

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH SUBSTITUSI
PLASTIK PET (Poly Ethylene Terephthalate)
SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR
DAN PENAMBAHAN *VISCROCRETE-8670 MN*
TERHADAP KUAT TEKAN BETON
(*Studi Penelitian*)**

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

Disusun Oleh :

MUHAMMAD RIZKILUBIS
1707210001



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Rizki Lubis
Npm : 1707210001
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Substitusi Plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate) Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dan Penambahan *Viscocrete-8670 MN* Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANTIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 4 Oktober 2021

Dosen Pembimbing

Assoc Prof Dr Fabrizaral Zulkarnain

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Rizki Lubis

NPM : 1707210001

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Substitusi Plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate) Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dan Penambahan *Viscocrete-8670 MN* Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)

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, 4 Oktober 2021

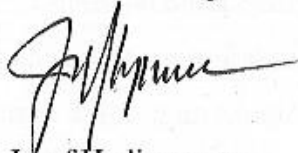
Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Pembimbing



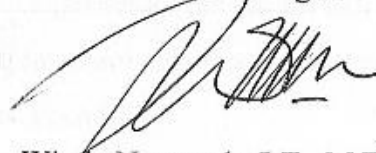
Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembanding I



Dr. Josef Hadipramana

Dosen Pembanding II



Wiwin Nurzanah, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Muhammad Rizki Lubis
Tempat /Tanggal Lahir : Batang Kuis, 25 Oktober 1998
NPM : 1707210001
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisis Pengaruh Substitusi Plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate) Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dan Penambahan *Viscocrete-8670 MN* Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)”


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 orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian 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.

Medan, 4 Oktober 2021

Saya Yang Menyatakan



Muhammad Rizki Lubis

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH SUBSTITUSI PLASTIK PET (POLY ETHYLENE TEREPHTHALATE) SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR DAN PENAMBAHAN *VISCROCRETE-8670 MN* TERHADAP KUAT TEKAN BETON (STUDI PENELITIAN)

Muhammad Rizki Lubis

1707210001

Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

Perkembangan infrastruktur telah mengalami kemajuan dengan kecepatan yang belum pernah terjadi sebelumnya, terutama dalam pembangunan gedung dan infrastruktur. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³ yang menggunakan agregat alam yang pecah atau tanpa di pecah yang tidak menggunakan bahan tambahan (SNI 03-2847-2002). Kuat tekan beton normal berkisar antara 28-60 MPa pada umur beton 28 hari. Plastik adalah bahan yang mempunyai derajat kekristalan lebih rendah dari pada serat, dan dapat dilunakkan atau dicetak pada suhu tinggi (suhu peralihan kacanya diatas suhu ruang), jika tidak banyak bersambung silang. PET (Polyethylene Terephthalate) biasanya, pada bagian bawah kemasan botolplastik, tertera logo daur ulang dengan angka 1 di tengahnya dan tulisan PET (polyethylene terephthalate) di bawah segitiga. Sika *Viscocrete-8670 MN* adalah multiguna yang unik *superplasticizer* yang sangat cocok untuk produksi beton yang membutuhkan kekuatan awal yang tinggi dengan kemampuan kerja yang diperpanjang. Selain itu, ia memberikan pengurangan air yang sangat tinggi dan karakteristik aliran yang sangat baik. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dari penambahan plastik PET (Polyethylene Terephthalate) sebagai substitusi agregat kasar dan *Viscocrete-8670 MN* terhadap nilai kuat tekan beton. Dengan variasi penambahan plastik PET (Polyethylene Terephthalate) BN, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dari agregat kasar lolos saringan $\frac{3}{4}$ tertahan saringan $\frac{3}{8}$ dan *Viscocrete-8670 MN* sebesar 0,8% dari berat semen. Sampel pengujian beton yang digunakan adalah silinder dengan ukuran 15 x 30 cm sebanyak 15 benda uji. Pengujian dilakukan dengan menguji tentang pengaruh penambahan plastik PET (Polyethylene Terephthalate) terhadap nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari. Nilai rata-rata kuat tekan beton yang diperoleh sesuai dengan variasi adalah BN (25,6 Mpa), 1% (22,7 Mpa), 1,5% (27,3 MPa), 2% (31,1 MPa), dan 2,5% (32,1 MPa). Nilai rata-rata kuat tekan beton optimum diperoleh pada variasi plastik PET (Polyethylene Terephthalate) 2,5% dan *Viscocrete-8670 MN* 0,8% sebesar (32,1 MPa).

Kata Kunci : Plastik PET (Polyethylene Terephthalate), *Viscocrete-8670 MN*, Kuat Tekan Beton.

ABSTRACT

**ANALYSIS OF THE EFFECT PET PLASTIC SUBSTITUTION
(POLY ETHYLENE TEREPHTHALATE)
AS A THE REPLACEMENT FOR THE COARD AGGREGATE ADDITION
TO VISCROCRETE-8670MN AGAINST STRONG CONCRETE PRESS
(RESEARCH STUDY)**

Muhammad Rizki Lubis
1707210001
Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

Infrastructure development has progressed at an unprecedented pace, especially in the construction of buildings and infrastructure. The normal concrete is concrete that has a density of 2200-2500 kg/m³ using natural aggregate that is broken or unbroken and does not use additional materials (SNI 03-2847-2002). The compressive strength of normal concrete ranges from 28-60 MPa at the age of 28 days of concrete. The plastic is a material that has a lower degree of crystallinity than fiber, and can be softened or molded at high temperatures (the glass transition temperature is above room temperature), if there is not much cross-linking. PET (Polyethylene Terephthalate) usually, at the bottom of the plastic bottle packaging has a recycling logo printed with the number 1 in the middle and the words PET (polyethylene terephthalate) under the triangle. The Sika Viscrocrete-8670 MN is a unique multipurpose superplasticizer which is particularly suitable for the production of concrete requiring high initial strength with extended workability. In addition, it provides very high water reduction and excellent flow characteristics. This research aims to study the effect of adding PET (Polyethylene Terephthalate) plastic as a substitute for coarse aggregate and Viscrocrete-8670 MN on the compressive strength of concrete. With variations in the addition of PET (Polyethylene Terephthalate) BN, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% of the coarse aggregate passing the ¾ sieve was retained by the 3/8 sieve and Viscrocrete-8670 MN by 0.8% of the cement weight. . The concrete test sample was used a cylinder with a size of 15 x 30 cm as many as 15 test objects. The test was conducted by examining the effect of adding PET (Polyethylene Terephthalate) plastic to the compressive strength of concrete at the age of 28 days. The average compressive strength of concrete obtained according to the variation is BN (25.6 Mpa), 1% (22.7 Mpa), 1.5% (27.3 MPa), 2% (31.1 MPa), and 2.5% (32.1 MPa). The average value of the optimum concrete compressive strength was obtained at variations of PET (Polyethylene Terephthalate) 2.5% and Viscrocrete-8670 MN 0.8% (32.1 MPa).

Keywords: PET (Polyethylene Terephthalate) Plastic, Viscrocrete-8670 MN, Concrete Compressive Strength.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Judul dari skripsi ini adalah “Analisis Pengaruh Substitusi Plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate) Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dan Penambahan *Viscocrete-8670 MN* Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)”.

Didalam penulisan skripsi ini penulis telah berusaha dan berupaya dengan segala kemampuan yang ada, namun penulis menyadari masih terdapat kekurangan didalamnya, untuk itu penulis dengan rasa rendah hati bersedia menerima saran dan kritik yang sifatnya membangun dalam perbaikan skripsi penelitian ini kedepannya. Dalam mempersiapkan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan berupa bimbingan dan petunjuk. Untuk itu pada kesempatan ini izinkanlah penulis untuk mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini:

1. Bapak Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain, Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Josef Hadipramana, Selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Wiwin Nurzanah, S.T., M.T, Selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Mardansyah Lubis dan Ibunda tercinta Zulrubiah yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayang yang tidak ternilai kepada penulis.
9. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil terutama Aldy Hadad Alwi, Agung Prasytia, Ilham Ramdhan Ritonga, Surya Pradana, Ardi Fatahillah Nasution, Ahsan Amran Lubis, Zefri Wiratama Pasaribu dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

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, 4 Oktober 2021

Penulis

Muhammad Rizki Lubis
NPM.1707210001

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umum	6
2.2 Bahan Dasar Beton Normal	6
2.2.1 Semen	7
2.2.2 Agregat Halus	7
2.2.3 Agregat Kasar	8
2.2.4 Air	8
2.2.5 Bahan Tambah	9
2.2.6 Bahan Tambah Kimia	9

2.3	Beton Normal	10
2.4	Plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate)	10
2.5	Sika <i>Viscocrete-8670 MN</i>	11
2.5.1	Deskripsi	11
2.5.2	Penggunaan	11
2.5.3	Karakteristik / Keunggulan	11
2.6	Kuat Tekan Beton	12
BAB 3	METODE PENELITIAN	14
3.1	Tinjauan Umum	14
3.2	Tahapan Penelitian	14
3.3	Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data	17
3.3.1	Data Primer	17
3.3.2	Data Sekunder	17
3.3.3	Tempat dan Waktu Pelaksanaan	17
3.4	Instrumen Penelitian	18
3.4.1	Desain Benda Uji	18
3.4.2	Bahan Pembuatan Benda Uji	18
3.4.3	Alat Pembuatan Benda Uji	21
3.4.4	Alat Pendukung	21
3.5	Langkah – Langkah Pemeriksaan Bahan	22
3.5.1	Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir)	22
3.5.2	Analisa Gradasi Agregat Halus (Pasir)	23
3.5.3	Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)	23
3.5.4	Berat Isi Agregat Halus (Pasir)	24
3.5.5	Kadar Air Agregat Halus (Pasir)	25
3.5.6	Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar (Batu Pecah)	25
3.5.7	Analisa Gradasi Agregat Kasar (Batu Pecah)	26
3.5.8	Berat Isi Agregat Kasar (Batu Pecah)	27

3.5.9	Kadar Air Agregat Kasar (Batu Pecah)	28
3.5.10	Kadar Lumpur Agregat Kasar (Batu Pecah)	28
3.6	Pembuatan Cacahan Plastik PET	29
3.7	Perencanaan Campuran Beton	30
3.8	Pembuatan Benda Uji	38
3.9	Pemeriksaan <i>Slump Test</i>	39
3.10	Perawatan (curing) Pada Benda Uji	40
3.11	Pengujian Kuat Tekan Beton	40
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1	Tinjauan Umum	42
4.2	Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton	42
4.3	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	42
4.4	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Plastik PET	48
4.5	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	48
4.6	Perencanaan Campuran Beton	54
4.6.1	Untuk benda uji	62
4.6.2	Bahan plastik PET sebagai pengganti agregat kasar	66
4.7	<i>Slump Test</i>	68
4.8	Kuat Tekan Beton	68
4.8.1	Kuat Tekan Beton Normal (saat pengujian)	69
4.8.2	Kuat Tekan Beton Plastik PET 1% dan Sika <i>Viscocrete-8670 MN 0,8%</i>	70
4.8.3	Kuat Tekan Beton Plastik PET 1,5% dan Sika <i>Viscocrete-8670 MN</i>	70
4.8.4	Kuat Tekan Beton Plastik PET 2% dan Sika <i>Viscocrete-8670 MN 0,8%</i>	71
4.8.5	Kuat Tekan Beton Plastik PET 2,5% dan Sika <i>Viscocrete-8670 MN</i>	72

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	79

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	: Komposisi Campuran Benda Uji Dan Kode Benda Uji.	18
Tabel 3.2	: Peralatan Pembuatan Benda Uji.	21
Tabel 3.3	: Alat Pendukung Pembuatan Benda Uji.	21
Tabel 3.4	: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.	31
Tabel 3.5	: Nilai tambah margin	31
Tabel 3.6	: Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.	32
Tabel 3.7	: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m ³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.	34
Tabel 3.8	: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.	35
Tabel 4.1	: Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus.	43
Tabel 4.2	: Daerah Gradasi Agregat Halus.	44
Tabel 4.3	: Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.	45
Tabel 4.4	: Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.	46
Tabel 4.5	: Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus.	47
Tabel 4.6	: Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.	47
Tabel 4.7	: Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Plastik PET.	48
Tabel 4.8	: Hasil Pengujian Analisa Agregat Kasar.	49
Tabel 4.9	: Batas Gradasi Agregat Kasar.	50
Tabel 4.10	: Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.	51
Tabel 4.11	: Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.	52
Tabel 4.12	: Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.	53
Tabel 4.13	: Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar.	53
Tabel 4.14	: Data-data hasil tes dasar.	54
Tabel 4.15	: Propersi campuran.	59
Tabel 4.16	: Koreksi propersi campuran.	60

Tabel 4.17	: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000).	61
Tabel 4.18	: Lanjutan.	62
Tabel 4.19	: Perbandingan campuran akhir untuk 1 benda uji (m ³).	62
Tabel 4.20	: Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg.	63
Tabel 4.21	: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.	64
Tabel 4.22	: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.	64
Tabel 4.23	: Perbandingan untuk 15 benda uji dalam satuan kg.	65
Tabel 4.24	: Banyak plastik PET yang dibutuhkan untuk 3 benda uji silinder.	67
Tabel 4.25	: Hasil pengujian <i>nilai slump</i> .	68
Tabel 4.26	: Hasil pengujian kuat tekan beton normal.	69
Tabel 4.27	: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan plastik PET 1% dan sika <i>viscocrete-8670 MN</i> 0,8%.	70
Tabel 4.28	: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan plastik PET 1,5% dan sika <i>viscocrete-8670 MN</i> 0,8%.	71
Tabel 4.29	: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan plastik PET 2% dan sika <i>viscocrete-8670 MN</i> 0,8%.	71
Tabel 4.30	: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan plastik PET 2,5% dan sika <i>viscocrete-8670 MN</i> 0,8%.	72
Tabel 4.31	: Tabel nilai kuat tekan beton umur 28 hari.	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	: Diagram alir penelitian.	16
Gambar 3.2	: Agregat Kasar.	19
Gambar 3.3	: Agregat Halus.	19
Gambar 3.4	: Air.	19
Gambar 3.5	: Sika Viscrocrete-8670 MN.	20
Gambar 3.6	: Plastik PET.	20
Gambar 3.7	: Semen Portland.	20
Gambar 3.8	: Proses pembuatan plastik PET menyerupai agregat kasar.	29
Gambar 3.9	: Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder 15 x 30 cm).	33
Gambar 3.10	: Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2.	35
Gambar 3.11	: Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm.	36
Gambar 3.12	: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.	36
Gambar 3.13	: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.	37
Gambar 4.1	: Grafik Analisa Agregat Halus.	44
Gambar 4.2	: Grafik Analisa Agregat Kasar.	50
Gambar 4.3	: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm (Mulyono, 2003).	57
Gambar 4.4	: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,38 (SNI 03-2834-2000).	59
Gambar 4.5	: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,38 (SNI 03-2834-2000).	59
Gambar 4.6	: Grafik perbandingan nilai <i>slump test</i> .	68
Gambar 4.7	: Beban tekan pada benda uji silinder.	69
Gambar 4.8	: Grafik kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari.	73
Gambar 4.9	: Grafik persentase kuat tekan beton terhadap <i>slump test</i> umur 28 hari.	74

DAFTAR NOTASI

F_c'	=	kuat tekan	(MPa)
F_{cr}	=	kuat tekan yang ditargetkan	(MPa)
x_i	=	kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji	(MPa)
\bar{x}	=	kuat tekan beton rata-rata	(MPa)
M	=	nilai tambah	(MPa)
W_h	=	perkiraan jumlah air untuk agregat halus	(Kg/m ³)
W_k	=	perkiraan jumlah air untuk agregat kasar	(Kg/m ³)
B	=	jumlah air	(kg/m ³).
C	=	agregat halus	(kg/m ³).
D	=	agregat kasar	(kg/m ³).
C_a	=	Penyerapan agregat halus	(%)
D_a	=	Penyerapan agregat kasar	(%)
C_k	=	Kadar air agregat halus	(%)
D_k	=	Kadar air agregat kasar	(%)
P	=	Beban maksimum beban belah	(N)
L	=	Panjang benda uji silinder	(mm)
D	=	Diameter benda uji silinder	(mm)
s	=	deviasi standar	
n	=	jumlah nilai hasil uji	
A	=	Berat contoh kering permukaan jenuh	
B	=	Berat contoh jenuh	
C	=	Berat contoh SSD kering oven 110OC sampai konstan	
cm	=	Centimeter	
mm	=	Milimeter	
kg	=	Kilogram	
Mpa	=	Megapascal	
M ³	=	Meterkubik	
$\pi r^2 t$	=	Volume silinder	
P	=	Beban	
gr	=	Gram	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Agregat Kasar.	80
Lampiran 2 : Agregat Halus.	80
Lampiran 3 : Air.	80
Lampiran 4 : Sika <i>Viscocrete-8670 MN</i> .	81
Lampiran 5 : Plastik PET.	81
Lampiran 6 : Semen Portland.	81
Lampiran 7 : Compressing Test Machine (CTM).	82
Lampiran 8 : Saringan Agregat Kasar.	82
Lampiran 9 : Saringan Agregat Halus.	82
Lampiran 10 : Cetakan Silinder.	83
Lampiran 11 : Oven.	83
Lampiran 12 : Gelas Ukur.	83
Lampiran 13 : Kerucut Abrams.	84
Lampiran 14 : Mixer Beton.	84
Lampiran 15 : Timbangan.	84
Lampiran 16 : Tongkat Penumbuk.	85
Lampiran 17 : Triplek 2m x 1m.	85
Lampiran 18 : Bak Perendaman.	85
Lampiran 19 : Alat Tulis.	86
Lampiran 20 : Ember.	86
Lampiran 21 : Plastik.	86
Lampiran 22 : Sendok Semen.	87
Lampiran 23 : Penggaris.	87
Lampiran 24 : Sekop tangan.	87
Lampiran 25 : Skrap.	88
Lampiran 26 : Masker.	88
Lampiran 27 : Sarung Tangan.	88
Lampiran 28 : Proses Pembuatan Adukan Beton.	89
Lampiran 29 : Proses Pengujian <i>Slump Test</i> .	89
Lampiran 30 : Proses Perojokan Adukan Beton Di Cetakan.	89
Lampiran 31 : Perendaman Benda Uji.	90

Lampiran 32 : BN.	90
Lampiran 33 : BPET1%.	90
Lampiran 34 : BPET1,5%.	91
Lampiran 35 : BPET2%.	91
Lampiran 36 : BPET2,5%.	91
Lampiran 37 : Proses Pengujian Kuat Tekan Beton.	91

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan infrastruktur telah mengalami kemajuan dengan kecepatan yang belum pernah terjadi sebelumnya, terutama dalam pembangunan gedung dan infrastruktur. Keadaan ini telah menimbulkan masalah ketersediaan bahan konstruksi, termasuk bahan baku beton, sehingga menimbulkan kekhawatiran kerusakan lingkungan. Agregat kasar merupakan bagian terbesar dari campuran beton, sekitar 65-80% dari total volume beton. Karena itu, alternatif yang lebih berkelanjutan dari yang agregat kasar alam yang diperlukan. Di sisi lain, perkembangan ekonomi dan perubahan pola konsumsi dan produksi manusia telah menyebabkan peningkatan sampah plastik secara drastis di seluruh dunia. Sampah padat berupa plastik merupakan masalah yang sangat kompleks di perkotaan daerah, termasuk di Indonesia (Asrar dkk., 2020).

