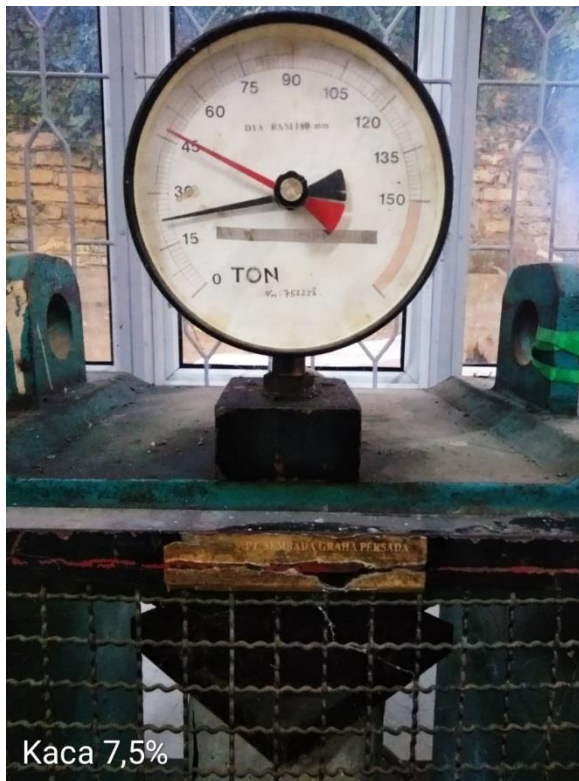
Karbit 10%

Gambar L.19. Salah satu nilai kuat tekan berton limbah karbit variasi 10% umur 28 hari.



Kaca 5%

Gambar L.20. Salah satu nilai kuat tekan berton limbah kaca variasi 5% umur 28 hari.



Kaca 7,5%

Gambar L.21. Salah satu nilai kuat tekan berton limbah kaca variasi 7,5% umur 28 hari.



Gambar L.22. Salah satu nilai kuat tekan berton kombinasi limbah karbit 10% + limbah kaca 7,5% umur 28 hari.



Gambar L.23. Kehancuran benda uji setelah pengujian kuat tekan beton.



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



WATER CONTENT TEST (Percobaan Kadar Air) ASTM C 566	LAB No. (No. Surat) :	
	SAMPLING DATE	
	(Tgl. Pengambilan bahan) :	April 2019
	TASTING DATE	
	(Tgl. Percobaan) :	April 2019

SOURCES OF SAMPLE (Asal contoh)	BINJAI
DESCRIPTION OF SAMPLE (Gambaran Contoh)	FINE AGGREGATE AND COARSE AGGREGATE
PURPOSE OF MATERIAL (Guna Material)	MIX DESIGN

FINE AGREGAT (AGREGAT HALUS)	1	2
Wt of SSD Sample & Mold (Berat contoh SSD dan berat wadah) W1 gr	561	559
Wt of Oven Dry Sample & Mold (Berat contoh kering oven & berat wadah) W2 gr	550	548
Wt of Mold (Berat wadah) gr	53	51
Wt of Water (Berat air) gr	11	11
Wt of Oven Dry Sample (Berat contoh kering) gr	497	497
Water Content	2.21	2.21
Ave	2.21	

COARSE AGREGAT (AGREGAT KASAR)	1	2
Wt of SSD Sample & Mold (Berat contoh SSD dan berat wadah) gr	1183	1246
Wt of Oven Dry Sample & Mold (Berat contoh kering oven & berat wadah) gr	1177	1241
Wt of Mold (Berat wadah) gr	181	149
Wt of Water (Berat air) gr	6	5
Wt of Oven Dry Sample (Berat contoh kering) gr	996	1092
Water Content	0.60	0.46
Ave	0.53	

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusri Adrian S.T)

Medan, Juli 2019

Diperiksa Oleh
KA. LAB. Béton

(Dr. Josef Hadipramana)



PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

SOURCES OF SAMPLE <i>(Asal contoh)</i>	BINJAI
DESCRIPTION OF SAMPLE <i>(Gambaran Contoh)</i>	FINE AGGREGATE <i>(AGREGAT HALUS)</i>
PURPOSE OF MATERIAL <i>(Guna Material)</i>	MIX DESIGN

Agregat Halus Lolos Saringan No 4 mm	Contoh I	Contoh II	Rata-Rata
Berat Kering : A (gr)	500	500	500
Berat Kering Contoh Setelah dicuci : B (gr)	478	476	477
Berat kotoran Agregat Lolos Saringan (No.20) Setelah dicuci : C (gr)	22	24	23
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan (No.200) Setelah dicuci (%)	4,4	4,8	4,6

