

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN ABU JONGGOL JAGUNG DAN SIKA VISCOCREATE 8670-MN TERHADAP UJI KUAT TEKAN BETON (Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh:

SRI SUHAIBI SYAHPUTRA

1707210035



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : SRI SUHAIBI SYAHPUTRA
NPM : 1707210035
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Penambahan Abu Jonggol Jagung
dan *Sika Viscocreate 8670-MN* Terhadap Uji Kuat
Tekan Beton (Studi Penelitian)
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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.

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing



Rizki Efrida, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : SRI SUHAIBI SYAHPUTRA
NPM : 1707210035
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Penambahan Abu Jonggol Jagung
dan *Sika Viscocrete 8670-MN* Terhadap Uji Kuat
Tekan Beton (Studi Penelitian)
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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, 15 Oktober 2024

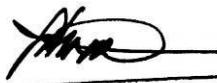
Dosen Pembimbing



Rizki Efrida, S.T., M.T.

Dosen Penguji 1

Dosen Penguji 2



Assoc. Prof. Ir. Fahrizal
Zulkarnain, S.T. M.Sc, PhD.



Josef Hadipramana, T., M.Sc, Ph.D.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T. M.Sc, PhD.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : SRI SUHAIBI SYAHPUTRA
NPM : 1707210035
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur

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

“Analisis Pengaruh Penambahan Abu Jonggol Jagung Dan *Sika Viscocrete 8670-MN* Terhadap Uji 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 di kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

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

Medan, 15 Oktober 2024

Saya Yang Menyatakan



Sri Suhaibi Syahputra

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ABU JONGGOL JAGUNG DAN *SIKA VISCOCREATE 8670-MN* TERHADAP UJI KUAT TEKAN BETON (*STUDI PENELITIAN*)

Sri Suhaibi Syahputra

1707210035

Rizki Efrida, S.T., M.T.

Seiring perkembangan teknologi di era revolusi industri 4.0 terutama dalam bidang konstruksi perlu adanya inovasi guna meningkatkan mutu fasilitas infrastruktur. Inovasi akan dilakukan pada beton yang merupakan salah satu komponen yang banyak digunakan dalam konstruksi. Limbah bonggol jagung memiliki unsur yang bermanfaat untuk peningkatan mutu beton, karena mempunyai kandungan silika yang cukup tinggi yaitu 66,38. Kandungan senyawa silika (SiO_2) yang terdapat pada bonggol jagung memungkinkan digunakannya sebagai material tambahan pada beton. *silica fume* adalah material pozzollan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy besi silikon atau dikenal sebagai gabungan antara microsilica dengan silika fume. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dari penambahan abu bonggol jagung sebagai pengganti agregat halus dan *silica fume* terhadap nilai kuat tekan beton. Dengan variasi penambahan abu jongsol jagung BN, BAJJ10 (4%), BAJJ20 (8%), BAJJ30 (12%) dari agregat halus dan *silica fume* sebesar 3% dari berat semen. Sampel pengujian beton yang digunakan adalah silinder dengan ukuran $15 \times 30 \text{ cm}^3$ sebanyak 12 benda uji. Pengujian dilakukan dengan menguji tentang pengaruh penambahan abu bonggol jagung terhadap nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari. Nilai rata-rata kuat tekan beton yang diperoleh sesuai dengan variasi adalah BN (32,2 Mpa), BAJJ10 (32,6 Mpa), BAJJ20 (25,5 Mpa), BAJJ30 (22,3 Mpa). Nilai rata-rata kuat tekan beton optimum diperoleh pada variasi abu jongsol jagung BAJJ10 (4%).

Kata Kunci: Abu Bonggol Jagung, *Sika Viscocrete 8670-MN*, Kuat Tekan Beton

ABSTRACT

THE ADDITIONAL EFFECT ANALYSIS OF CORN JOB ASH AND SIKAVISCOCREATE 8670-MN AGAINST THE COMPRESSION STRENGTH OF CONCRETE

(Research Studies)

Sri Suhaibi Syahputra

1707210035

Rizki Efrida, S.T., M.T.

Along with technological developments in the era of the industrial revolution 4.0, especially in the construction sector, innovation is needed to improve the quality of infrastructure facilities. Innovation will be carried out on concrete which is one of the components that are widely used in construction. The Corn cob waste has elements that are useful for improving the quality of concrete, because it has a fairly high silica content of 66.38. The content of silica compounds (SiO₂) contained in corn cobs allows it to be used as an additional material in concrete. The Silica fume is a fine pozzolanic material, where more silica composition is produced from blast furnaces or leftover production of silicon or silicon iron alloys or is known as a combination of microsilica and silica fume. This Research aims to study the effect of adding corn cob ash as a substitute for fine aggregate and silica fume on the compressive strength of concrete. With variations in the addition of corncob ash BN, BAJJ10 (4%), BAJJ20 (8%), BAJJ30 (12%) from fine aggregate and silica fume by 3% by weight of cement. The concrete test sample used was a cylinder with a size of 15 x 30 cm³ as many as 12 test objects. The test was carried out by examining the effect of adding corn cob ash to the value of the compressive strength of concrete at the age of 28 days. The average compressive strength of the concrete obtained according to the variation is BN (32,2 MPa), BAJJ10 (32,6 MPa), BAJJ20 (25,5 Mpa), BAJJ30 (22,3 Mpa). The average value of the optimum concrete compressive strength was obtained from the variation of corncob ash BAJJ10 (4%).