Oleh karena itu, dalam keinginan kuat untuk mengurangi sampah plastik, nampaknya akademisi dan peneliti telah mengkaji beberapa potensi daur ulang sampah plastik. Menggunakan kembali sampah plastik dalam beton merupakan cara efektif untuk mengurangi sampah plastik. Dalam penelitian ini dikaji potensi pemanfaatan limbah PET sebagai material beton (Asrar dkk., 2020).

Terkait pemanfaatan PET sebagai bahan alternatif pembuatan beton, beberapa penelitian telah dihasilkan. Di antara sifat beton yang mengandung PET, kuat tekan dan kuat lentur adalah yang paling banyak dipelajari, bersama dengan termal, listrik dan daya tahan, dan sifat lainnya (Asrar dkk., 2020).

Penelitian ini merupakan penelitian agregat buatan dari plastik sebagai material beton. Penelitian sebelumnya telah menggunakan agregat buatan dari plastik PET, dimana pada saat pemanasan limbah plastiknya menggunakan titik didih. Untuk paper ini akan membahas nilai slump test, berat volume dan kuat tekan beton yang menggunakan agregat buatan dari plastik yang dipanaskan dengan titik leleh (Asrar dkk., 2020).

Beton dibentuk oleh pengerasan campuran semen, agregat dan air, yang setelah dicampur secara merata akan menghasilkan suatu campuran yang plastis (antara

cair dan padat) dimana sifat dari campuran yang plastis ini akan menjadi keras karena proses kimia antara semen dan air. Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat karakteristik bahan dasar, nilai perbandingan bahan dasar, cara pengerjaan, pengadukan, penuangan, pemadatan, dan perawatan selama proses pengerasan (Asmita dkk., n.d.)

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir dan lain-lain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan serta ketahanan terhadap penyusutan. Untuk dapat menghasilkan beton yang baik, setiap agregat baik agregat kasar maupun agregat halus harus terbungkus seluruhnya oleh pasta semen. Beton juga dapat disebut sebagai batuan buatan (*artificial stone*), dan agregat dianggap sebagai bahan inert atau tidak bereaksi (Asmita dkk., n.d.).

Pada perancangan campuran beton cara SNI mengungkapkan bahwa kuat tekan beton hanya ditentukan oleh rasio berat air terhadap berat semen. Sementara itu kelecakan campuran beton pada cara SNI ditentukan oleh jumlah air yang digunakan dalam 1 m³ campuran beton sesuai dengan ukuran maksimum butiran agregat yang digunakan. Proporsi pasir dari total agregat (agregat halus dan agregat kasar) pada cara SNI ditentukan oleh nilai faktor airsemen, kelecakan (nilai slump) yang direncanakan, ukuran maksimum agregat, dan modulus kehalusan pasir. Mengingat kuat tekan beton pada perancangan campuran cara SNI hanya ditentukan oleh faktor air-semen, maka dapat disimpulkan bahwa penentuan proporsi pasir dalam agregat gabungan hanya dirancang untuk mencapai kelecakan (nilai slump) campuran yang direncanakan, dan tidak berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang akan dicapai (Gunawan dkk., 2016)

Jika perancangan campuran beton cara SNI ini dikaji peluang ketercapaian kuat tekannya menggunakan rumus Dreux Gorisse, maka kuat tekan yang direncanakan berpeluang tidak tercapai. Hal ini dapat terjadi karena berdasarkan rumus Dreux Gorisse, kuat tekan beton tidak hanya ditentukan oleh faktor air-semen (pada rumus Dreux dinyatakan dalam faktor semenair), juga ditentukan oleh volume pasir yang digunakan dalam 1 m³ beton dan rasio volume pasir terhadap volume agregat gabungan (proporsi pasir dalam agregat gabungan). Memperhatikan peluang

ketidak tercapaian kuat tekan beton yang dirancang dengan cara SNI, maka diperlukan penelitian untuk meninjau cara penentuan proporsi pasir dalam agregat gabungan pada perancangan campuran beton cara SNI (Gunawan dkk., 2016).

Beton normal banyak digunakan sebagai bahan penyusun elemen struktur. Untuk mencapai kuat tekan beton sesuai dengan yang direncanakan, salah satu pelaksanaan pekerjaan beton yang harus diperhatikan adalah perawatan (curing) beton. Perawatan (curing) beton merupakan perlakuan pada beton setelah beton dicor dan dibuka cetakan untuk menjaga supaya beton tidak terlalu cepat kehilangan air, dengan kata lain sebagai tindakan menjaga kelembaban dan suhu pada beton, sehingga proses hidrasi dapat berjalan dengan sempurna dan dapat menghindari terjadinya retak pada permukaan beton (Mulyati & Arkis, 2020).

Dalam penelitian ini juga digunakan bahan tambah Superplasticizer jenis Sika Viscrocrete – 8670 MN. Superplasticizer (Sika Viscrocrete – 8670 MN) adalah bahan campuran untuk beton yang berfungsi ganda yang apabila dicampurkan dengan dosis tertentu dapat mengurangi jumlah pemakaian air dan mempercepat waktu pengerasan, meningkatkan workability dan dapat mereduksi kandungan air dalam campuran beton.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh penambahan 0,8% Superplasticizer (Sika *Viscocrete-8670 MN*) dari berat semen bersamaan dengan substitusi plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate) terhadap agregat kasar cek lolos saringan no 3/4 dan tertahan saringan no 3/8 terhadap nilai *slump test*.
2. Bagaimana pengaruh penambahan 0,8% Superplasticizer (Sika *Viscocrete-8670 MN*) dari berat semen bersamaan dengan substitusi plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate) terhadap agregat kasar cek lolos saringan no 3/4 dan tertahan saringan no 3/8 terhadap kuat tekan beton 25 Mpa.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuannya, maka diberi ruang lingkup antara lain :

1. Jenis beton yang akan diteliti adalah beton normal.
2. Karakteristik beton normal yang diuji adalah kuat tekan dari hasil eksperimen.
3. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
4. Bahan tambah yang digunakan adalah campuran plastik PET (Poly Etylene Terephthalate).
5. Variasi campuran plastik PET (Poly Etylene Terephthalate) pada beton normal ialah 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5%.
6. Superplasticizer yang digunakan pada penelitian ini adalah sika *Viscocrete-8670 MN*.
7. Metode perhitungan menggunakan (SNI 1974:2011) “Metode Uji kuat tekan beton silinder”.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahu pengaruh penambahan 0,8% Superplasticizer (Sika *Viscocrete-8670 MN*) dari berat semen bersamaan dengan substitusi plastik PET (Poly Etylene Terephthalate) terhadap agregat kasar cek lolos saringan no 3/4 dan tertahan saringan no 3/8 terhadap kuat terhadap nilai *slump test*.
2. Mengetahu pengaruh penambahan 0,8% Superplasticizer (Sika *Viscocrete-8670 MN*) dari berat semen bersamaan dengan substitusi plastik PET (Poly Etylene Terephthalate) terhadap agregat kasar cek lolos saringan no 3/4 dan tertahan saringan no 3/8 terhadap kuat tekan beton 25 Mpa.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan pada penelitian ini dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu teknologi beton dan pengaruh yang terjadi

akibat penambahan zat adiktif jenis *Superplasticizer* (Sika *Viscocrete-8670 MN*) dan penggantian sebagian agregat kasar dengan plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate) terhadap campuran beton.

2. Untuk mengurangi dan memanfaatkan limbah plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate) menjadi bahan pembuatan beton normal.
3. Penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dalam dunia konstruksi.
4. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan khususnya dalam bidang inovasi pada beton.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu :

BAB 1 Pendahuluan

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini berisikan hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Dalam bab ini diuraikan mengenai tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Dalam bab ini Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini berisikan pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Pada umumnya beton tersusun dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan tambahan zat lainnya apabila dibutuhkan. Namun seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, bahan penyusun beton juga dapat berubah atau dikombinasikan dengan bahan organik atau anorganik seperti bahan limbah plastik dan lainnya. Seiring berkembangnya zaman, permasalahan pencemaran lingkungan akibat limbah plastik, maka untuk mengurangi limbah plastik peneliti memiliki gagasan untuk melakukan pengembangan penelitian yang menggunakan limbah plastik HDPE dan PET sebagai Substitusi agregat kasar pada beton ringan (Darmiyanti, 2018).

Beton merupakan sebuah elemen penting yang dapat dipakai hampir di setiap pekerjaan konstruksi dimasa sekarang ini. Beton sendiri merupakan sebuah satuan yang terdiri dari perhitungan komposisi agregat halus, agregat kasar, semen sebagai bahan pengikat, dan air sebagai bahan utama yang mengaktifkan sifat mengikat pada semen (Sulianti, 2018).

Beton merupakan salah satu dari bahan bangunan selain baja dan kayu. Secara umum beton terdiri dari 3 (tiga) unsur bahan penyusunnya yaitu: semen, agregat halus dan agregat kasar dan jika diperlukan diberi bahan tambah. Bahan-bahan penyusun tersebut diatas sudah baku dan tentu tidak diragukan lagi kekuatannya, walaupun kekuatan tersebut disesuaikan dengan perencanaan. Beberapa bahan susun tersebut pada daerah tertentu ada kemungkinan sulit didapatkan atau sangat mahal, sehingga beberapa peneliti mencoba untuk membuat perbandingan kekuatan dengan penambahan-penambahan bahan tertentu selain yang sudah baku tersebut (Supratikno & Ratnanik, 2019).

2.2 Bahan Dasar Beton Normal

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena

beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk (Lumintang dkk., 2019).

2.2.1 Semen

Semen merupakan bahan perekat yang mampu mempersatukan atau mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kokoh atau suatu produk yang mempunyai fungsi sebagai bahan perekat antara dua atau lebih bahan sehingga menjadi suatu bagian yang kompak atau dalam pengertian yang luas adalah material yang memberikan sifat rekat antara batuan-batuan konstruksi bangunan (Isnawati, 2015).

Semen Portland memiliki beberapa senyawa kimia yang masing-masing memiliki sifat sendiri-sendiri. Senyawa kimia tersebut adalah :

1. Trikalsium Silikat (Ca_3SiO_5 atau $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), disingkat C3S
2. Dikalsium Silikat (Ca_2SiO_4 atau $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), disingkat C2S
3. Trikalsium Aluminat ($\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ atau $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$), disingkat C3A
4. Tetrakalsium Aluminoferrit ($\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_{10}$ atau $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$), disingkat C4AF
5. Gypsum ($\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

C3S dan C2S merupakan bagian yang paling dominan dalam memberikan sifat semen. Bila semen terkena air, C3S segera berhidrasi dan menghasilkan panas (Aprilianti, 2012).

Dari penelitian sebelumnya yang menggunakan jenis semen PCC penambahan serat limbah plastik ke dalam campuran beton dengan kadar 0.3% meningkatkan kuat tekan sebesar 20%, meningkatkan kuat tarik belah sebesar 2%, meningkatkan nilai kapasitas momen balok sebesar 15% dan meningkatkan nilai toughness sebesar 318% (Suarnita, 2012).

2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat isi yang berupa pasir alam hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (natural sand) atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat-alat pemecah batuan (artificial sand) dengan ukuran kecil (0,15-5mm). Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari

saringan No.200, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton (Asri Mulyadi dkk., 2018).

Penggantian sebagian pasir dengan bahan sampah plastik dari limbah Polypropylene (PP) dimana digunakan untuk mengganti 20%, 40% dan 60% pasir sungai alami dalam campuran beton dan diuji setelah 28 Hari untuk kekuatan tekan, kuat tarik, kekuatan lentur dan densitas beton yang dimodifikasi. Hasil dari percobaan tersebut, penggantian sebagian bahan limbah plastik dapat dilakukan sampai batas 20% sampai 40%, dimana dengan campuran limbah plastik sebagai agregat halus pada beton dengan persentase 0% di dapat nilai kuat tekan sebesar 26.47 MPa, 20% limbah plastik di dapat nilai kuat tekan 34.53 MPa dan mengalami penurunan nilai kuat tekan pada campuran 40% limbah plastik sebesar 32.3 MPa dan 60% campuran limbah plastik sebesar 25.83 MPa. Dimana Penelitian ini membuktikan bahwa penggantian pasir alami di beton dimungkinkan dengan limbah sampah plastik sebagai penggantinya (Charudatta, et al., 2017).

2.2.3 Agregat Kasar

Agregat kasar ialah agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm atau agregat yang semua butirannya dapat tertahan di ayakan 4,75 mm (No.4 standart ASTM). Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil dari disintegrasi alami dari batu– batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan manual atau mesin. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butiran yang keras, permukaan yang kasar, dan kekal. Agregat harus memenuhi syarat kebersihan yaitu, tidak mengandung lumpur lebih dari 1 %, dan tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton (Asri Mulyadi dkk., 2018).

Hasil yang sering didapatkan dalam pencampuran limbah plastik ke dalam beton sebagai pengganti agregat yaitu pengurangan kemampuan kerja, kepadatan dan kinerja mekanis yang dihasilkan tanpa meningkatkan daya tahan material beton secara signifikan (del Rey Castillo et al., 2020).

2.2.4 Air

Air merupakan bahan dasar yang sangat penting dalam pembuatan beton. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat sehingga mudah dipadatkan. Di dalam penggunaannya, air tidak boleh

terlalu banyak karena akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton itu sendiri. Air yang digunakan untuk pembuatan beton harus bersih dan tidak mengandung minyak, tidak mengandung alkali, garam-garaman, zat organis yang dapat merusak beton atau baja tulangan. Selain itu, air juga digunakan untuk perawatan beton dengan cara pembasahan setelah dicor (Asri Mulyadi dkk., 2018).

Pada penelitian (Frigione, 2010) nilai kekuatan antara beton yang mengandung agregat Polyethylene Terephthalate (PET) dan yang mengandung agregat alami dikaitkan dengan kandungan bleeding water yang lebih tinggi dalam campuran beton yang mengandung PET daripada dalam campuran beton konvensional. Air dalam campuran beton yang mengandung PET sebagian besar terletak di sekitar partikel agregat PET, yang mengarah pada ikatan yang lebih lemah antara matriks semen dan PET Agregat.

2.2.5 Bahan Tambah

Concrete Admixture adalah salah satu bahan baku beton yang ditambahkan kedalam campuran beton sebelum atau selama pencampuran untuk mengubah sifat-sifat beton, baik beton segar maupun beton yang telah mengeras untuk mencapai tujuan yang diinginkan atau tujuan dari campuran beton. Dan juga untuk tujuan ekonomi yang dapat memungkinkan pengurangan semen, terutama digunakan dalam industri beton siap pakai (ready mix concrete) dan juga beton pracetak (precast) (Aprilianti, 2012).

2.2.6 Bahan Tambah Kimia

Chemical admixture bersifat kimiawi dan dapat larut dalam air. Ada beberapa jenis bahan admixture, diantaranya adalah Superplasticizer. Kegunaan superplasticizer (High Range Water Reducer) pada beton dapat mengurangi penggunaan air, tanpa harus kehilangan kelecakannya (Aprilianti, 2012).

Jenis-jenis superplasticizer berdasarkan bahan yang digunakan yaitu :

1. Sulfonated Melamine Formaldehyde Condensates (MSF).
2. Sulfonated Naphthalene Formaldehyde Condensates (NSF).
3. Modified Lignosulfonates.
4. Polycarboxilate Ether.

2.3 Beton Normal

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³ yang menggunakan agregat alam yang pecah atau tanpa di pecah yang tidak menggunakan bahan tambahan (SNI 03-2847-2002). Kuat tekan beton normal berkisar antara 28-60 MPa pada umur beton 28 hari. Beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton (Asrar dkk., 2020).

2.4 Plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate)

Plastik adalah bahan yang mempunyai derajat kekristalan lebih rendah dari pada serat, dan dapat dilunakkan atau dicetak pada suhu tinggi (suhu peralihan kacanya diatas suhu ruang), jika tidak banyak bersambung silang. Plastik merupakan polimer bercabang atau linier yang dapat dilelehkan diatas panas penggunaannya. Plastik dapat dicetak (dan dicetak ulang) sesuai dengan bentuk yang diinginkan dan yang dibutuhkan dengan menggunakan proses injection molding dan ekstrusi (Basri dkk., 2019).