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusri Adrian S.T)

Medan, Juli 2019

Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

SOURCES OF SAMPLE (Asal contoh)	BINJAI
DESCRIPTION OF SAMPLE (Gambaran Contoh)	FINE AGGREGATE (AGREGAT KASAR)
PURPOSE OF MATERIAL (Guna Material)	MIX DESIGN

Agregat Kasar Lolos Saringan No 1.5"	Contoh I	Contoh II	Rata-Rata
Berat Kering : A (gr)	1402	1704	1553
Berat Kering Contoh Setelah dicuci : B (gr)	1388	1691	1539,5
Berat kotoran Agregat Lolos Saringan (No.20) Setelah dicuci : C (gr)	14	13	13,5
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan (No.200) Setelah dicuci (%)	1.00	0.76	0,88

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusra Adrian S.T)

Medan, Juli 2019
Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



SPECIFIC GRAVITY OF FINE AGGREGATES & ABSORPTION TEST (Percobaan Berat Jenis Agregat Halus dan Absorsi) ASTM C 127	LAB No. (No. Surat) :	
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan bahan) :	April 2019
	TASTING DATE (Tgl. Percobaan) :	April 2019

SOURCES OF SAMPLE (Asal contoh)	BINJAI
DESCRIPTION OF SAMPLE (Gambaran Contoh)	FINE AGGREGATE (AGREGAT HALUS)
PURPOSE OF MATERIAL (Guna Material)	MIX DESIGN

<i>Fine Agregat (Agregat Halus)</i> <i>Passing No.4 (Lolos Ayakan No.4)</i>	01	02	AVE (Rata-Rata)
Wt. of SSD Sample in Air (Berat contoh (SSD) Kering Permukaan Jenuh) (B) gr	500	500	500
Wt. of SSD Sample in Air (Berat contoh (SSD) Kering oven (110°C) Sampai Konstan) (E) gr	491	492	491.5
Wt. of Flask + Water (berat piknometer penuh air) (D) gr	697	695	696
Wt. of Flask + Water + Sample (Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air) (C) gr	1000	998	999
Bulk Sp. Gravity-Dry (Berat jenis contoh kering) $E / (B + D - C)$	2.49	2.50	2.49
Bulk Sp. Gravity-SSD (Berat jenis contoh SSD) $B / (B + D - C)$	2.54	2.54	2.54
Apparent Sp. Gravity-Dry (Berat jenis contoh semu) $E / (E + D - C)$	2.61	2.60	2.61
Absorption $[(B - E) / E] \times 100 \%$	1.83	1.63	1.73

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusri Adrian S.T)

Medan, Juli 2019

Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



SPECIFIC GRAVITY OF COARSE AGGREGATES & ABSORPTION TEST (Percobaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Absorsi) ASTM C 127	LAB No. (No. Surat) :	.
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan bahan) :	April 2019
	TASTING DATE (Tgl. Percobaan) :	April 2019

SOURCES OF SAMPLE (Asal contoh)	BINJAI
DESCRIPTION OF SAMPLE (Gambaran Contoh)	COARSE AGGREGATE (AGREGAT KASAR)
PURPOSE OF MATERIAL (Guna Material)	MIX DESIGN

Coarse Agregat (Agregat kasar) Passing 1.5" (Lolos Ayakan 1.5")	01	02	AVE (Rata-Rata)
Wt. of SSD Sample in Air (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh) (A) gr	2002	2098	2050
Wt. of Oven Dry Sample (Berat contoh (SSD) kering oven (110oC) Sampai Konstan) (C) gr	1990	2079	2034,5
Wt of SSD sample in Water (Berat Contoh (SSD) di dalam air) (B) gr	1259	1320	1289,5
Bulk Sp. Gravity-Dry (Berat jenis contoh kering) $C / (A - B)$	2.68	2.67	2.68
Bulk Sp. Gravity-SSD (Berat jenis contoh SSD) $A / (A - B)$	2.69	2.70	2.70
Apparent Sp. Gravity-Dry (Berat jenis contohsemu) $C / (C - B)$	2.72	2.74	2.73
Absorption $[(A - C) / C] x 100 \%$	0.60	0.91	0.76

Mengetahui Labora

(Mhd Yusri Adrian S.T)

Medan, Juli 2019
Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



UNIT WEIGHT AGGREGATE TEST (Percobaan Berat Isi Agregat) ASTM C 29	LAB No. (No. Surat) :	
	SAMPLING DATE	
	(Tgl. Pengambilan bahan) :	April 2019
	TASTING DATE	
	(Tgl. Percobaan) :	April 2019