PET (Polyethylene Terephthalate) biasanya, pada bagian bawah kemasan botol plastik, tertera logo daur ulang dengan angka 1 di tengahnya dan tulisan PET (polyethylene terephthalate) di bawah segitiga. Dalam pertekstilan PET biasa disebut dengan polyester. Biasa dipakai untuk botol plastik yang jernih/ transparan/ tembus pandang seperti botol air mineral, botol jus, dan hampir semua botol minuman lainnya. Tidak untuk air hangat apalagi panas. Untuk jenis ini, disarankan hanya untuk satu kali penggunaan dan tidak untuk mawadahi pangan dengan suhu lebih besar dari 600 C, hal ini akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker. Di dalam membuat PET, menggunakan bahan yang disebut dengan SbO₃ (antimoni trioksida), yang berbahaya bagi para pekerja yang berhubungan dengan pengolahan atau pun daur ulangnya, karena antimon trioksida masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernafasan, yaitu akibat menghirup debu yang mengandung

senyawa tersebut (Basri dkk., 2019).

Hasil yang sering didapatkan dalam pencampuran limbah plastik ke dalam beton sebagai pengganti agregat yaitu pengurangan kemampuan kerja, kepadatan dan kinerja mekanis yang dihasilkan tanpa meningkatkan daya tahan material beton secara signifikan (del Rey Castillo et al., 2020). Dalam hal abrasi menggunakan plastik PET sebagai pengganti agregat beton mengalami peningkatan kemampuan diakarenakan plastik PET memiliki tekstur yang lebih kasar. Sumber utama masalah dalam pencampuran agregat plastik ke dalam beton yaitu ketidakcocokan bahan kimia plastik dengan pasta semen, mengingat bahwa plastik merupakan bahan hidrofobik dan tidak dapat mengikat secara kimiawi dengan semen pasta sehingga kekuatan antara pasta semen dan agregat plastik sangat rendah yang menyebabkan penurunan kualitas daya dukung beton (A. A. Mohsa & H. Putra, 2021).

2.5 Sika Viscrocrete-8670 MN

2.5.1 Deskripsi

Sika® Viscrocrete®-8670 MN adalah generasi ketiga *superplasticizer* untuk beton dan mortar. Untuk *superplasticizers* pereduksi air jarak tinggi.

2.5.2 Penggunaan

Sika® Viscrocrete®-8670 MN adalah multiguna yang unik *superplasticiser* yang sangat cocok untuk produksi beton yang membutuhkan kekuatan awal yang tinggi dengan kemampuan kerja yang diperpanjang. Selain itu, ia memberikan pengurangan air yang sangat tinggi dan karakteristik aliran yang sangat baik. Dengan kombinasi waktu kerja yang luar biasa dan pengembangan kekuatan awal. Sika® Viscrocrete®-8670 MN digunakan untuk sebagai berikut :

- Beragam aplikasi yang memerlukan kemampuan kerja yang sangat baik dan pengembangan kekuatan awal yang baik.
- Beton dengan reduksi air sangat tinggi (hingga 30%).
- Beton berkinerja tinggi.

2.5.3 Karakteristik / Keunggulan

Sika® Viscrocrete®-8670 MN adalah *superplasticizer* bertenaga berbasis

teknologi canggih yang memberikan keuntungan sebagai berikut :

- Kemampuan kerja yang diperpanjang dalam hubungannya dengan pengembangan kekuatan cepat berikutnya.
- Efek plastisasi yang sangat baik, menghasilkan karakteristik aliran, penempatan, dan pemadatan yang lebih baik.
- Mengurangi penyusutan selama proses curing dan mengurangi creep saat mengeras.
- Memberikan banyak peluang untuk peningkatan biaya misalnya: Pengurangan semen, Desain campuran yang lebih ekonomis, Pengurangan biaya energi untuk elemen pracetak pengawetan uap, Pengurangan klaim potensial, dll.

Sika® Viscrocrete®-8670 MN tidak mengandung klorida atau bahan lain yang dapat menyebabkan korosi pada baja. Oleh karena itu cocok untuk digunakan dalam struktur beton bertulang dan prategang (Superplasticiser, 2017).

2.6 Kuat Tekan Beton

Dalam konstruksi beton merupakan bahan bangunan yang paling banyak dipakai di dunia, baik di konstruksi. Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen portland, yang terdiri dari agregat mineral (kerikil, dan pasir), semen dan air (Strength dkk., n.d.).

Kuat tekan beton adalah perbandingan antara tingkatan beban yang diberikan dengan luas penampang. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik. Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan (Sulianti, 2018).

Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 – 500 kg/ cm². Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa kubus 150 x 150 mm. Selanjutnya, benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum sampai benda uji pecah dibagi dengan luas penampang benda uji merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam Mpa atau Tata cara

pengujian yang umum dipakai adalah ASTM C39 atau menurut yang disyaratkan Peraturan Beton Indonesia (PBI) tahun 1989 (Sulianti, 2018).

Kuat tekan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Pengaruh mutu semen Portland
2. Pengaruh dari perbandingan adukan beton
3. Pengaruh air untuk membuat adukan
4. Pengaruh umur beton
5. Pengaruh waktu pencampuran
6. Pengaruh perawatan
7. Pengaruh bahan campuran tambahan (Sulianti, 2018).

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah :

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

f_c = Kuat tekan beton (Mpa).

P = Beban maksimum (kN).

A = Luas penampang benda uji (cm²).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

Metode yang digunakan dalam pembuatan beton dengan pemanfaatan limbah plastik kemasan air mineral sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar ini adalah metode *experimental*, sehingga diperlukannya suatu perencanaan pelaksanaan yang sistematis mulai dari awal sampai selesai agar diperoleh hasil yang optimal dan sesuai dengan tujuan pekerjaan.

3.2 Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Persiapan peralatan yang akan digunakan dan pengujian material utama pembuatan benda uji beton (Agregat kasar, Agregat halus, Semen Portland dan Air) yang akan dilaksanakan pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Pemeriksaan Bahan Susun Beton

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui sifat serta karakteristik bahan susun beton apakah telah memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau belum apabila digunakan dalam pencampuran beton (*mix design*).

3. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (*mix design*) dilakukan mengacu pada SNI 03-2834-2000. Perencanaan yang dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan pencampuran beton, mulai dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Hasil dari *mix design* ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

4. Pembuatan Benda Uji

Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut:

- a. Pembuatan adonan beton.
- b. Pengujian *slump test* yang mengacu pada SNI 1972:2008.
- c. Pengecoran ke dalam cetakan silinder.

d. Pelepasan benda uji dari cetakan silinder.

5. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam beton didalam bak selama 28 hari.

6. Pengujian Beton

Pada tahapan ini dilakukan pengujian beton yang mengacu pada SNI 1974: 2011.

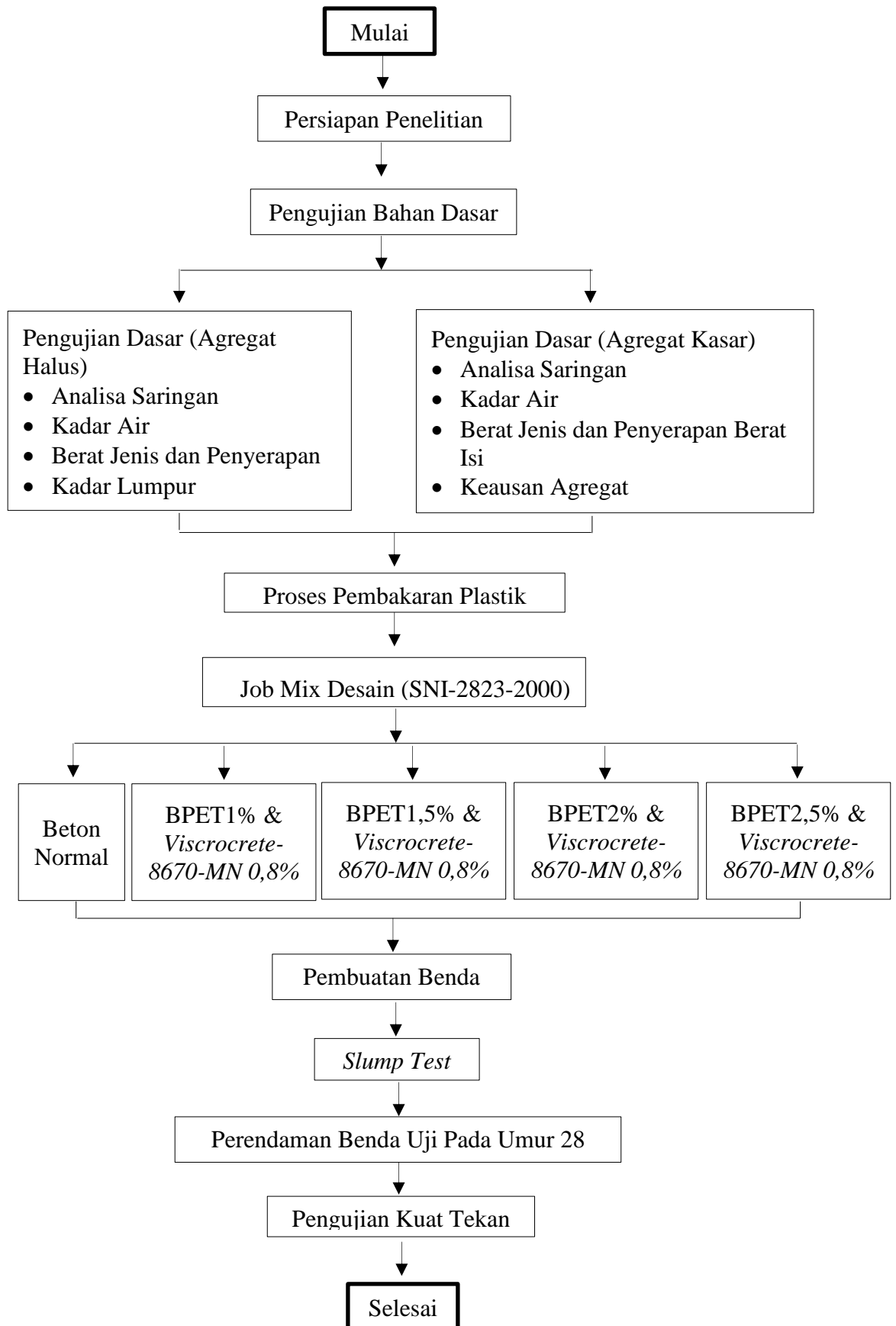
7. Analisis Data dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Excel*, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.

8. Penarikan Kesimpulan

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dari penelitian ini. Dalam tahapan ini data yang sudah dianalisis dibuat suatu kesimpulan penelitian yang berhubungan dengan tujuan penelitian, selain itu di buat juga saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

Secara keseluruhan tahapan penelitian ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk bagan alir pada Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 : Diagram alir penelitian.

3.3 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data

3.3.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu :

1. Analisa saringan agregat (SNI 03-1968, 1990).
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969, 2008).
3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970, 2008).
4. Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 03-4804, 1998).
5. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971, 2011).
6. Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4141, 1996).
7. Perencanaan campuran beton (*Mix Design*) (SNI 03-2834-2000).
8. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2493:2011).
9. Uji kuat tekan beton (SNI 1974:2011).

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku dan jurnal yang berhubungan dengan teknik beton dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis yang dipergunakan yaitu :

1. Peraturan SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana beton normal.
2. Peraturan SNI 1974:2011 tentang metode uji kekuatan tekan beton silinder.

3.3.3 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Waktu penelitian yang direncanakan kurang lebih selama 3 bulan.

3.4 Instrumen Penelitian

3.4.1 Desain Benda Uji

Penelitian menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan sampel 15 buah beton dengan 4 (empat) variasi yang masing-masing variasi berjumlah 3 sampel. Pengujian akan dilaksanakan pada umur 28 hari setelah perendaman beton. Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 : Komposisi Campuran Benda Uji Dan Kode Benda Uji.

NO	KODE BENDA UJI	AGREGAT KASAR	AGREGAT HALUS	PLASTIK PET	<i>SUPERPLASTICIZER VISCROCRETE-8670 MN</i>	JUMLAH SAMPEL
1	BN	100%	100%	0%	0,8%	3
2	BPET1%	99%	100%	1%	0,8%	3
3	BPET1,5%	98,5%	100%	1,5%	0,8%	3
4	BPET2%	98%	100%	2%	0,8%	3
5	BPET2,5%	97,5%	100%	2,5%	0,8%	3
Jumlah						15

Keterangan:

BB0 : Beton dengan campuran 0% Plastik PET dan campuran 0,8% *Viscocrete – 8670 MN*.

BPET1% : Beton dengan campuran 1% Plastik PET dari berat agregat kasar dan campuran 0,8% *Viscocrete – 8670 MN*.

BPET1,5% : Beton dengan campuran 1,5% Plastik PET dari berat agregat kasar dan campuran 0,8% *Viscocrete – 8670 MN*.

BPET2% : Beton dengan campuran 2% Plastik PET dari berat agregat kasar dan campuran 0,8% *Viscocrete – 8670 MN*.

BPET2,5% : Beton dengan campuran 2,5% Plastik PET dari berat agregat kasar dan campuran 0,8% *Viscocrete – 8670 MN*.

3.4.2 Bahan Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini digunakan bahan dan material untuk pembuatan benda uji sebagai berikut :

1. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini merupakan agregat yang lolos saringan no. 1,5. Agregat yang digunakan berasal dari Binjai, Sumatera Utara.



Gambar 3.2 : Agregat Kasar.

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini merupakan agregat yang lolos saringan no. 4. Agregat yang digunakan berasal dari Binjai, Sumatera Utara.



Gambar 3.3 : Agregat Halus.

3. Air

Pada pembuatan benda uji digunakan air yang berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Air yang digunakan pada penelitian ini untuk membantu reaksi semen menjadi pasta semen sehingga dapat mengikat agregat dan perawatan pada beton setelah di cor.



Gambar 3.4 : Air.

4. Superplasticizer Sika *Viscocrete-8670 MN*

Bahan tambah kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah Superplasticizer jenis Sika *Viscocrete-8670 MN* yang diperoleh langsung dari PT. Sika Indonesia di Medan, Sumatera Utara.



Gambar 3.5 : Sika *Viscocrete-8670 MN*.

5. Plastik PET

Bahan tambah sebagian pengganti agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah Plastik PET.



Gambar 3.6 : Plastik PET.

6. Semen Portland

Semen Portland yang digunakan pada penelitian ini merupakan semen Portland tipe I. Pengamatan yang dilakukan terhadap semen berupa kondisi fisik keutuhan kemasan semen dan kehalusan butiran semen atau butiran berwarna abu-abu, halus, dan tidak terdapat yang menggumpal.



Gambar 3.7 : Semen Portland.

3.4.3 Alat Pembuatan Benda Uji

Alat yang digunakan dalam pembuatan benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut :

Tabel 3.2 : Peralatan Pembuatan Benda Uji.

No	Nama Alat	Kegunaan
1	<i>Compressing Test Machine (CTM)</i>	Menguji kuat tekan beton
2	Saringan Agregat Kasar	Memisahkan agregat kasar sesuai ukuran
3	Saringan Agregat Halus	Memisahkan agregat halus sesuai ukuran
4	Cetakan Silinder	Mencetak benda uji
5	Oven	Mengeringkan agregat kasar dan halus
6	Gelas Ukur	Mengukur takaran air dan <i>sika viscocete-8670 MN</i>
7	Kerucut Abrams	Untuk menguji <i>Slump test</i>
8	<i>Mixer</i> Beton	Untuk membuat campuran atau adonan beton
9	Timbangan	Menimbang benda uji
10	Tongkat Penumbuk	Memadatkan benda uji
11	Triplek 2m x 1m	Sebagai alas saat melakukan <i>Slump test</i>
12	Bak Perendaman	Untuk merendam benda uji

3.4.4 Alat Pendukung

Pada penelitian ini digunakan alat-alat pendukung untuk pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut :

Tabel 3.3 : Alat Pendukung Pembuatan Benda Uji.

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Alat Tulis	Menulis atau menandai benda uji
2	Ember	Wadah agregat
3	Plastik	Wadah agregat dan Plastik PET yang sudah selesai uji saringan
4	Sendok Semen	Meratakan campuran beton saat dimasukkan kedalam cetakan
5	Penggaris	Mengukur <i>Slump Test</i>
6	Sekop tangan	Mengaduk dan memasukkan agregat kedalam cetakan
7	Skrap	Meratakan campuran beton
8	Masker	Melindungi pernapasan dari debu
9	Sarung Tangan	Melindungi tangan

3.5 Langkah – Langkah Pemeriksaan Bahan

3.5.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir)

Prosedur Pengujian :

1. Pertama–tama benda uji dicuci untuk menghilangkan lumpur atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105 °C sampai berat tetap.
3. Keluarkan benda uji dari oven, lalu benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1 - 3 jam.
4. Kemudian benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr (Bk). Selanjutnya rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam.
5. Setelah direndam, benda uji dikeluarkan dari air, Lalu dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering/SSD). Untuk butir yang besar pengeringan harus satu persatu.
6. Kemudian timbang benda uji dalam keadaan jenuh (BJssd).
7. Benda uji diletakan didalam keranjang, lalu benda uji diguncangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air (Ba). Suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25 °C.

Perhitungan :

- a. Berat Jenis (*Bulk Specific Gravity*) =
$$\frac{Bk}{Bssd - Ba}$$
- b. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (*SSD*) =
$$\frac{Bk}{Bssd - Ba}$$
- c. Berat Jenis Semu (*Apparent Surface Dry*) =
$$\frac{Bk}{Bk - Ba}$$
- d. Penyerapan Air (*Absorption*) =
$$\frac{Bssd - bk}{Bk} \times 100\%$$

Keterangan :

Bk = Berat benda uji kering oven (gr).