SOURCES OF SAMPLE <i>(Asal contoh)</i>	BINJAI
DESCRIPTION OF SAMPLE <i>(Gambaran Contoh)</i>	FINE AGGREGATE <i>(AGREGAT HALUS)</i>
PURPOSE OF MATERIAL <i>(Guna Material)</i>	MIX DESIGN

FINE AGGREGATE (AGREGAT HALUS)

NO	TEST NO.			01	02	03
01	Berat Contoh & Wadah <i>(WT. OF SAMPLE & MOLD)</i>		gr	19.765	19.976	19.873
02	Berat Wadah <i>(WT OF MOLD)</i>		gr	5.400	5.400	5.400
03	Berat Contoh <i>(WT OF SAMPLE)</i>	1-2	gr	14.365	14.576	14.473
04	Volume Wadah <i>(VOL OF MOLD)</i>		cm ³	10.861,71	10.861,71	10.861,71
05	Berat Isi <i>(UNIT WEIGHT)</i>	3/4	gr/cm ³	1,32	1,34	1,33
06	Rata-rata <i>(AVERAGE)</i>		gr/cm ³	1,33		

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusra Adrian S.T)

Medan, Juli 2019
Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



UNIT WEIGHT AGGREGATE TEST (Percobaan Berat Isi Agregat) ASTM C 29	LAB No. (No. Surat) :	
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan bahan) :	April 2019
	TASTING DATE (Tgl. Percobaan) :	April 2019

SOURCES OF SAMPLE (Asal contoh)	BINJAI
DESCRIPTION OF SAMPLE (Gambaran Contoh)	COARSE AGGREGATE (AGREGAT KASAR)
PURPOSE OF MATERIAL (Guna Material)	MIX DESIGN

COARSE AGGREGATE (AGREGAT KASAR)

NO	TEST NO.			01	02	03
01	WT. OF SAMPLE & MOLD (Berat Contoh & Wadah)		Gr	31.456	32.457	31.351
02	WT OF MOLD (Berat Wadah)		Gr	6400	6400	6400
03	WT OF SAMPLE (Berat Contoh)	1-2	Gr	25.056	26.057	24.951
04	VOL OF MOLD (Volume Wadah)		cm³	15.645,21	15.645,21	15.645,21
05	UNIT WEIGHT (Berat Isi)	3/4	Gr/cm³	1,60	1,67	1,59
06	AVERAGE (Rata-rata)		Gr/cm³	1,62		

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusra Adrian S.T)

Medan, Juli 2019

Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



ABRASION TEST BY LOS ANGELES MACHINE (Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles) SNI 2417-2008	LAB No. (No. Surat) :	
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan bahan) :	April 2019
	TASTING DATE (Tgl. Percobaan) :	Juni 2019

SOURCES OF SAMPLE (Asal contoh)	BINJAI
DESCRIPTION OF SAMPLE (Gambaran Contoh)	COARSE AGGREGATE (AGREGAT KASAR)
PURPOSE OF MATERIAL (Guna Material)	MIX DESIGN

Ukuran Saringan Tertahan	Berat awal (gr)	Berat Akhir (gr)
(1/2 inci)	2504	1136
(3/8 inci)	2502	1255
(No.4)	-	945
(No.8)	-	347
(No.16)	-	-
(No.30)	-	-
(No.50)	-	-
(No.100)	-	-
PAN	-	170
Total	5006	3853
	Berat lolos saringan No.12	1153
	Abrasion (Keausan) %	23,03 %

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusra Adrian S.T)

Medan, Juli 2019

Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



SIEVE ANALYSIS TEST (Percobaan Analisa Saringan) ASTM C 136	LAB No. (No. Surat) :	
	SAMPLING DATE	
	(Tgl. Pengambilan bahan) :	April 2019
	TASTING DATE	
	(Tgl. Percobaan) :	April 2019

SOURCES OF SAMPLE (Asal contoh)	BINJAI
DESCRIPTION OF SAMPLE (Gambaran Contoh)	FINE AGGREGATE (AGREGAT HALUS)
PURPOSE OF MATERIAL (Guna Material)	MIX DESIGN

SIEVE SIZE	Individu Ret (Berat Tertahan)			Retained (% Berat Tertahan)	Cum Ret (% Kum, Berat Tertahan)	Cum Passing (%Berat yang Lolos)	Grading Limits (%Passing Spesifikasi)	
	(Gr)						MIN (%)	MAX (%)
	Sampel 1	Sampel 2	Total	(%)	(%)	(%)		
NO.4	11	16	27	2,67	2,67	97,33	90	100
NO.8	33	30	63	6,23	8,89	91,11	75	100
NO.16	79	77	156	15,42	24,31	75,69	55	90
NO.30	125	127	252	24,90	49,21	50,79	35	59
NO.50	159	150	309	30,53	79,74	20,26	8	30
NO.100	86	82	168	16,60	96,34	3,66	0	5
PAN	18	19	37	3,66	100,00	0,00	0	0
TOTAL	511	501			261,16			

FM (Modulus Kehalusan)	$261,16/100 = 2,61 \%$
Wt. of Oven Dry Sample	1012 Gr

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusri Adrian S.T)

Medan, Juli 2019

Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



SIEVE ANALYSIS TEST (Percobaan Analisa Saringan) ASTM C 136	LAB No. (No. Surat) :	
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan bahan) :	April 2019
	TASTING DATE (Tgl. Percobaan) :	April 2019



Mengetahui Laboran

(Mhd Yusra Adrian S.T)

Medan, Juli 2019
Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



SIEVE ANALYSIS TEST (Percobaan Analisa Saringan) ASTM C 136	LAB No. (No. Surat) :
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan bahan) : April 2019
	TASTING DATE (Tgl. Percobaan) : April 2019

SOURCES OF SAMPLE (Asal contoh)	BINJAI
DESCRIPTION OF SAMPLE (Gambaran Contoh)	COARSE AGGREGATE (AGREGAT KASAR)
PURPOSE OF MATERIAL (Guna Material)	MIX DESIGN

SIEIVE SIZE	Individu Ret (Berat Tertahan)			Retained (% Berat Tertahan)	Cum Ret (% Kum Berat Tertahan)	Cum Passing (%Berat yg Lolos)	Grading Limits (%Passing Spesifikasi)	
	(Gr)						MIN (%)	MAX (%)
	Sampel 1	Sampel 2	Total	(%)	(%)	(%)		
1.5"	58	30	88	1,75	1,75	98,25	95	100
3/4	1046	1138	2184	43,52	45,28	54,72	30	70
3/8	680	706	1386	27,62	72,90	27,10	10	35
NO.4	722	638	1360	27,10	100,00	0,00	0,00	5
TOTAL	2506	2512						

FM (Modulus Kehalusan)	$719,93/100 = 7,20 \%$
Wt. of Oven Dry Sample	5018 Gr

Mengetahui Laboran

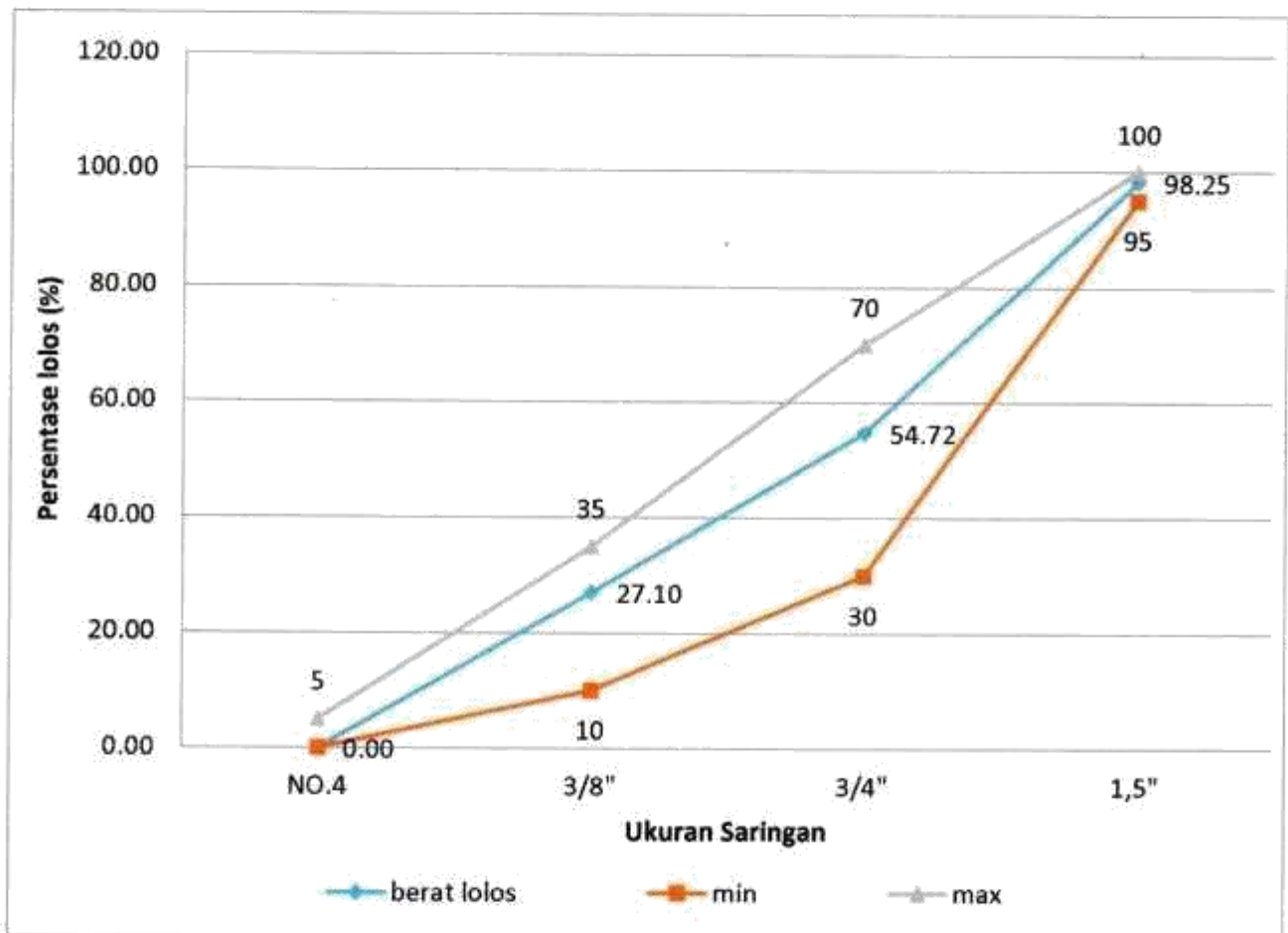
(Mhd Yusr Adrian S.T)