Bssd = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr).

Ba = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gr).

3.5.2 Analisa Gradasi Agregat Halus (Pasir)

Prosedur Pengujian :

1. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap.
2. Timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan. Lalu susun saringan, dengan menempatkan saringan paling besar dibagian atas. Lalu pan diletakan pada bagian bawah. Kemudian agregat dimasukkan dari bagian atas, lalu bagian atas saringan ditutup dengan penutup saringan. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan mesin pengayak selama 15 menit agar hasil ayakan terpisah merata.
3. Kemudian berat agregat yang terdapat pada masing-masing saringan ditimbang.

Perhitungan :

Hitung Persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing – masing ayakan terhadap berat total benda uji

$$FM = \frac{\sum \text{persen tertahan komulatif mulai dari saringan } 150 \mu\text{m (0,15 mm)}}{100}$$

3.5.3 Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)

Prosedur Pengujian :

1. Benda uji dimasukkan dengan berat 500 gram Kemudian ditimbang (W1).
2. Lalu benda uji dimasukkan ke dalam wadah, dan diberi air pencucisecukupnya sehingga benda uji terendam.
3. Wadah diguncang – guncangkan hingga kotoran – kotoran pada benda ujihilang dan diulangi pekerjaan di atas sampai air cucian menjadi bersih.
4. Kemudian semua bahan dikembalikan kedalam wadah, lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan kedalam talem yang telah diketahui beratnya (W2).
5. Lalu benda uji dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.
6. Setelah kering ditimbang dan dicatat beratnya (W3).
7. Kemudian dihitung berat bahan kering ($W4 = W3 - W2$).

Perhitungan :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_4}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan :

W1 = Berat Agregat.

W4 = Berat Agregat di atas saringan no. 200 dan no. 16.

3.5.4 Berat Isi Agregat Halus (Pasir)

Prosedur Pengujian :

1. Berat Isi Lepas :

- a. Langkah pertama adalah silinder ditimbang kosong dan dicatat beratnya (W1).
- b. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati – hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.
- c. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar perata.
- d. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat (W2).
- e. Selanjutnya dihitung berat benda uji (W3 = W2 - W1).

2. Berat Isi Padat :

- a. Langkah pertama adalah silinder kosong ditimbang dan dicatat beratnya (W1).
- b. Kemudian silinder diisi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal, masing-masing setebal 1/3 dari tinggi silinder.
- c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali rojokan secara merata. Pada saat dilakukan pemadatan, tongkat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
- d. Lalu permukaan benda uji diratakan dengan mistar perata. Kemudian menimbang berat silinder serta benda uji dan dicatat (W4). Kemudian dihitung berat benda uji (W5 = W4 – W1).

Perhitungan :

a. Berat Isi Agregat Lepas = $\frac{W_3}{V}$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Berat Isi Agregat Padat} &= \frac{W_5}{V} \\
 \text{c. Voids} &= \frac{[(S \times W) - M] \times 100}{(S \times W)}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

W_3 = Berat Benda Uji dalam kondisi lepas (Kg).

W_5 = Berat benda uji dalam kondisi dipadatkan (Kg).

V = Volume Tabung Silinder.

S = Bulk Specific Gravity (Berat Jenis Agregat).

M = Berat Isi Agregat (Kg/lit).

W = Density (Kerapatan)

Air = 998 Kg/lit = 0,998 gr/lit.

3.5.5 Kadar Air Agregat Halus (Pasir)

Prosedur Pengujian :

1. Timbang berat talam kosong dan catat (W_1).
2. Kemudian benda uji dimasukkan kedalam talam lalu ditimbang dan dicatat beratnya (W_2).
3. Lalu dihitung berat benda ujinya ($W_3 = W_2 - W_1$).
4. Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talam didalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.
5. Setelah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji beserta talam (W_4).
6. Lalu dihitung berat benda uji kering ($W_5 = W_4 - W_1$).

Perhitungan :

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\%$$

3.5.6 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian :

1. Pertama – tama benda uji dicuci untuk menghilangkan lumpur atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105°C sampai berat tetap.

3. Keluarkan benda uji dari oven, lalu benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1 - 3 jam.
4. Kemudian benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr (Bk). Selanjutnya rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam.
5. Setelah direndam, benda uji dikeluarkan dari air, Lalu dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering/SSD). Untuk butir yang besar pengeringan harus satu persatu.
6. Kemudian timbang benda uji dalam keadaan jenuh (BJssd).
7. Benda uji diletakan didalam keranjang, lalu benda uji diguncangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air (Ba). Suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25 °C.

Perhitungan:

$$a. \text{ Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)} = \frac{Bk}{Bssd - Ba}$$

$$b. \text{ Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD)} = \frac{Bk}{Bssd - Ba}$$

$$c. \text{ Berat Jenis Semu (Apparent Surface Dry)} = \frac{Bk}{Bssd - Ba}$$

$$d. \text{ Penyerapan Air (Absorption)} = \frac{Bssd - bk}{Bk} \times 100\%$$

Keterangan :

Bk = Berat benda uji kering oven (gr).

Bssd = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr).

Ba = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gr).

3.5.7 Analisa Gradasi Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian :

1. Langkah pertama benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu (110 ± 5)°C, sampai berat tetap.
2. Kemudian benda uji ditimbang sesuai dengan berat yang disyaratkan.
3. Lalu susun saringan, dengan menempatkan saringan paling besar dibagian atas. Lalu pan diletakan pada bagian bawah. Kemudian agregat dimasukkan dari bagian atas, lalu bagian atas saringan ditutup dengan penutup saringan.

4. Selanjutnya susunan saringan diletakan dalam mesin penggetar saringan (sieve shaker). Lalu mesin penggetar saringan dijalankan selama ± 15 menit.
5. Kemudian menimbang berat agregat yang terdapat pada masing- masing saringan.

Perhitungan :

Hitung Persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing – masing ayakan terhadap berat total benda uji.

$$FM = \frac{\sum \text{persen tertahan komulatif mulai dari saringan } 150 \mu\text{m (0,15 mm)}}{100}$$

3.5.8 Berat Isi Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian :

1. Berat Isi Lepas :
 - a. Langkah pertama adalah silinder ditimbang kosong dan dicatat beratnya (W1).
 - b. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati – hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.
 - c. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistarperata. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat (W2). Selanjutnya dihitung berat benda uji ($W3 = W2 - W1$).
2. Berat Isi Padat :
 - a. Langkah pertama adalah silinder kosong ditimbang dan dicatat beratnya (W1).
 - b. Kemudian silinder diisi dengan benda uji dalam tiga lapis yang samatebal, masing-masing setebal $1/3$ dari tinggi silinder.
 - c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada saat dilakukan pemadatan, tongkat masuksampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
 - d. Lalu permukaan benda uji diratakan dengan mistar perata. Kemudian

menimbang berat silinder serta benda uji dan dicatat (W4). Kemudian dihitung berat benda uji ($W5 = W4 - W1$).

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{a. Berat Isi Agregat Lepas} &= \frac{W_3}{V} \\ \text{b. Berat Isi Agregat Padat} &= \frac{W_5}{V} \\ \text{c. Voids} &= \frac{[(S \times W) - M] \times 100}{(S \times W)} \end{aligned}$$

Keterangan :

$W3$ = Berat Benda Uji dalam kondisi lepas (Kg).

$W5$ = Berat benda uji dalam kondisi dipadatkan (Kg).

V = Volume Tabung Silinder.

S = *Bulk Specific Gravity* (Berat Jenis Agregat).

M = Berat Isi Agregat (Kg/l).

W = Density (Kerapatan) air = 998 Kg/l = 0,998 gr/l.

3.5.9 Kadar Air Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian :

1. Timbang berat talam kosong dan catat ($W1$). Kemudian benda uji dimasukkan kedalam talam lalu ditimbang dan dicatat beratnya ($W2$).
2. Lalu dihitung berat benda ujinya ($W3 = W2 - W1$). Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talam didalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.
3. Setelah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji beserta talam ($W4$).
4. Lalu dihitung berat benda uji kering ($W5 = W4 - W1$)

3.5.10 Kadar Lumpur Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian :

1. Benda uji dimasukkan dengan berat 2500 gram Kemudian ditimbang ($W1$).
2. Lalu benda uji dimasukkan ke dalam wadah, dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
3. Wadah diguncang – guncangkan hingga kotoran – kotoran pada benda uji hilang dan diulangi pekerjaan di atas sampai air cucian menjadi bersih.

4. Kemudian semua bahan dikembalikan kedalam wadah, lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan kedalam talam yang telah diketahui beratnya (W2).
5. Lalu benda uji dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.
6. Setelah kering ditimbang dan dicatat beratnya (W3).
7. Kemudian dihitung berat bahan kering ($W4 = W3 - W2$).

Perhitungan :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_4}{W_1} \times 100\%$$

3.6 Pembuatan Cacahan Plastik PET

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan cacahan plastik PET dengan mesin pencacah plastik adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan plastik PET dari sekitaran kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan berbagai sumber ditempat pembuangan sampah.
2. Plastik PET yang telah dikumpulkan, selanjutnya dicuci hingga bersih dari kotoran-kotoran yang menempel.
3. Plastik PET yang telah dicuci kemudian digunting menjadi bagian-bagian yang kecil guna untuk mempermudah proses pembakaran.
4. Plastik PET kemudian dimasukan ke dalam panci atau wadah pembakaran, kemudian dipanaskan dengan suhu kurang lebih 100°C hingga leleh.
5. Plastik yang telah leleh kemudian dicetak dalam cetakan yang berbentuk persegi empat.
6. Hasil cetakan kemudian didinginkan kurang lebih 1 jam.
7. Hasil cetakan yang telah dingin kemudian dihancurkan menyerupai agregat kasar menggunakan palu dan disaring hingga mendapatkan ukuran 1 - 1,5 cm.



Gambar 3.8 : Proses pembuatan plastik PET menyerupai agregat kasar.

3.7 Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Salah satu tujuan penelitian digunakan perencanaan campuran beton dengan standar SNI-03-2834-2000 adalah untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan sesuai dengan standar pengerjaan yang ada di Indonesia. Tingkat derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat saat pengujian slump. Perencanaan campuran adukan beton menurut SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan f_c' pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standar.

$$s = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{n - 1} \quad (3.1)$$

Dengan :

s adalah deviasi standar

x_i adalah kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

\bar{x} adalah kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \quad (3.2)$$

Dengan :

n adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimum 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji.) dua hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus sebagai berikut :

- (1) mewakili bahan - bahan prosedur pengawasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
- (2) mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan f_c yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai f_{cr} yang ditentukan.
- (3) paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.

- (4) bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi pasal 4.2.3.1 butir 1), tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan factor pengali dari Tabel 3.4.

Tabel 3.4 : Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.

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. Menghitung nilai tambah.

Tabel 3.5 : Nilai tambah margin

Tingkat Mutu Pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2,8
Hampir Memuaskan	3,5
Sangat Baik	4,2
Baik	5,7
Sedang	6,5
Kurang	7,0

M adalah nilai tambah 5,7 adalah tingkat mutu pekerjaan baik. (3.3)

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f_{cr}). $f_{cr} = f'c + M$

$$f_{cr} = f'c + 5,7 \quad (3.4)$$

5. Menetapkan jenis semen.
 6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan.
 7. Menentukan faktor air semen

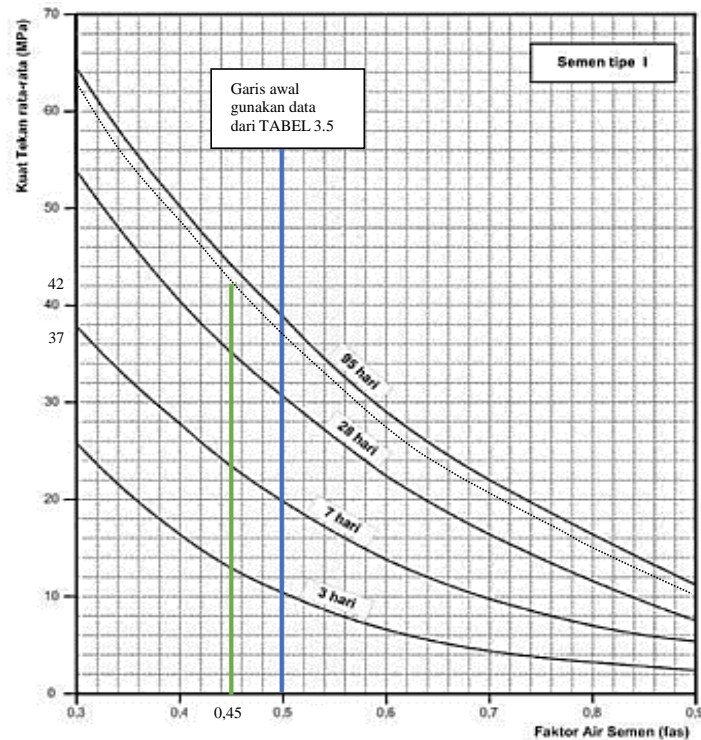
Menghubungkan kuat tekan dan factor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak

tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan Tabel 3.6. Bila dipergunakan gambar 3.9 ikuti langkah-langkah berikut :

- 1) Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 3.5, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai.
- 2) Menarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada sub butir 1 di atas.
- 3) Menarik garis lengkung melalui titik pada sub butir 2 secara proporsional.
- 4) Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 3 di atas.
- 5) Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan factor air semen yang diperlukan.

Tabel 3.6 : Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)					Bentuk
		Pada Umur (hari)				Bentuk uji	
		3	7	28	29		
Semen <i>portland</i> Tipe 1	Batu tak dipecah	17	23	33	40	silinder	
	Batu pecah	19	27	37	45		
	Batu tak dipecah	20	28	40	48	kubus	
Sementahan sulfat Tipe I,II,V	Batu pecah	25	32	45	54		
Semen <i>Portland</i> Tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder	
	Batu pecah	25	33	44	48		
	Batu tak dipecah	25	31	46	53		
	Batu pecah	30	40	53	60	kubus	



Gambar 3.9 : Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder 15 x 30 cm).

8. Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak.

Jika nilai faktor air semen yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah.

9. Menentukan slump.

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, didapatkan dan diratakan.

10. Menentukan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan. Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:

- 1) Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
- 2) Sepertiga dari tebal pelat.
- 3) Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau

11. Menentukan nilai kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut :

- 1) Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada tabel

3.6.

2) Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (3.5)$$

Dengan :

3) W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 : Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

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

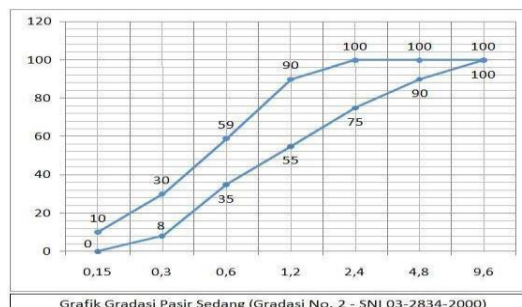
Catatan : Koreksi suhu udara untuk suhu di atas 25°C , setiap kenaikan 5°C harus ditambah air 5 liter per m^2 adukan beton.

12. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen.
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen semimumimum mungkin, Jika tidak lihat Tabel 3.8, jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

Tabel 3.8 : Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.

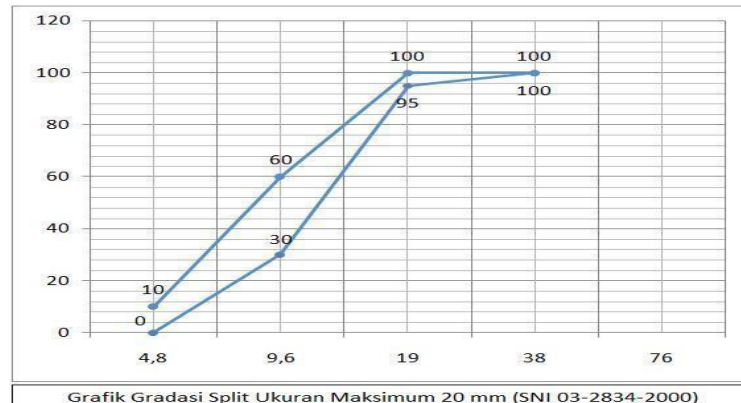
Lokasi ---	Jumlah Semen minimum Per m ³ beton (kg)	Nilai Faktor Air- Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan: a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan: a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah: a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah Beton yang kontinu berhubungan:		Lihat Tabel 5
a. air tawar		
b. air laut		Lihat Tabel 6

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 factor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Menentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva-kurva yang tertera dalam gambar 3.10. (ukuran mata ayakan (mm)).