Medan, Juli 2019
Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



SIEVE ANALYSIS TEST (Percobaan Analisa Saringan) ASTM C 136	LAB No. (No. Surat) :	
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan bahan) :	April 2019
	TASTING DATE (Tgl. Percobaan) :	April 2019



Mengetahui Labora

(Mhd Yusri Adrian S.T)

Medan, Juli 2019

Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



Proyek	: Penelitian Tugas Akhir	Mutu Rencana	: 25 Mpa
Jenis Pengujian	: Pengujian Kuat Tekan Beton	Benda Uji	: Silinder 15 x 30 cm
Pemilik Benda Uji	: Rika Irawan	A	: 17671.5 mm ²

Tgl.Cetak : 17 Juni 2019				Tgl.Uji : 15 Juli 2019			
Kuat Tekan Beton Normal Umur 28 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 Hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	46.5	465000	26.31	26.31	4	12701	12767
2	46.5	465000	26.31	26.31		12897	12963
3	45	450000	25.46	25.46		12654	12719
				Rata-rata	26.03		

Tgl.Cetak : 17 Juni 2019				Tgl.Uji : 1 Juli 2019			
Kuat Tekan Beton Normal Umur 14 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 Hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	40.5	405000	22.92	26.04	3.5	12703	12771
2	42	420000	23.77	27.01		12969	13038
3	40.5	405000	22.92	26.04		12678	12744
				Rata-rata	26.36		

Tgl.Cetak : 17 Juni 2019				Tgl.Uji : 24 Juni 2019			
Kuat Tekan Beton Normal Umur 7 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 Hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	30	300000	16.98	26.12	4	12798	12865
2	30	300000	16.98	26.12		12688	12755
3	31.5	315000	17.83	27.42		12890	12956
				Rata-rata	26.55		

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusra Adrian S.T)

Medan, Agustus 2019

Diperiksa Oleh
KA LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



Proyek	: Penelitian Tugas Akhir	Mutu Rencana	: 25 Mpa
Jenis Pengujian	: Pengujian Kuat Tekan Beton	Benda Uji	: Silinder 15 x 30 cm
Pemilik Benda Uji	: Rika Irawan	A	: 17671.5 mm ²

Tgl.Cetak : 18 Juni 2019				Tgl.Uji : 16 Juli 2019			
Kuat Tekan Beton Karbit 7% Umur 28 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	45	450000	25.46	25.46	4	12766	12836
2	48	480000	27.16	27.16		13097	13166
3	46.5	465000	26.31	26.31		12831	12891
Rata-rata				26.31			

Tgl.Cetak : 18 Juni 2019				Tgl.Uji : 2 Juli 2019			
Kuat Tekan Beton Karbit 7% Umur 14 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	42	420000	23.77	27.01	3.5	12786	12853
2	43.5	435000	24.62	27.97		12811	12880
3	42	420000	23.77	27.01		12638	12704
Rata-rata				27.33			