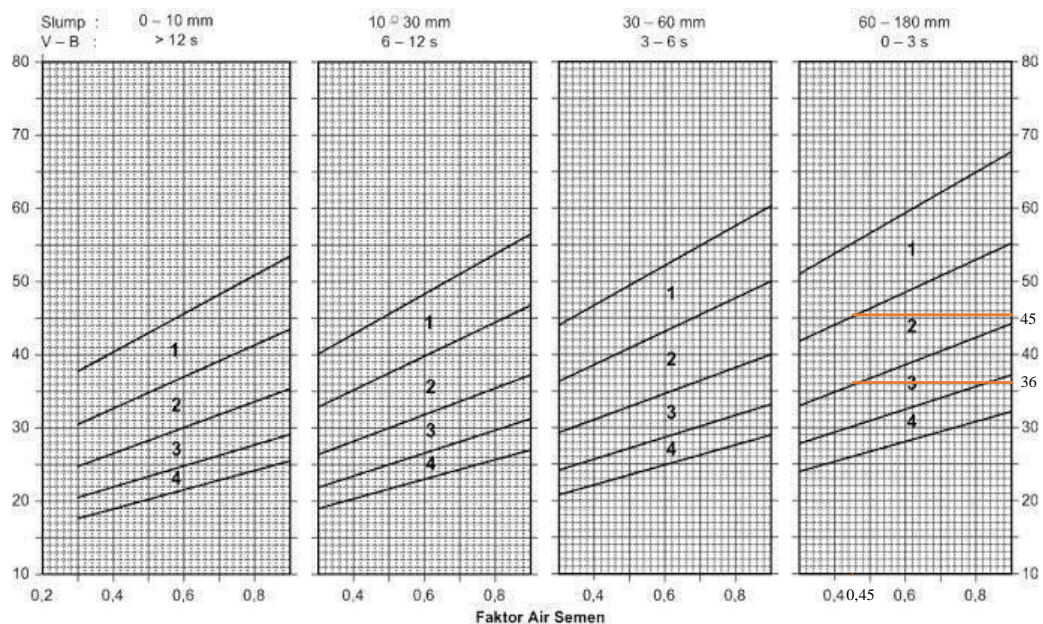
Gambar 3.10 : Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2.

17. Menentukan susunan agregat kasar menurut gambar 3.11.



Gambar 3.11 : Batas gradasi kerikal atau koral ukuran maksimum 20 mm.

18. Menentukan persentase pasir dengan perhitungan ukuran butir agregat maksimum menurut butir 10, slump menurut butir 9, faktor air semen menurut butir 15 dan daerah susunan butir 16, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik.



Gambar 3.12 : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.

19. Menghitung berat jenis relative agregat.

Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:

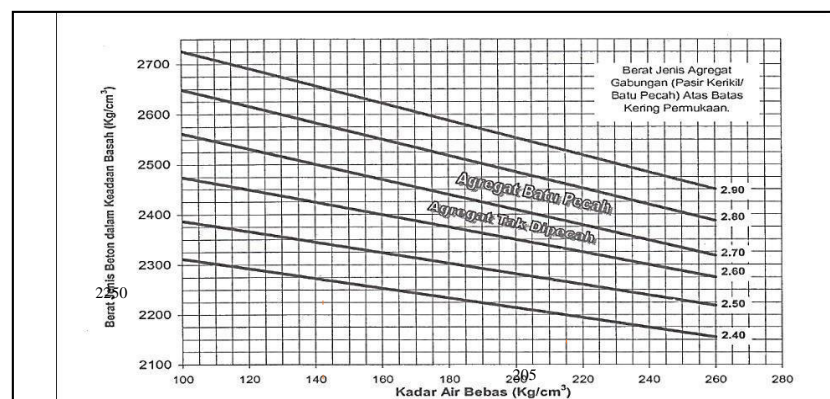
- 1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini :

- agregat tak dipecah : 2,5
- agregat dipecah : 2,6 atau 2,7

2) Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:

Berat jenis agregat gabungan = persentase agregat halus x berat jenis agregat halus + persentase agregat kasar x berat jenis agregat kasar.

20. Menentukan berat isi beton menurut Gambar 3.12 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3.7 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18.



Gambar 3.13 : Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.

21. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas.
22. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir butir 18 dengan agregat gabungan butir 21.
23. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan butir 21 dikurangi kadar agregat halus butir 22 dari langkah-langkah tersebut di atas butir 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1 m³ beton.
24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
25. Mengkoreksi proporsi campuran menurut perhitungan.
26. 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 dihitung menurut rumus sebagai berikut :

$$\text{a. Air} \quad = B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (3.6)$$

$$\text{b. Agregat halus} \quad = C - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \quad (3.7)$$

$$\text{c. Agregat kasar} \quad = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (3.8)$$

Dengan :

B = jumlah air (kg/m³).

C = agregat halus (kg/m³).

D = agregat kasar (kg/m³).

C_a = absorpsi air pada agregat halus (%).

D_a = absorpsi agregat kasar (%).

C_k = kandungan air dalam agregat halus (%).

D_k = kandungan air dalam agregat kasar (%).

3.8 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dibedakan menjadi 2 yaitu beton normal dan beton campuran plastik PET.

1. Langkah-langkah pembuatan benda uji beton normal adalah sebagai berikut :
 - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil *mix design*.
 - b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.
 - c. Kemudian pertama-tama tuangkan agregat halus, agregat kasar, dan semen. Aduk hingga ketiga bahan tersebut tercampur merata menggunakan molen.
 - d. Setelah ketiga bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.
 - e. Setelah tercampur rata, dilakukan uji *slump test* untuk mengukur tingkat *workability* adukan.
 - f. Apabila nilai *slump test* telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
 - g. Diamkan selama 24 jam.
 - h. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.

2. Langkah-langkah pembuatan beton campuran plastik PET adalah sebagai berikut :
 - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil *mix design*.
 - b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.
 - c. Kemudian tuangkan agregat kasar kedalam molen lalu masukkan campuran plastik PET yang telah lolos saringan no 3/4 dengan variasi yang telah ditentukan.
 - d. Kemudian masukkan agregat halus.
 - e. Kemudian masukkan semen kedalam molen.
 - f. Setelah keempat bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.
 - g. Kemudian masukkan Sika *Viscocrete-8670 MN* sedikit demi sedikit dengan takaran yang telah ditentukan.
 - h. Setelah tercampur rata, dilakukan uji slump untuk mengukur tingkat
 - i. workability adukan.
 - j. Apabila nilai slump telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
 - k. Diamkan selama 24 jam.
 - l. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.

3.9 Pemeriksaan *Slump Test*

Langkah-langkah pengujian *slump test* :

1. Basahi kerucut Abrams dan plat sebesar 1m x 1m.
2. Letakan plat pada bidang yang datar dan letakkan kerucut Abrams secara terbalik tepat di tengah plat.
3. Tuangkan campuran beton kedalam kerucut Abrams hingga penuh lalu ratakan menggunakan skrap dan diamkan selama 1 menit. Angkat kerucut Abrams secara tegak lurus secara perlahan-lahan sambil menghitung waktu persebaran adukan menggunakan stopwatch.
4. Mencatat waktu saat sebaran adukan mencapai ukuran diameter 500 mm

dan hentikan stopwatch saat sebaran adukan berhenti serta mencatat waktunya.

5. Kemudian ukur lebar sebaran adukan beton menggunakan penggaris secara vertikal dan horizontal.
6. Besar diameter sebaran adukan menunjukkan tingkat kekentalan adukan tersebut, semakin besar diameter yang didapat maka semakin encer pula adukan tersebut.

3.10 Perawatan (*curing*) Pada Benda Uji

Proses perawatan (*curing*) yang dilakukan untuk benda uji pada penelitian ini berdasarkan ketentuan SNI 2493:2011. Proses ini dilakukan dengan cara merendam benda uji kedalam bak perendam berisi air. Benda uji direndam setelah mencapai umur rencana (28 hari).

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses perendaman benda uji ini adalah sebagai berikut :

1. Keluarkan benda uji dari cetakan.
2. Pastikan benda uji tersebut sudah kering dengan sempurna.
3. Isi bak perendam dengan air bersih dari keran Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Masukkan benda uji secara hati-hati ke dalam bak perendam.
5. Diamkan rendaman benda uji tersebut pada umur 27 hari, lalu angkat pada umur 28 hari.
6. Tunggu benda uji mengering lalu timbang benda uji tersebut.

3.11 Pengujian Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton didapatkan dari hasil pengujian sampel beton. Sampel ini diuji dengan menggunakan mesin kuat tekan beton dengan cara memberikan beban secara bertahap dengan kecepatan peningkatan beban tertentu. Selanjutnya benda uji tersebut ditekan hingga menghasilkan retakan (*crack*).

Langkah-langkah pengujian kuat Tekan beton adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik nomor benda uji, tanggal pembuatan benda uji dan tanggal pengujian.

2. Melapisi permukaan benda uji dengan pelat baja agar permukaan yang ditekan rata, dan usahakan benda uji berada dalam keadaan sentris.
3. Jalankan mesin desak dengan kecepatan penambahan beban yang konstan, kemudian catat besarnya beban maksimum yang dapat diterima pada masing-masing benda uji.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum

Sebuah data dari penelitian perlu dilakukan sebuah analisis dan pembahasan untuk memperoleh tujuan yang direncanakan. Pada bab ini akan dijabarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan peneliti di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang diawali dengan pemeriksaan bahan penyusun beton, perencanaan campuran beton, pencampuran bahan penyusun beton, dan pengujian beton yang telah dibuat.

4.2 Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton

Pada pemeriksaan bahan penyusun beton peneliti memperoleh data material meliputi berat jenis, kadar air, kadar lumpur, berat isi, penyerapan serta analisa saringan. Bahan-bahan yang akan digunakan pada pencampuran beton memiliki beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sehingga perlu dilakukan pemeriksaan bahan penyusun beton.

4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang diperoleh dari Binjai. Pada agregat halus dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian kadar air, pengujian berat isi, dan pengujian kadar lumpur.

1. Hasil Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan mengacu pada SNI 03-1968-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 : Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus.

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Komulatif	
	<i>Sample I</i> (gr)	<i>Sample II</i> (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
4.75 (No. 4)	65	70	135	6,77	6,77	93,23
2.36 (No. 8)	82	80	162	8,12	14,89	85,11
1.18 (No.16)	137	184	321	16,09	30,98	69,02
0.60 (No. 30)	169	136	305	15,29	46,27	53,73
0.30 (No. 50)	464	436	900	45,11	91,38	8,62
0.15 (No. 100)	11	14	25	1,25	92,63	7,37
Pan	69	78	147	7,37	100	0
Total	997	998	1995	100,00	282,92	

Berdasarkan Tabel 4.1 maka diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut :

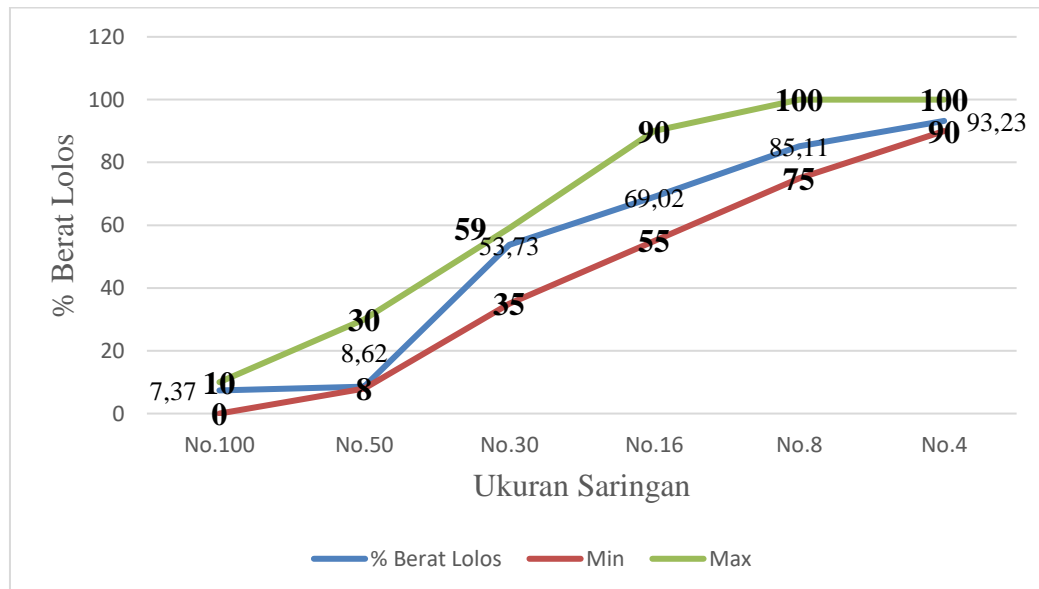
$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{282,92}{100} \\
 &= 2,83
 \end{aligned}$$

Menurut Tjokrodimuljo (2007) pada umumnya modulus halus butir agregat halus mempunyai nilai antara 1,5 sampai 3,8. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 2,83 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus. Daerah gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 : Daerah Gradasi Agregat Halus.

Nomor Saringan	Lubang Saringan (mm)	Persen bahan butiran yang lolos saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
4	4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
8	2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
16	1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
30	0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
50	0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
100	0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Berdasarkan Tabel 4.2 agregat halus yang digunakan memenuhi persyaratan gradasi daerah II dengan jenis pasir agak kasar. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan gradasi daerah II dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 : Grafik Analisa Agregat Halus

2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 19702008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 : Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.

<i>FINE AGGREGATE</i> (Agregat Halus) <i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)	1	2	Rata-Rata
	(gr)	(gr)	(gr)
<i>Wt. Of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh) (B)	500	500	500
<i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh (SSD) kering oven (110° C) Sampai Konstan) (E)	492	491	491,5
<i>Wt. Of Flask + Water</i> (Berat Piknometer penuh air) (D)	692	681	686.5
<i>Wt. Of Flask + Water + Sample</i> (Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air) (C)	994	989	991.5
<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh kering) $E / (B + D - C)$	2.44	2.56	2.50
<i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) $B / (B + D - C)$	2.53	2.60	2.56
<i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu) $E / (E + D - C)$	2.67	2.68	2.68
<i>Absorption</i> $[(B - E) / E] \times 100\%$	1.63	1.83	1.73

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh hasil berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,56 gram/cm³ dan penyerapan air rata-rata sebesar 2,68%. Sebuah berat jenis agregat normal berada diantara 2,42,7 (Tjokrodinuljo,2007). Hal ini menyatakan bahwa agregat halus yang digunakan termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7

3. Pengujian Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air mengacu pada SNI 1971-2011 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar air agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 : Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.

Agregat Halus	1 (gr)	2 (gr)
Wt of SSD Sample & Mold (Berat contoh SSD dan berat wadah)	950	951
Wt of SSD sample (berat contoh SSD)	500	500
Wt of Oven Dry Sample & Mold (Berat contoh kering oven & berat wadah)	936	938
Wt of Mold (berat wadah)	450	451
Wt of Water (berat air)	14	13
Wt of Oven Dry Sample (Berat contoh kering)	486	487
Kadar Air	2.11	2.18
Rata-Rata	2.145	

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 2,145%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar air sebesar 2,11%. Sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 2,18%. Hasil tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2%-20%.

3. Pengujian Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi mengacu pada SNI 03-4804-1998 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat isi agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 : Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus.

Pengujian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Sampel 3 (gr)	Rata – Rata (gr)
Berat Contoh & Wadah	16840	18900	18965	18235
Berat Wadah	5327	5327	5327	5327
Berat Contoh & Wadah	22167	24227	24292	23562
Volume Wadah	10948	10948	10948	10948
Berat Isi	1.54	1.73	1.73	1.67

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata berat isi sebesar 1,67 gr/cm³. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5-1,8 sehingga berat volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

4. Pengujian Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 03-4141-1996 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar lumpur agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 : Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.

Agregat Halus Lolos Saringan No.9,5 mm	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat contoh kering	500	500	500
Berat contoh kering setelah di cuci	471	479	475
Berat kotoran	29	21	25
Persentase kotoran	6.2	4.4	5.3

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh nilai persentase kadar lumpur dari sampel 1 sebesar 6,2% dan nilai persentase kadar lumpur dari sampel 2 sebesar 4,4%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur dari kedua sampel adalah sebesar 5,3%.

4.4 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Plastik PET

Tabel 4.7 : Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Plastik PET.

Plastik PET	Satuan	Sample 1	Sample 2	Rata-rata
Berat SSD (B)	gr	50	50	50
Berat SSD kering oven (E)	gr	47	48	47,5
Berat Pic + air (D)	gr	692	691	691,5
Berat SSD + berat pic + air (C)	gr	719	721	720
$BJ\ Bulk = (E / (B + D - C))$		2,04	2,40	2,22
$BJ\ SSD = (B / (B + D - C))$		2,17	2,50	2,34
$BJ\ Semu = (E / (E + D - C))$		2,35	2,67	2,51
$Absorption = ([(B - E) / E] \times 100\%)$	%	6,38	4,17	5,27

Dari hasil pengujian didapatkan data seperti dicantumkan diatas. Analisa yang bisa didapatkan, pada pengujian berat jenis SSD sebesar 2,34 gram/cm³. Suatu agregat bisa dikatakan agregat normal, mempunyai berat jenis antara 2,2 – 2,7 gram/cm³. Dalam pengujian Plastik PET ini, diketahui agregatnya dikategorikan sebagai agregat normal. Sedangkan penyerapan air didapatkan 5,27%.

4.5 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang diperoleh dari Binjai. Pada agregat kasar dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian kadar air, pengujian berat isi, dan pengujian kadar lumpur.

1. Hasil Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan mengacu pada SNI 03-1969-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4.8 : Hasil Pengujian Analisa Agregat Kasar.

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Komulatif	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0	0	100
19.0 (3/4 in)	65	57	122	2,44	32,82	67,18
9.52 (3/8 in)	1467	1498	2965	59,30	31,36	35,82
4.75 (No. 4)	968	945	1913	38,26	100	0
2.36 (No. 8)	0	0	0	0	100	0
1.18 (No.16)	0	0	0	0	100	0
0.60 (No. 30)	0	0	0	0	100	0
0.30 (No. 50)	0	0	0	0	100	0
0.15 (No.100)	0	0	0	0	100	0
4.2.3 Pan	0	0	0	0	100	0
Total	2500	2500	5000	100	664.18	

Berdasarkan Tabel 4.8 maka diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut :

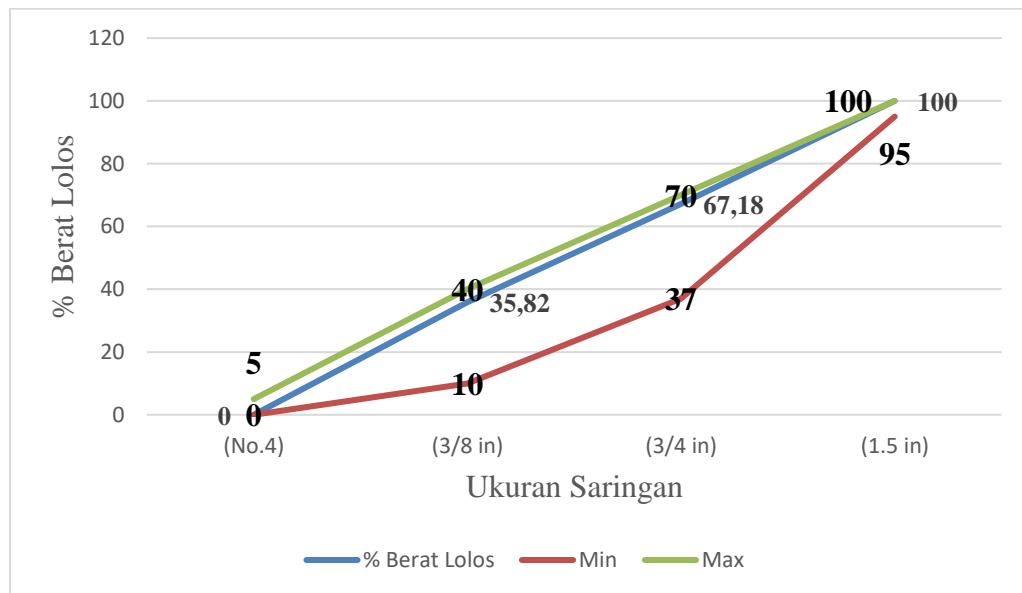
$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{664,18}{100} \\
 &= 6,64
 \end{aligned}$$

Menurut Tjokrodinuljo (2007) pada umumnya modulus halus butir agregat kasar mempunyai nilai antara 6,0 sampai 7,0. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 6,64 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat kasar. Daerah gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 : Batas Gradasi Agregat Kasar.

Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos (%)		
	Gradasi Agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
76	100	-	-
38	95-100	100	-
19	37-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Berdasarkan Tabel 4.9 gradasi agregat kasar menggunakan persyaratan gradasi agregat dengan ukuran butir maksimum 20 mm, tetapi dalam analisa saringan agrgeat kasar ini diperoleh gradasi sela karena terdapat fraksi ukuran 20 mm dan 10 mm yang tidak terpenuhi. Apabila salah satu fraksi ukuran yang tidak terpenuhi maka akan mengakibatkan volume pori (ruang kosong) pada beton menjadi lebih banyak. Variasi ukuran agregat kasar akan mengakibatkan volume pori menjadi lebih kecil dan beton yang dihasilkan akan menjadi lebih padat. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 : Grafik Analisa Agregat Kasar.

2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 19692008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini.

Tabel 4.10 : Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.

<i>COARSE AGGREGATE</i> (Agregat Kasar)	1	2	Rata-Rata
<i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)	(gr)	(gr)	(gr)
<i>Wt. Of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh) (A)	2800	2700	2750
<i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh (SSD) keringoven (110° C) Sampai Konstan) (C)	2776,5	2683	2741
<i>Wt. Of SSD Sample in Water</i> (Berat contoh (SSD) didalam air) (B)	1591	1625	1608
<i>Wt. Of SSD Sample in Water</i> (Berat contoh (SSD) didalam air) (B)	1591	1625	1608
<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh kering) $C / (A - B)$	2.31	2.50	2.41
<i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) $A / (A - B)$	2.32	2.51	2.41
<i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu) $C / (C - B)$	2.32	2.53	2.43
<i>Absorption</i> (Penyerapan) $[(A - C) / C] \times 100\%$	0.85	0.64	0.75

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan pada agregat kasar diperoleh berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,41 gram/cm³ dan penyerapan air rata-rata sebesar 0,33%. Penyerapan agregat kasar lebih kecil dari

agregat halus, hal ini menunjukkan rongga-rongga yang diisi air oleh air lebih sedikit dari pada agregat halus. Sebuah berat jenis agregat normal beradadiantara 2,4-2,7 gram/cm³ (Tjokrodinuljo,2007). Hal ini menyatakan bahwa agregat kasar yang digunakan termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7 gram/cm³.

3. Pengujian Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air mengacu pada SNI 1971-2011 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar air agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4.11 : Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.

Agregat Kasar	1 (gr)	2 (gr)
<i>Wt of SSD Sample & Mold</i> (Berat contoh SSD dan berat wadah) gr	1492	1495
<i>Wt of SSD sample</i> (berat contoh SSD) gr	1000	1000
<i>Wt of Oven Dry Sample & Mold</i> (Berat contoh kering oven & berat wadah) gr	1482	1486
<i>Wt of Mold</i> (berat wadah) gr	492	495
<i>Wt of Water</i> (berat air) gr	10	9
<i>Wt of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh kering) gr	990	991
<i>Kadar Air</i>	0.505	0.703
Rata-Rata	0.604	

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 0,604%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar air sebesar 0,505%. Sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 0,703%.

4. Pengujian Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi mengacu pada SNI 03-4804-1998 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat isi agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada

Tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4.12 : Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.

Pengujian	Sampel 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Sample 3 (gr)	Rata-Rata (gr)
Berat Contoh & Wadah	18530	19825	19680	19345
Verat Wadah	5327	5327	5327	5327
Berat Contoh & Wadah	23857	25152	25007	24672
Volume Wadah	10948	10948	10948	10948
Berat Isi	1.69	1.81	1.80	1.77

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata berat isi sebesar 1,77 gr/cm³. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5-1,8 gr/cm³ sehingga berat volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

5. Pengujian Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 03-4141-1996 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar lumpur agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut ini.

Tabel 4.13 : Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar.

Agregat Kasar Lolos Saringan No. 50,8 mm	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata – rata (gr)
Berat Contoh Kering	2500	2500	2500
Berat Contoh Kering Setelah Di Cuci	2477	2489	2483
Berat Kotoran	23	21	22
Persentase Kotoran	0.9	0.8	0.9

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh nilai persentase kadar lumpur dari sampel 1 sebesar 0,9% dan nilai persentase kadar lumpur dari sampel 2 sebesar 0,8%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur dari kedua sampel adalah sebesar 0,9%.

4.6 Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari data Tabel 4.14 dibawah ini tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (Mix Design) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 25 MPa yang terlampir pada Tabel 4.15 berdasarkan SNI 03-2834-2000. Perencanaan campuran beton bertujuan untuk memperoleh proposi campuran yang sesuai dengan kuat tekan beton rencana.

Pada perencanaan beton normal ini direncanakan memiliki nilai kuat tekan 25 MPa yang perhitungannya sebagai berikut.

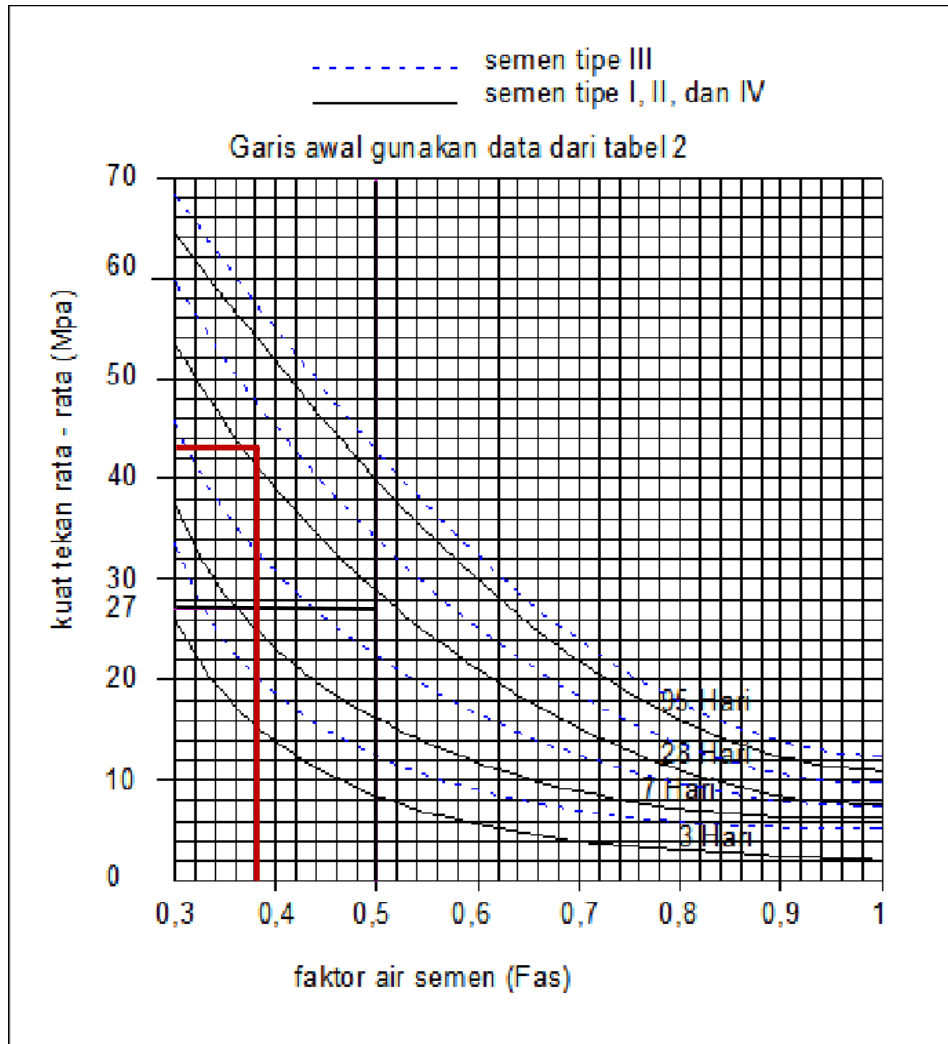
Tabel 4.14 : Data-data hasil tes dasar.

NO	Data Tes Dasar	Nilai
1.	Berat jenis agregat kasar	2,716gr/cm ³
2.	Berat jenis agregat halus	2,571gr/cm ³
3.	Kadar lumpur agregat kasar	0,767 %
4.	Kadar lumpur agregat halus	3,3 %
5.	Berat isi agregat kasar	1,511gr/cm ³
6.	Berat isi agregat halus	1,165gr/cm ³
7.	FM agregat kasar	7,086
8.	FM agregat halus	2,775
9.	Kadar air agregat kasar	0,604 %
10.	Kadar air agregat halus	2,145 %
11.	Penyerapan agregat kasar	0,75 %
12.	Penyerapan agregat halus	1,73 %
13.	Nilai slump rencana	30-60 mm
14.	Ukuran agregat maksimum	40 m

1. Kuat tekan rencana (f_c') = 25 MPa dan benda uji akan dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari.
2. Deviasi standar deviasi karena benda uji yang direncanakan kurang dari 15 buah, maka nilai yang diambil sebesar 12 MPa.
3. Nilai tambah margin (M) adalah 5,7 MPa.
4. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f'_{cr}) :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= f'_c + \text{Deviasi standar} + M \\
 &= 25 + 12 + 5,7 \\
 &= 42,7 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

5. Semen yang digunakan seharusnya semen Portland tipe I (ditetapkan)
6. Agregat yang digunakan berupa agregat halus pasir alami dari Binjai dan agregat kasar batu pecah dengan ukuran maksimum 40 mm dari Binjai.
7. Faktor air semen (FAS), berdasarkan perhitungan pada Gambar 4.3 tentang grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dengan perkiraan kekuatan tekan beton rata-rata 42,7 MPa, semen yang digunakan semen Portland tipe I, beton dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari, benda uji silinder dan agregat kasar berupa batu pecah maka digunakan nilai FAS sebesar 0,38.



Gambar 4.3 : Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm (Mulyono, 2003).

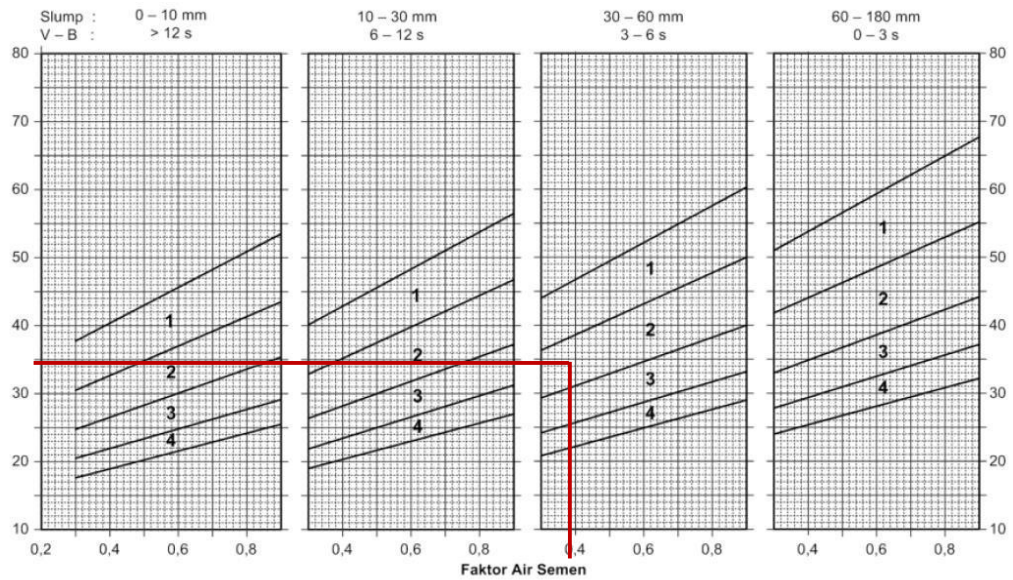
8. Faktor air semen maksimum, berdasarkan tabel 3.8 mengenai persyaratan faktor air maksimum karena beton berada dilokasi terlindung dari hujan dan terik matahari langsung, maka faktor air semen maksimum ditetapkan sebesar 0,60.
9. Nilai slump yang direncanakan pada penelitian ini menggunakan slump rencana sebesar 30-60 mm.
10. Ukuran maksimum yang digunakan sebesar 40 mm.
11. Kadar air bebas agregat campuran, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 40 mm dan nilai slump yang ditentukan adalah 30-60 mm sehingga dari Tabel 3.7 diperoleh nilai perkiraan jumlah air untuk agregat halus (W_h) adalah 160 sedangkan untuk agregat kasar (W_k) adalah 190 sehingga nilai kadar air bebas yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Kadar Air Bebas} &= \frac{2}{3} Wh + \frac{1}{3} Wk \\
&= \frac{2}{3} 160 + \frac{1}{3} 190 \\
&= 170 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

12. Kadar semen dapat dihitung dengan cara nilai kadar air bebas dibagi faktor air semen, maka jumlah semen yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{Kadar semen} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} \\
&= \frac{170}{0,38} \\
&= 447,368 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

13. Kadar semen maksimum sebesar 447,368 kg/m³.
14. Kadar semen minimum untuk beton yang direncanakan didalam ruangan dan terlindung dari hujan serta terik matahari langsung dari Tabel 3.8 mempunyai kadar semen minimum per-m³ sebesar 275 kg.
15. Faktor air semen yang disesuaikan berdasarkan Gambar 4.3 yaitu sebesar 0,38.
16. Susunan butir agregat halus berdasarkan Gambar 4.1 yaitu batas gradasi pasir no.2.
17. Susunan butir agregat kasar berdasarkan Gambar 4.2 yaitu batas gradasi kerikil ukuran maksimum 40 mm.
18. Persentase agregat halus, dengan mengacu pada slump 30-60 mm, faktor air semen 0,38 dan ukuran butir maksimum 40 mm serta agregat halus berada pada gradasi 2 maka persentase agregat halus terhadap kadar agregat total sesuai pada Gambar 4.4. Sehingga diperoleh persentase halus batas bawah sebesar 38% = 0,38%.

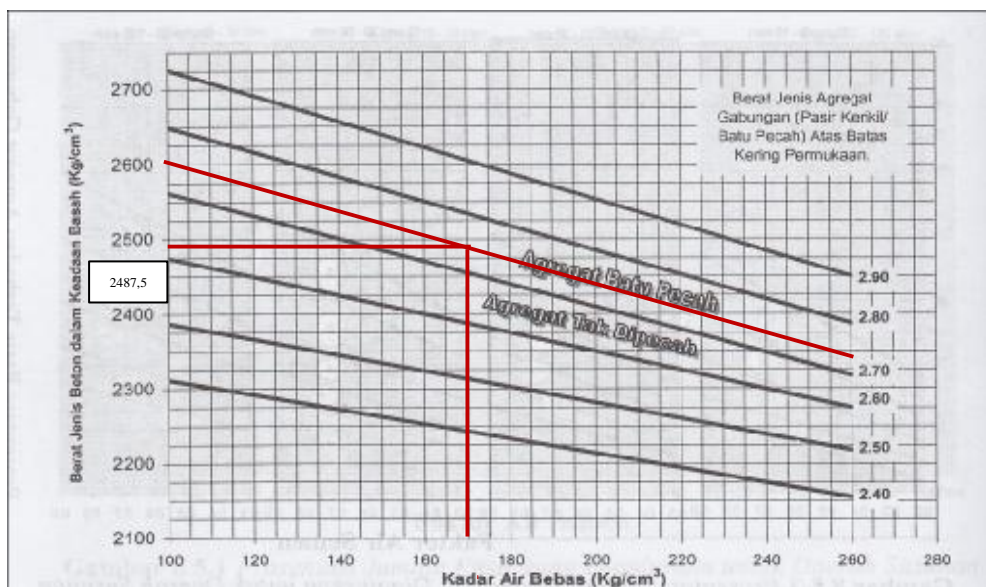


Gambar 4.4 : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,38 (SNI 03-2834-2000).