Tgl.Cetak : 18 Juni 2019				Tgl.Uji : 25 Juni 2019			
Kuat Tekan Beton Karbit 7% Umur 7 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	31.5	315000	17.83	27.42	3.5	12673	12741
2	33	330000	18.67	28.73		12780	12844
3	30	300000	16.98	26.12		12803	12871
Rata-rata				27.42			

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusra Adrian S.T)

Medan, Agustus 2019

Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



Proyek	: Penelitian Tugas Akhir	Mutu Rencana	: 25 Mpa
Jenis Pengujian	: Pengujian Kuat Tekan Beton	Benda Uji	: Silinder 15 x 30 cm
Pemilik Benda Uji	: Rika Irawan	A	: 17671.5 mm ²

Tgl.Cetak : 20 Juni 2019		Tgl.Uji : 18 Juli 2019					
Kuat Tekan Beton Karbit 10% Umur 28 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	45	450000	25.46	25.46	3.5	12765	12830
2	48	480000	27.16	27.16		12654	12720
3	48	480000	27.16	27.16		12598	12663
Rata-rata				26.60			

Tgl.Cetak : 20 Juni 2019		Tgl.Uji : 4 Juli 2019					
Kuat Tekan Beton Karbit 10% Umur 14 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	42	420000	23.77	27.01	3.5	12715	12778
2	45	450000	25.46	28.94		12804	12872
3	43.5	435000	24.62	27.97		12798	12867
Rata-rata				27.97			

Tgl.Cetak : 20 Juni 2019		Tgl.Uji : 27 Juni 2019					
Kuat Tekan Beton Karbit 10% Umur 7 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	33	330000	18.67	28.73	4	12698	12766
2	33	330000	18.67	28.73		13100	13168
3	31.5	315000	17.83	27.42		12737	12802
Rata-rata				28.29			

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusra Adrian S.T)

Medan, Agustus 2019
Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



Proyek	: Penelitian Tugas Akhir	Mutu Rencana	: 25 Mpa
Jenis Pengujian	: Pengujian Kuat Tekan Beton	Benda Uji	: Silinder 15 x 30 cm
Pemilik Benda Uji	: Rika Irawan	A	: 17671.5 mm ²

Tgl.Cetak : 19 Juni 2019				Tgl.Uji : 17 Juli 2019			
Kuat Tekan Beton Kaca 5% Umur 28 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	46.5	465000	26.31	26.31	3.5	12789	12856
2	46.5	465000	26.31	26.31		12679	12741
3	45	450000	25.46	25.46		12555	12613
				Rata-rata	26.03		

Tgl.Cetak : 19 Juni 2019				Tgl.Uji : 3 Juli 2019			
Kuat Tekan Beton Kaca 5% Umur 14 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	40.5	405000	22.92	26.04	4	12701	12764
2	42	420000	23.77	27.01		12805	12866
3	42	420000	23.77	27.01		12689	12744
				Rata-rata	26.69		

Tgl.Cetak : 19 Juni 2019				Tgl.Uji : 26 Juni 2019			
Kuat Tekan Beton Kaca 5% Umur 7 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	30	300000	16.98	26.12	4	12564	12622
2	33	330000	18.67	28.73		12633	12690
3	30	300000	16.98	26.12		12508	12563
				Rata-rata	26.99		

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusra Adrian S.T)

Medan, Agustus 2019
Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



Proyek	: Penelitian Tugas Akhir	Mutu Rencana	: 25 Mpa
Jenis Pengujian	: Pengujian Kuat Tekan Beton	Benda Uji	: Silinder 15 x 30 cm
Pemilik Benda Uji	: Rika Irawan	A	: 17671.5 mm ²

Tgl.Cetak : 21 Juni 2019			Tgl.Uji : 19 Juli 2019				
Kuat Tekan Beton Kaca 7.5% Umur 28 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	45	450000	25.46	25.46	4	12759	12823
2	46.5	465000	26.31	26.31		12804	12872
3	46.5	465000	26.31	26.31		12855	12918
Rata-rata				26.03			

Tgl.Cetak : 21 Juni 2019			Tgl.Uji : 5 Juli 2019				
Kuat Tekan Beton Kaca 7.5% Umur 14 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	40.5	405000	22.92	26.04	3.5	12794	12849
2	43.5	435000	24.62	27.97		12654	12708
3	42	420000	23.77	27.01		12776	12835
Rata-rata				27.01			

Tgl.Cetak : 21 Juni 2019			Tgl.Uji : 28 Juni 2019				
Kuat Tekan Beton Kaca 7.5% Umur 7 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	31.5	315000	17.83	27.42	3.5	12598	12649
2	30	300000	16.98	26.12		12805	12861
3	33	330000	18.67	28.73		12746	12804
Rata-rata				27.42			