19. Menghitung berat jenis relatif agregat (kering permukaan) SSD :

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Relatif} &= (AH \times BJAH) + (AK \times BIAK) \\ &= (0,38 \times 2,57) + (0,62 \times 2,72) \\ &= 2,73 \end{aligned}$$

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.5 dengan nilai kadar air bebas yang digunakan sebesar 170 dan berat jenis gabungan sebesar 2,73, maka diperoleh nilai berat isi beton sebesar 2487,5 Kg/m³.



Gambar 4.5 : Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,38 (SNI 03-2834-2000).

21. Kadar agregat gabungan diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat gabungan} &= \text{Berat isi beton} - (\text{kadar semen} + \text{kadar air bebas}) \\ &= 2487,5 - (447,368 + 170) \\ &= 1870,132 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

22. Kadar agregat halus diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat halus} &= \text{Kadar agregat gabungan} \times \% \text{AH} \\ &= 1870,132 \times 0,38\% \\ &= 710,650 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

23. Kadar agregat kasar diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat kasar} &= \text{Kadar agregat gabungan} - \text{kadar agregat halus} \\ &= 1870,132 - 710,650 \\ &= 1159,482 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

24. Proporsi Campuran

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka didapatkan susunan campuran proporsi teoritis untuk setiap 1 m³ beton adalah sebagai berikut.

Tabel 4.15 : Propersi campuran.

Semen (kg)	Air (kg/liter)	Agregat kondisi jenuh kering	
		Halus (kg)	Kasar (kg)
Item no.12	Item no.11	Item no.22	Item no.23
447,368	170	710,650	1159,482

25. Koreksi Proporsi Campuran

Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari.

Diketahui :

-	Jumlah air (B)	= 170 kg/m ³
-	Jumlah agregat halus (C)	= 710,650 kg/m ³
-	Jumlah agregat kasar (D)	= 1159,482 kg/m ³
-	Penyerapan agregat halus (C _a)	= 1,73
-	Penyerapan agregat kasar (D _a)	= 0,75
-	Kadar air agregat halus (C _k)	= 2,145
-	Kadar air agregat kasar (D _k)	= 0,604

a. Air

$$\begin{aligned}\text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 170 - (2,145 - 1,73) \times \frac{710,650}{100} - (0,604 - 0,75) \times \frac{1159,482}{100} \\ &= 165,335 \text{ kg/m}^3.\end{aligned}$$

b. Agregat halus

$$\begin{aligned}\text{Agregat Halus} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 710,650 + (2,145 - 1,73) \times \frac{710,650}{100} \\ &= 713,599 \text{ kg/m}^3.\end{aligned}$$

c. Agregat kasar

$$\begin{aligned}\text{Agregat Kasar} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1159,482 + (0,604 - 0,75) \times \frac{1159,482}{100} \\ &= 1157,766 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

- Semen = 447,368 : 447,368 = 1
- Air = 165,335 : 447,368 = 0,37
- Agregat halus = 713,599 : 447,368 = 1,59
- Agregat kasar = 1157,766 : 447,368 = 2,59

Tabel 4.16 : Koreksi propersi campuran.

Semen	Pasir	Batu pecah	Air
447,368	713,599	1157,766	165,335
1	1,59	2,59	0,37

Tabel 4.17 : 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	Tabel 3.4		12 Mpa	
3	Nilai tambah (margin)	Tabel 3.5		5,7 Mpa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		42,7 Mpa	
5	Jenis semen	Ditetapkan		Semen Portland Tipe I	
6	Jenis agregat: - kasar - halus	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
		Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
7	Faktor air-semen bebas	Gambar 4.3		0,38	
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		30-60 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 3.7		170 kg/m ³	
12	Jumlah semen	Item 12		447,368 kg/m ³	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		447,368 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	Item 7		0,38	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 4.1		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 4.2		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Item 18		38 %	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Item 19		2,73	
20	Berat isi beton	Gambar 4.5		2487,5 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1870,132 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	21x18		710,650 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1159,482 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
		- Tiap m ³	447,368	170	710,650
- Tiap campuran uji m ³	1	0,38	1,59	2,59	

Tabel 4.18 : Lanjutan.

No.	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai	
		Perhitungan			
24	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,371	0,900	3,782	6,136
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	447,368	170	710,650	1159,482
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,38	1,59	2,59
	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,371	0,900	3,782	6,136

Maka, dari hasil perencanaan beton diatas didapat perbandingan campuran akhir untuk setiap m³ adalah :

Tabel 4.19 : Perbandingan campuran akhir untuk 1 benda uji (m³).

Semen	Pasir	Batu pecah	Air
447,368	710,650	1159,482	170
2,371	3,782	6,136	0,900

4.6.1 Untuk benda uji

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran :

Tinggi Silinder = 30 cm = 0,30 m

Diameter Silinder = 15 cm = 0,15 m

Maka, Volume Silinder yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume silinder} &= \pi r^2 t \\
 &= \frac{22}{7} \times \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 \times 0,30 \\
 &= 0,0053 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Atau} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 30 \\
 &= 0,0053 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka :

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak semen x Volume 1 benda uji
= $447,368 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
= 2,371 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak pasir x Volume 1 benda uji
= $710,650 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
= 3,782 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak batu pecah x Volume 1 benda uji
= $1159,482 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
= 6,136 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak air x Volume 1 benda uji
= $170 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
= 900 ml
- Sika *Viscocrete-8670 MN* yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Berat semen x 0,8%
= $2,371 \text{ kg} \times 0,8\% = 0,01896 \text{ kg}$
= $0,01896 : 1,073 \text{ (massa jenis)} = 17,67 \text{ ml}$

Tabel 4.20 : Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg.

Semen	Pasir	Batu pecah	Air	Sika <i>Viscocrete-8670 MN</i>
2,371 kg	3,782 kg	6,136 kg	900 ml	17,67 ml

- a. Menentukan agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Tabel 4.21 : Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\text{jumlah berat tertahan}}{\text{jumlah agregat kasar}} \times 100$
1,5"	4,449	0,273
¾"	40,890	2,509
3/8"	45,763	2,808
No. 4	8,898	0,546
Total		6,136

Berdasarkan Tabel 4.21 menjelaskan bahwa jumlah yang berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5" sebesar 0,273 kg, saringan ¾" sebesar 2,509 kg, saringan 3/8" sebesar 2,808 kg dan saringan No.4 sebesar 0,546 kg. Total keseluruhan dari agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,136 kg.

- b. Menentukan agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Tabel 4.22 : Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\text{jumlah berat tertahan}}{\text{jumlah agregat halus}} \times 100$
No.4	0,740	0,028
No.8	6,610	0,250
No.16	19,513	0,738
No.30	24,405	0,923
No.50	26,388	0,998
No.100	19,804	0,749
Pan	2,538	0,096
Total		3,782

Berdasarkan Tabel 4.22 menjelaskan bahwa jumlah berat yang tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No.4 sebesar 0,028 kg, saringan No.8 sebesar 0,250 kg, saringan No.16 sebesar 0,738 kg, saringan No.30 sebesar 0,923 kg, saringan No.50 sebesar 0,998 kg, saringan No.100 sebesar 0,749 kg, dan pan sebesar 0,096 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,782 kg.

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 15 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 15 benda uji adalah:

- Semen yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
 = Banyak semen 1 benda uji x 15 benda uji
 = 2,371 kg x 15
 = 35,565 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
 = Banyak semen 1 benda uji x 15 benda uji
 = 2,782 kg x 15
 = 56,73 kg
- Batu Pecah yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
 = Banyak Batuh Pecah 1 benda uji x 15 benda uji
 = 6,136 kg x 15
 = 92,04 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
 = Banyak Air 1 benda uji x 15 benda uji
 = 900 ml x 15
 = 13,5 liter
- Sika *Viscocrete-8670 MN* yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
 = Banyak Sika *Viscocrete-8670 MN* 1 benda uji x 15 benda uji
 = 17,67 ml x 15
 = 265,05 ml

Tabel 4.23 : Perbandingan untuk 15 benda uji dalam satuan kg.

Semen	Pasir	Batu pecah	Air	Sika <i>Viscocrete-8670 MN</i>
35,565 kg	56,73 kg	92,04 kg	13,5 l	265,05 ml

4.6.2 Bahan plastik PET sebagai substitusi agregat kasar

Penggunaan bahan substitusi yang digunakan dalam penelitian menggunakan plastik PET sebesar 1%, 1.5%, 2%, dan 2,5% dari agregat kasar. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut :

Penggunaan bahan tambah yang digunakan dalam penelitian menggunakan campuran plastik PET sebesar 1%, 1,5%, 2% dan 2,5% dari agregat kasar cek saringan $\frac{3}{4}$ dan lolos saringan $\frac{3}{8}$. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut :

- Plastik PET sebagai substitusi agregat kasar 1% untuk 1 benda uji
= 1% x agregat kasar tertahan saringan $\frac{3}{8}$
= 1% x 2,808
= 0,02808 kg \approx 28 gr
- Plastik PET sebagai substitusi agregat kasar 1,5% untuk 1 benda uji
= 1,5% x agregat kasar tertahan saringan $\frac{3}{8}$
= 1,5% x 2,808
= 0,0421 kg \approx 42 gr
- Plastik PET sebagai substitusi agregat kasar 2% untuk 1 benda uji
= 2% x agregat kasar tertahan saringan $\frac{3}{8}$
= 2% x 2,808
= 0,0562 kg \approx 56 gr
- Plastik PET sebagai substitusi agregat kasar 2,5% untuk 1 benda uji
= 2,5% x agregat kasar tertahan saringan $\frac{3}{8}$
= 2,5% x 2,808
= 0,070 kg \approx 70 gr

Bahan campuran plastik PET untuk setiap variasi untuk tiap 3 benda uji sebagai substitusi agregat kasar. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut :

- Plastik PET sebagai substitusi i agregat kasar 1%
= Banyak Plastik PET 1 benda uji x 3 benda uji
= 28 gr x 3
= 84 gr

- Plastik PET sebagai substitusi agregat kasar 1,5%
 - = Banyak Plastik PET 1 benda uji x 3 benda uji
 - = 42 gr x 3
 - = 126 gr
 - Plastik PET sebagai substitusi agregat kasar 2%
 - = Banyak Plastik PET 1 benda uji x 3 benda uji
 - = 56 gr x 3
 - = 168 gr
 - Plastik PET sebagai substitusi agregat kasar 2,5%
 - = Banyak Plastik PET 1 benda uji x 3 benda uji
 - = 70 gr x 3
 - = 210 gr
- Jumlah Plastik PET = 84+126+168+210
= 588 gr

Perbandingan untuk 12 benda uji dalam satuan kg adalah :

Tabel 4.24 : Banyak plastik PET yang dibutuhkan untuk 3 benda uji silinder.

Persentase banyaknya serat (%)	Banyaknya serat dari agregat kasar (gr)
1	84
1,5	126
2	168
2,5	210
Banyak plastik PET untuk penelitian	588

4.7 Slump Test

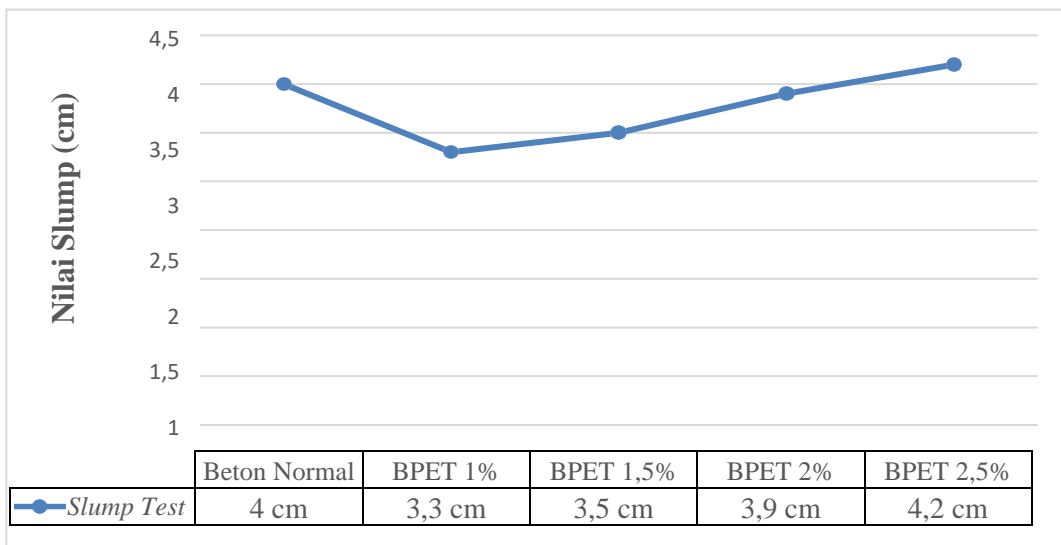
Slump test adalah pengujian paling sederhana dan yang paling sering digunakan. Karenanya kelecakan beton segar sering diidentikkan dengan slumpnya. Berkurangnya kelecakan akibat cuaca panas, misalnya, disebut sebagai slump loss. Uji slump berguna untuk mengecek adanya perubahan dari kadar air, bila material dan gradasi agregat adalah seragam. Bila jumlah air adalah konstan maka slump berguna untuk menunjukkan adanya perbedaan pada gradasi atau adanya perbandingan berat yang salah. Kelemahan uji slump test adalah tidak dapat mengukur kelecakan campuran beton yang kaku (Humaidi & Hafizh, 2011).

Berdasarkan tabel 4.25 dan grafik 4.6 terdapat perubahan disetiap variasi campuran beton. Pada beton normal didapatkan nilai *slump test* sebesar 4 cm. Nilai *slump test* minimum sebesar 3,3 cm pada variasi BPET 1,5%. Sedangkan pada variasi BPET 2,5% didapatkan nilai *slump test* maksimum sebesar 4,2 cm. Hal tersebut dapat diketahui bahwa *slump test* yang dicapai mulai dari beton normal, beton dengan substitusi plastik sebagai pengganti agregat kasar dan penambahan *viscocrete 8670-MN* memenuhi slump yang diisyaratkan antara 30 - 60 cm.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Handayasari, 2017) dijelaskan bahwa semakin sedikit kadar limbah plastik yang ditambah kedalam campuran beton, maka nilai slump akan semakin menurun.

Tabel 4.25 : Hasil pengujian nilai *slump test*.

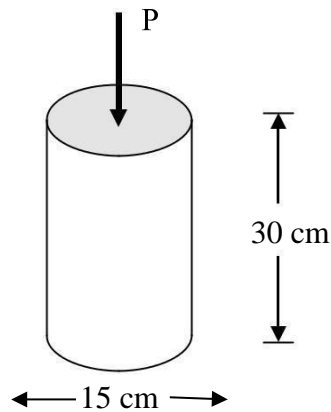
	Beton Normal	BPET 1%	BPET 1,5%	BPET 2%	BPET 2,5%
Hari	28	28	28	28	28
Slump Test (cm)	4	3,3	3,5	3,9	4,2



Gambar 4.6 : Grafik perbandingan nilai *slump test*.

4.8 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm seperti pada Gambar 4.7, dengan jumlah benda uji 15 buah, pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya pada tabel 3.1.



Gambar 4.7 : Beban tekan pada benda uji silinder.

Ada beberapa macam cetakan benda uji yang dipakai, diantaranya adalah Serta silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

$$\text{Rumus kuat tekan beton ialah } (f_c') = \frac{P}{A}$$

Dimana :

f_c' = Kuat tekan (N/mm² atau Mpa)

P = Gaya tekan Maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

4.8.1 Kuat Tekan Beton Normal (saat pengujian)

Pengujian beton normal variasi plastik PET 0% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 : Hasil pengujian kuat tekan beton normal.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (TON)	Beban (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
BN-1	28	46,5	46500	25,8	25,6
BN-2	28	46,5	46500	25,8	
BN-3	28	43,5	43500	25,3	

Berdasarkan Tabel 4.26 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal variasi plastik PET 0% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% dengan perendaman 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka

diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 25,6 MPa pada umur beton 28 hari.

4.8.2 Kuat Tekan Beton Plastik PET 1% dan Sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8% (saat pengujian)

Pengujian beton dengan variasi plastik PET 1% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan plastik PET 1% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan plastik PET 1% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8%.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (TON)	Beban (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
BPET 1	28	34,5	34500	19,2	22,7
BPET 1	28	39	39000	21,7	
BPET 1	28	49	49000	27,2	

Berdasarkan Tabel 4.27 menjelaskan hasil kuat tekan beton dengan variasi plastik PET 1% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 22,7 Mpa. Dari 3 buah sample benda uji masing-masing memiliki kuat tekan beton yang rendah namun perbandingan nilai tidak terlalu jauh. Hal ini bisa saja faktor penggunaan plastik PET yang sedikit sehingga menyebabkan kuat tekan yang rendah.

4.8.3 Kuat Tekan Beton Plastik PET 1,5% dan Sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8% (saat pengujian)

Pengujian beton dengan variasi plastik PET 1,5% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan plastik PET 1,5% dan sika *viscocrete-8670 mn* 0,8% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan plastik PET 1,5% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8%.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (TON)	Beban (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
BPET 1,5	28	61,5	61500	34,2	27,3
BPET 1,5	28	49,5	49500	27,5	
BPET 1,5	28	36,5	36500	20,3	

Berdasarkan Tabel 4.28 menjelaskan hasil kuat tekan beton dengan variasi plastik PET 1,5% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 27,3 Mpa.