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusra Adrian S.T)

Medan, Agustus 2019

Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



Proyek	: Penelitian Tugas Akhir	Mutu Rencana	: 25 Mpa
Jenis Pengujian	: Pengujian Kuat Tekan Beton	Benda Uji	: Silinder 15 x 30 cm
Pemilik Benda Uji	: Rika Irawan	A	: 17671.5 mm ²

Tgl.Cetak : 22 Juli 2019				Tgl.Uji : 19 Agustus 2019			
Kuat Tekan Beton Kombinasi karbit 10% + Kaca 7.5% Umur 28 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	46.5	465000	26.31	26.31	3.5	12567	12629
2	48	480000	27.16	27.16		12845	12908
3	45	450000	25.46	25.46		12742	12806
Rata-rata						26.31	

Tgl.Cetak : 22 Juli 2019				Tgl.Uji : 5 Agustus 2019			
Kuat Tekan Beton Kombinasi karbit 10% + Kaca 7.5% Umur 14 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	42	420000	23.77	27.01	3.5	12765	12825
2	42	420000	23.77	27.01		12688	12744
3	45	450000	25.46	28.94		12764	12828
Rata-rata						27.65	

Tgl.Cetak : 22 Juli 2019				Tgl.Uji : 29 Juli 2019			
Kuat Tekan Beton Kombinasi karbit 10% + Kaca 7.5% Umur 7 Hari							
Nomor Benda Uji	Kuat Tekan (Ton)	Gaya Tekan (N)	fc'=(P/A) (MPa)	Estimasi 28 hari	Slump (cm)	Berat (Kg)	
						Cetak	Uji
1	31.5	315000	17.83	27.42	4	12578	12630
2	31.5	315000	17.83	27.42		12767	12830
3	33	330000	18.67	28.73		13005	13060
Rata-rata						27.86	

Mengetahui Laboran

(Mhd Yusra Adrian S.T)

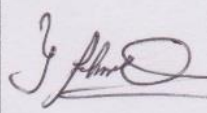
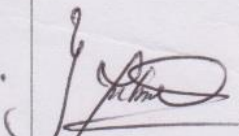
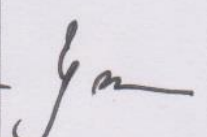
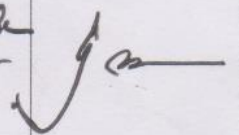
Medan, Agustus 2019

Diperiksa Oleh
KA. LAB. Beton

(Dr. Josef Hadipramana)

LEMBAR ASISTENSI

Nama : RIKA IRAWAN
 NPM : 1507210079
 Judul : STUDI KUAT TEKAN BETON DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH KARBIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN LIMBAH BOTOL KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	11 April 2019	Revisi perhitungannya ke bab I & II.	
2.	10 Mei 2019	Uji BJ Kelahy 2,74 Sehanya 2.65 - 2.68. Lanjut ke bab III	
3.	20 Juni 2019	Pengisian benda uji di lab, dan proses uji sampel, selama ± 1 bulan lanjut ke pertemuan berikutnya	
4.	9 Juli 2019	Perbaikan bab III dan analisis pengujian untuk benda uji. Lanjut ke bab IV	

DOSEN PEMBIMBING I

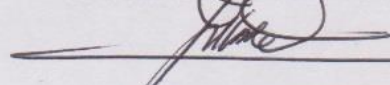
(Dr. Fahrizal Zulkarnain)

LEMBAR ASISTENSI

Nama : RIKA IRAWAN
NPM : 1507210079
Judul : STUDI KUAT TEKAN BETON DENGAN MEMANFAATKAN
LIMBAH KARBIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN
LIMBAH KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR




No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
5.	25/7/2019	Bab IV Paraf kuat tekan beton normal, gamping, kawat, kawat 5	Jr
6.	01/9/2019	Dasar kuat tekan & kawat/kawat kuat tekan, layutan.	Jr
7	27/8/2019	Popokan Dapur Posman Paraf Sehari gamping gamping Ace Nida Saman	Jr

DOSEN PEMBIMBING II


(Dr. Fahrizal Zulkarnain) 27/8/19

LEMBAR ASISTENSI

Nama : RIKA IRAWAN
NPM : 1507210079
Judul : STUDI KUAT TEKAN BETON DENGAN MEMANFAATKAN
LIMBAH KARBIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN
LIMBAH KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR


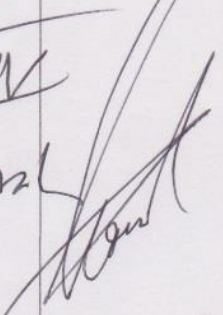
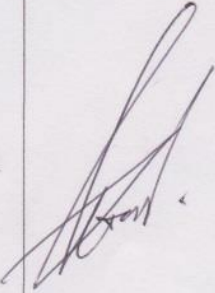
No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
①	2/7-2019	Bab-I → perbaiki kata belakang (tulisan kutipan) Bab II → perbaiki masalah penulisan	
②	9/7-2019	Lanjutan ke Bab III (perbaiki Bab II)	
③	2/8-2019	- Hasil uji agregat Halus dan kasar serta uji karbit dan kaca pada Bab III	

DOSEN PEMBIMBING II

(TONDY AMIRSYAH PUTERA ST.MT)

LEMBAR ASISTENSI

Nama : RIKA IRAWAN
 NPM : 1507210079
 Judul : STUDI KUAT TEKAN BETON DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH KARBIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN LIMBAH KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
④	16/8-2019	- jarak antara Spasi program - Diatur jpu terdahul beam - Lanjut Bab IV	
⑤	23/8-2019	- perbadi' Bab IV - Daftar li, asmt - Campuran	
⑥	27/8-2019	Aa Diseminasi Note: perbaiki ect. gambar	

DOSEN PEMBIMBING II

(TONDY AMIRSYAH PUTERA ST.MT)


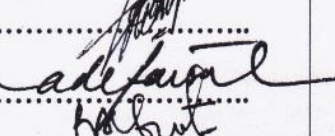
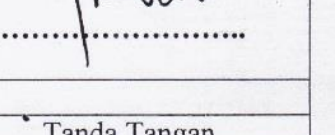
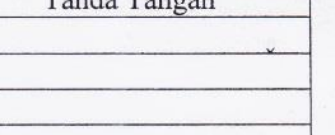
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta seminar

Nama : Rika Irawan

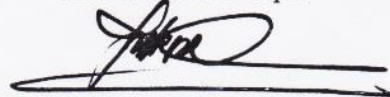
NPM : 1507210079

Judul Tugas Akhir : Studi Kuat Tekan Beton Dengan Memanfaatkan Limbah Karbit Sebagai Substitusi Semen Dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi Pasir.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc	:	
Pembimbing – II	: Tondi Amirsyah P.S.T.M.T	:	
Pembanding – I	: DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc	:	
Pembanding – II	: Bambang Hadibroto.S.T.M.T	:	
<hr/>			
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 07 Muharram 1441 H
07 September 2019 M

Ketua Prodi. T Sipil



DR.Fahrizal.Zulkarnain.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Rika Irawan
NPM : 1507210079
Judul T.Akhir : Studi Kuat Tekan Beton Dengan Memanfaatkan Limbah Karbit Sebagai Substitusi Semen Dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi Pasir.

Dosen Pembimbing – I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing – II : Tondi Amirsyah.P.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : Bambang Hadibroto.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....*- tujua cukup 2 begitu pula*
.....*tesipula*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....*- fokus kepd hasil yg mendekati beton*
.....*normal*

.....*acc telah diperbaiki!*
.....*ade faisal 10/9/19*

Medan 07 Muharram 1441H
07 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- I



DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Rika Irawan
NPM : 1507210079
Judul T.Akhir : Studi Kuat Tekan Beton Dengan Memanfaatkan Limbah Karbit
Sebagai Substitusi Semen Dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi
Pasir.

Dosen Pembimbing – I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing – II : Tondi Amirsyah.P.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : Bambang Hadibroto.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - ↳ Perbaiki rumus dengan Ms. Equation
 - ↳ ushikan buku jurnal dan SWI pd Bab 2 dibuat dalam portofolio
 - ↳ Kisi-kisi Balokasi Asing di atas miring
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan : Acc outline disidangkan
11/2019
09
Bambang Hadibroto

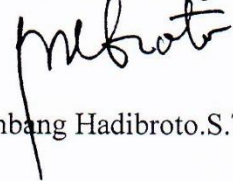
Medan 07 Muharram 1441H
07 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- II



Bambang Hadibroto.S.T.M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI

Nama Lengkap : Rika Irawan
Tempat/Tanggal Lahir : Bandar Klippa, 27 Mei 1997
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Jalan Buntu Dusun 8, Desa Bandar Setia,
Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli Serdang
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Rahem
Ibu : Lili Irawati
Email : rikairawan22@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1507210079
Falkutas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

No	Tingkat pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1.	SD	SD Negeri 104202 Bandar Setia	2009
2.	SMP	SMP Swasta Sabilina Tembung	2012
3.	SMK	SMK Negeri 4 Medan	2015
4.	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tahun 2015 sampai selesai		