4.8.4 Kuat Tekan Beton Plastik PET 2% dan Sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8% (saat pengujian)

Pengujian beton dengan variasi plastik PET 2% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan plastik PET 2% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan plastik PET 2% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8%.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (TON)	Beban (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
BPET 2	28	64,5	64500	35,8	31,1
BPET 2	28	46,5	46500	25,8	
BPET 2	28	57	57000	31,7	

Berdasarkan Tabel 4.29 menjelaskan hasil kuat tekan beton dengan variasi plastik PET 2% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8%, maka didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 31,1 Mpa.

4.8.5 Kuat Tekan Beton Plastik PET 2,5% dan Sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8% (saat pengujian)

Pengujian beton dengan variasi plastik PET 2,5% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan plastik PET 2,5% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan plastik PET 2,5% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8%.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (TON)	Beban (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
BPET 2,5	28	52,5	52500	29,2	32,1
BPET 2,5	28	64,5	64500	35,8	
BPET 2,5	28	70,5	70500	31,2	

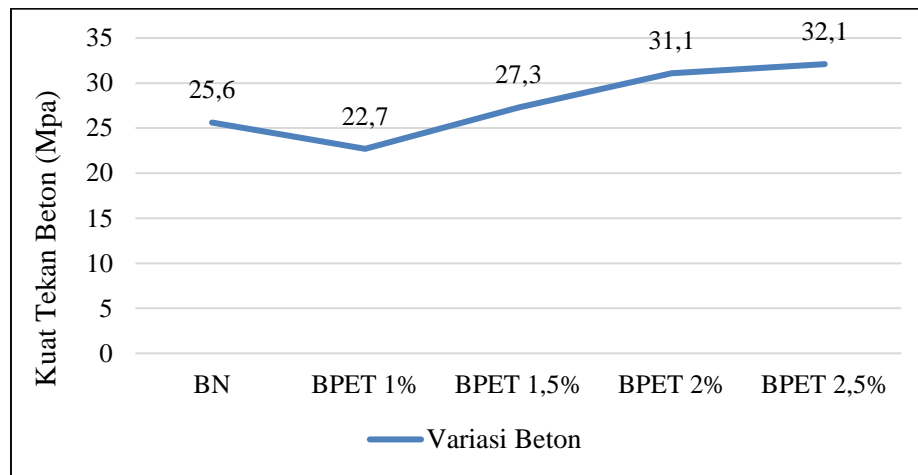
Berdasarkan Tabel 4.30 menjelaskan hasil kuat tekan beton dengan variasi plastik PET 2,5% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 32,1 Mpa.

Tabel 4.31 : Tabel nilai kuat tekan beton umur 28 hari.

Benda uji	Umur Beton (hari)	Beban Maksimum (TON)			Kuat Tekan (Mpa)			Kuat Tekan rata-rata (Mpa)
		1	2	3	1	2	3	
BN	28	46,5	46,5	43,5	25,8	25,8	25,3	25,6
BPET 1%	28	34,5	39	49	19,2	21,7	27,2	22,7
BPET 1,5%	28	61,5	49,5	36,5	34,2	27,5	20,3	27,3
BPET 2%	28	64,5	46,5	57	35,8	25,8	31,7	31,1
BPET 2,5%	28	52,5	64,5	70,5	29,2	35,8	31,2	32,1

Dari gambar 4.8 dapat diketahui bahwa pada benda uji beton dengan dengan variasi BPET 2,5% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% memiliki nilai kuat tekan rata – rata maksimum yaitu sebesar 32,1 Mpa pada umur 28 hari. Dalam variasi BPET 1% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% mengalami retak pada waktu kurang dari yang telah ditetapkan sehingga memiliki nilai kuat tekan rata – rata minimum yaitu sebesar 22,7 Mpa pada umur 28 hari dari kuat tekan rencana 25 Mpa. Menurut

(Qomariah & Sugiharti, 2017) kekuatan tekan beton naik terjadi karena nilai penyerapan beton menurun.



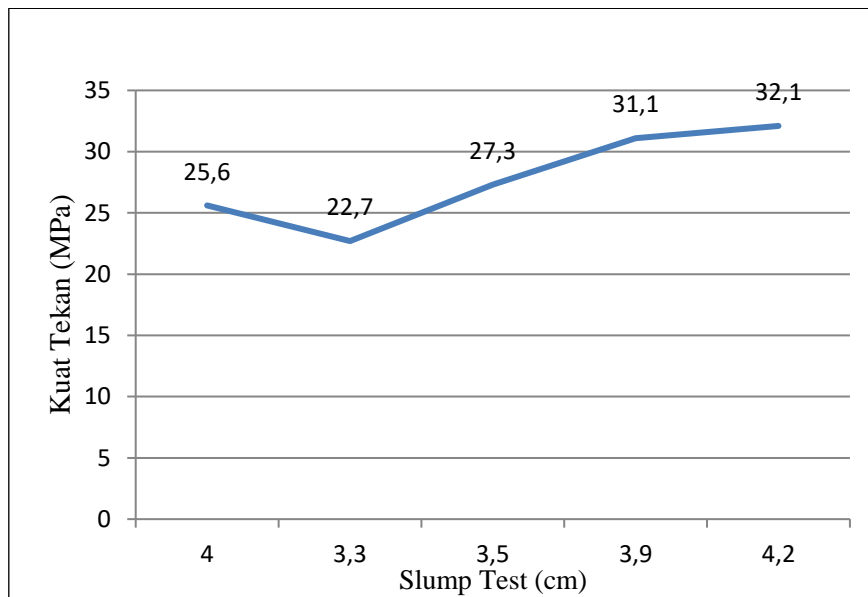
Gambar 4.8 : Grafik kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari.

Dari gambar 4.9 disimpulkan bahwa perbandingan kuat tekan beton dengan *slump test* didapat hasil kuat tekan beton terbesar terjadi pada beton dengan substitusi plastik PET 2,5% dan sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8% yaitu 32,1 Mpa terhadap beton rencana 25 Mpa dengan *slump test* 4,2 cm. Dan pada BPET 1% mengalami retak pada waktu kurang dari yang telah ditetapkan sehingga terjadi penurunan pada BPET 1% dan sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8% yaitu 22,7 Mpa terhadap beton rencana 25 Mpa dengan *slump test* 3,3 cm.

Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai kenaikan kuat tekan beton. Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat menaikkan kuat tekan. Adapun faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi adalah karena persentase plastik PET dan sika *Viscocrete-8670 MN* yang memang digunakan untuk menaikkan kuat tekan beton apabila yang digunakan mencukupi pada proporsi. Persentase paling tinggi berada pada beton dengan variasi PET 2,5% dan sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8% yaitu 32,1 Mpa untuk umur 28 hari.

Pada penelitian tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar nilai *slump test* maka semakin tinggi nilai kuat tekannya. Sebaliknya semakin kecil nilai *slump test* maka semakin kecil nilai kuat tekan. Pada penelitian (Asrar dkk., 2020) menjelaskan BN dengan nilai *slump test* tertinggi 9,2 cm memiliki kuat tekan rata – rata sebesar 17,38 Mpa. Pada PRT-100% dengan nilai *slump test* terkecil 6,1 cm memiliki kuat tekan rata – rata sebesar 10,55 Mpa.

Pada nilai slump untuk beton normal maupun beton dengan substitusi agregat plastik PET memenuhi syarat standar *slump* rencana yakni 3 - 6 cm. terlihat bahwa adukan beton memiliki workability yang baik, dengan kata lain bahwa kemudahan dalam pencampuran baik. Dari hasil pengujian *slump test* ini juga menunjukkan adukan campuran beton telah tercampur dengan merata dan sempurna dan terlihat tidak terjadi segregasi (pemisahan kerikil) dan bleeding (naiknya air kepermukaan) pada adukan beton segar.



Gambar 4.9 : Grafik persentase kuat tekan beton terhadap *slump test* umur 28 hari.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan serta diskusi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai hasil dari penelitian ini. Saran dikemukakan dengan tujuan agar penelitian ini dapat dikembangkan dan dilanjutkan oleh penelitian lainnya.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian beton dengan menggunakan Plastik PET dan Sika *Viscocrete 8670 - MN*, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Diperoleh nilai *slump test* maksimum yaitu sebesar 4,2 cm pada sampel kuat tekan variasi 2,5%. Sedangkan nilai *slump test* minimum yaitu sebesar 3,3 cm pada sampel kuat tekan variasi 1%.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Handayasari, 2017) dijelaskan bahwa semakin sedikit kadar limbah plastik yang ditambah kedalam campuran beton, maka nilai slump akan semakin menurun.

2. Berdasarkan data nilai kuat tekan beton pada pembahasan, jika dibandingkan dengan variasi beton yang lain. Maka diperoleh beton dengan kuat tekan beton maksimum pada campuran beton dengan menggunakan Plastik PET 2,5% dan *Sika Viscocrete 8670 - MN* 0,8% dengan kuat tekan beton rata-rata 32,1 MPa. Sedangkan kuat tekan beton rata-rata minimum yang dihasilkan sebesar 22,7 MPa pada beton menggunakan Plastik PET 1% dan *Sika Viscocrete 8670 - MN* 0,8%.

Menurut (Qomariah & Sugiharti, 2017) kekuatan tekan beton naik terjadi karena nilai penyerapan beton menurun.

3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beton dengan tambahan Plastik PET dan *Sika Viscocrete 8670 - MN* lebih baik dari beton normal. Untuk nilai kuat tekan beton rata-rata adalah sebagai berikut :

- Beton normal dan *Sika Viscocrete 8670-MN* 0,8% = 25,6 Mpa
- Beton menggunakan Plastik PET 1% dan sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% = 22,7 Mpa.
- Beton menggunakan Plastik PET 1,5% dan sika *viscocrete-8670 MN*

0,8% = 27,3 Mpa.

- Beton menggunakan Plastik PET 2% dan sika *viscocrete-8670 MN*

0,8% = 31,1 Mpa.

- Beton menggunakan Plastik PET 2,5% dan sika *viscocrete-8670 MN*

0,8% = 32,1 Mpa.

4. Dari data tersebut terlihat bahwa nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penggunaan Plastik PET dan sika Viscrocrete-8670 MN. Semakin besar kandungan Plastik PET dan sika Viscrocrete-8670 MN maka semakin besar nilai kuat tekan beton.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh campuran Plastik PET dalam campuran beton terhadap *zat additive* yang lain.
2. Pada saat pembuatan campuran beton perlu diperhatikan kelecakan campuran, sesuai nilai slump yang direncanakan.
3. Untuk penelitian selanjutnya harus dibuat sampel dengan variasi yang lebih beragam dari penggunaan campuran Plastik PET terhadap substitusi agregat kasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilianti, S. (2012). Analisis Pengaruh Beton Dengan Bahan Admixture Naphtalene Dan Polycarboxilate Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal.Umj*, 8.
- Asmita, E. P., Mungok, C. D., & Handalan, C. P. (n.d.). *Studi eksperimen kuat tekan beton berdasarkan urutan pencampuran material penyusun beton dengan adukan manual*. 1–11.
- Asrar, Bachtiar, E., Gusty, S., Rachim, F., Ritnawati, & Setiawan, A. (2020). *Jurnal kacapuri*. 1(1), 156–164.
- Basri, D. R., Zaki, A., Sipil, T., Abdurrab, U., Indonesia, P., Sipil, T., Abdurrab, U., & Indonesia, P. (2019). *Template jurnal RACIC*. 3(1), 66–77.
- Belakang, A. L., Penelitian, B. T., & Penelitian, C. M. (2018). *PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK TERHADAP KUAT TEKAN MUTU BETON K-175 C*. Semen Portlanda. 8(2), 68–75.
- Charudatta, Thosar, & M.Husain. (2017). Reuse of Plastic Waste as Replacement of Sand in Concrete. *IJRSET*.
- Darmiyanti, L. (2018). *Kuat Tekan Beton*. 21(1), 42–48.
- Del Rey Castillo, E., Almesfer, N., Saggi, O., and Ingham, J. M. (2020). "Light-weight concrete with artificial aggregate manufactured from plastic waste." *Construction and Building Materials*, 265, 120199.
- Frigione, M. (2010). "Recycling of PET bottles as fine aggregate in concrete." *Waste Management*, Vol 30 (6), 1101- 1106.
- Gunawan, G., Saelan, P., & Nasional, I. T. (2016). *Tinjauan Mengenai Penentuan Proporsi Pasir dalam Agregat Gabungan pada Perancangan Campuran Beton Cara SNI*. 2, 1–13.
- Handayasari, I. (2017). Studi Alternatif Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Kemasan Air Mineral Pada Campuran Beton. *Jurnal Poli-Teknologi*, 16(1), 1–6. <https://doi.org/10.32722/pt.vol16.no.1.2017.pp>.
- Isnawati. (2015). Pengaruh Penambahan Agregat Limbah Plastik Terhadap Kuat Tekan Beton. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Kamaliah, K., & Handayani, N. (2020). Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis PET (Poly Ethylene Terephthalate) Pada Pembuatan Beton Mutu Rendah Di Kota Palangka Raya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.33084/mitl.v5i1.1347>

- Lumintang, V. S., Da, E., Sarajar, C., Sumajouw, H., & Supit, S. W. M. (2019). *Kuat Tekan Beton Dengan Kerikil Plastik Untuk Pembuatan Bak Kontrol Limbah Rumah Tangga*. 1(1), 38–46.
- Mulyati, M., & Arkis, Z. (2020). Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 7(2), 78–84. <https://doi.org/10.21063/jts.2020.v702.05>.
- Pengaruh, S., Plastik, A., Mohsa, A. A., & Putra, H. (2021). *Studi Pengaruh Agregat Plastik pada Beton dan Dampaknya terhadap Lingkungan*. February.
- Strength, C., Strength, T., & Fc, C. (n.d.). 706-Article Text-1575-1-10-20190729. 3(2), 81–89.
- Suarnita, I. W. (2012). Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang dengan Styrofoam Sebagai Pengganti Agregat Kasar. *SMARTek*, 9(2).
- Sulianti, I. K. A. (2018). Analisis Pengaruh Besar Butiran Agregat Kasar Terhadap. *Jurnal Forum Mekanika*, 7.
- Superplasticiser, H. P. (2017). *Sika® Viscrocrete® -8670 MN*. October, 3–5.
- Supratikno, S., & Ratnanik, R. (2019). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Adukan Beton. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 6(1), 21–29. <https://doi.org/10.21063/jts.2019.v601.04>.
- Analisa saringan agregat (SNI 03-1968, 1990).
- Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969, 2008).
- Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970, 2008).
- Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 03-4804, 1998).
- Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971, 2011).
- Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4141, 1996).
- Perencanaan campuran beton (*Mix Design*) (SNI 03-2834-2000, 2000).
- Uji kuat tekan beton (SNI 1974:2011).

LAMPIRAN



Lampiran 1 : Agregat Kasar.



Lampiran 2 : Agregat Halus.



Lampiran 3 : Air.



Lampiran 4 : Sika *Viscocrete-8670 MN*.



Lampiran 5 : Plastik PET.



Lampiran 6 : Semen Portland.



Lampiran 7 : Compressing Test Machine (CTM).



Lampiran 8 : Saringan Agregat Kasar.



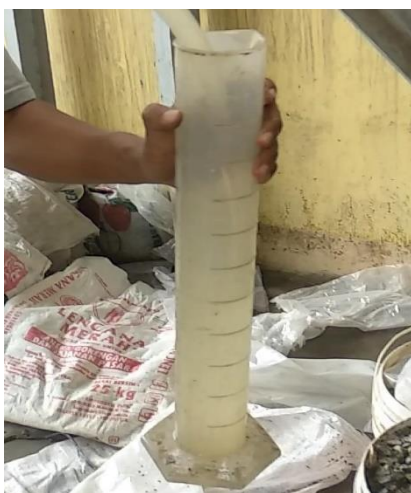
Lampiran 9 : Saringan Agregat Halus.



Lampiran 10 : Cetakan Silinder.



Lampiran 11 : Oven.



Lampiran 12 : Gelas Ukur.



Lampiran 13 : Kerucut Abrams.



Lampiran 14 : Mixer Beton.



Lampiran 15 : Timbangan.



Lampiran 16 : Tongkat Penumbuk.



Lampiran 17 : Triplek 2m x 1m.



Lampiran 18 : Bak Perendaman.



Lampiran 19 : Alat Tulis.



Lampiran 20 : Ember.



Lampiran 21 : Plastik.



Lampiran 22 : Sendok Semen.



Lampiran 23 : Penggaris.



Lampiran 24 : Sekop tangan.



Lampiran 25 : Skrap.



Lampiran 26 : Masker.



Lampiran 27 : Sarung Tangan.



Lampiran 28 : Proses Pembuatan Adukan Beton.



Lampiran 29 : Proses Pengujian *Slump Test*.



Lampiran 30 : Proses Perojokan Adukan Beton Di Cetakan.



Lampiran 31 : Perendaman Benda Uji.



Lampiran 32 : BN.



Lampiran 33 : BPET1%.



Lampiran 34 : BPET1,5%.



Lampiran 35 : BPET2%.



Lampiran 36 : BPET2,5%.



Lampiran 37 : Proses Pengujian Kuat Tekan Beton.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Muhammad Rizki Lubis
Nama Panggilan : Rizki
Tempat, Tanggal Lahir : Batang Kuis, 25 Oktober 1998
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Ampera Gg Teluk, Batang Kuis
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Mardansyah Lubis
Ibu : Zulrubiah
No Hp : 085760171686
Email : rizkilubis7650@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1707210001
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Laki-laki
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Mughtar Basri No.3 Medan
20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Kelulusan	Nama dan Tempat	Tahun
Sekolah Dasar	SDN 101865 BATANG KUIS	2005 - 2011
Sekolah Menengah Pertama	MTS DARUL ILMU BATANG KUIS	2011 - 2014
Sekolah Menengah Atas	SMA NEGERI 1 BATANG KUIS	2014 - 2017

ORGANISASI

Informasi	Tahun
BPH-HMS-FT-UMSU	PERIODE 2019 - 2020