Keywords: *Corn Cob Ash, Sika Viscocreate 8670-MN, Concrete Compressive Strength*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Judul dari skripsi ini adalah “Analisa Pengaruh Penambahan Abu Jonggol Jagung Dan *Sika Viscocreate 8670-MN* Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)”.

Di dalam penulisan skripsi ini penulis telah berusaha dan berupaya dengan segala kemampuan yang ada, namun penulis menyadari masih terdapat kekurangan di dalamnya, 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 Dr Fahrizal Zulkarnain, S.T.,M.Sc,Ph.D, Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekertaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Assoc Dr Fahrizal Zulkarnain , S.T.,M.Sc,Ph.D, Selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Josef Hadipramana, S.T.,M.Sc,Ph.D, Selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Rizki Efrida, S.T, M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipilan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta P. Srianto S.Pd dan Ibunda tercinta Syahnur Zannah yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
10. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil terutama Muhammad Risky lubis, Alwi Hadad Aldi, Asya Riski, Ardi Fattahila, Arisha, Arimbi, Jefri, 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,

Penulis

Sri Suhaibi Svahputra

NPM.1707210035

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	1
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	2
ABSTRAK	3
ABSTRACT	4
KATA PENGANTAR	5
DAFTAR ISI	7
DAFTAR TABEL	11
DAFTAR GAMBAR	12
DAFTAR NOTASI	13
DAFTAR LAMPIRAN	15
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umum	6
2.2 Sifat dan karakteristik beton	7
2.3 Pengelompokan Beton	8
2.4 Abu Bonggol Jagung	9
2.5 Agregat	11
2.6 Air	12

2.7	Semen Portland	13
2.8	Sika Viscocrete	14
2.9	Bahan Tambah	14
2.10	Kuat Tekan Beton	15
2.11	Penelitian Terdahulu	16
BAB 3 METODE PENELITIAN		17
3.1	Tinjauan Umum	17
3.2	Tahapan Penelitian	18
3.3	Diagram Alir Penelitian	19
3.4	Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data	22
3.5	Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.6	Bahan dan Peralatan	23
3.6.1	Bahan	23
3.6.2	Peralatan	24
3.7	Persiapan Penelitian	24
3.8	Langkah – Langkah Pemeriksaan Bahan	25
3.8.1	Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir)	25
3.8.2	Analisa Gradasi Agregat Halus (Pasir)	26
3.8.3	Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)	26
3.8.4	Berat Isi Agregat Halus (Pasir)	27
3.8.5	Kadar Air Agregat Halus (Pasir)	28
3.8.6	Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar (Batu Pecah)	28
3.8.7	Analisa Gradasi Agregat Kasar (Batu Pecah)	29
3.8.8	Berat Isi Agregat Kasar (Batu Pecah)	30
3.8.9	Kadar Air Agregat Kasar (Batu Pecah)	31
3.8.10	Kadar Lumpur Agregat Kasar (Batu Pecah)	31

3.9	Pembuatan Abu Jonggol Jagung	32
3.10	Perencanaan Campuran Beton	32
3.11	Pembuatan Benda Uji	41
3.12	Pemeriksaan Slump Test	43
3.13	Perawatan (curing) Pada Benda Uji	43
3.14	Pengujian Kuat Tekan	44
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Tinjauan Umum	45
4.2	Perencanaan Campuran Beton	45
4.3	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	45
4.4	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Bonggol Jagung	51
4.5	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	51
4.6	Perencanaan Campuran Beton	55
4.7	Kebutuhan Bahan	63
4.8	Slump Test	66
4.9	Kuat Tekan Beton	67
4.9.1	Kuat Tekan Beton Normal Dan Variasi AbuJonggol Jagung	68
4.9.2	Kuat Tekan Beton Abu Bonggol Jagung 4% dan Sika Viscrocrete - 8670 MN 3% (saat pengujian)	68
4.9.3	Kuat Tekan Beton Abu bonggol jagung 8% dan Sika Viscrocrete- 8670 MN 3% (saat pengujian)	69
4.9.4	Kuat Tekan Beton Abu bonggol jagung 12% dan Sika Viscrocrete- 8670 MN 3% (saat pengujian)	70
BAB 5 KESIMPULAN		72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		74

LAMPIRAN 76

DAFTAR RIWAYAT HIDUP 91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Komposisi Oksida Semen Portland.	14
Tabel 3.1 : Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji	17
Tabel 3.2 : Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.	33
Tabel 3.3 : Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.	34
Tabel 3.4 : Perkiraan kadar air bebas (Kg/m ³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.	36
Tabel 3.5 : Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.	37
Tabel 4.1 : Data-data hasil tes dasar.	44
Tabel 4.2 : Propersi campuran.	49
Tabel 4.3 : Koreksi propersi campuran.	50
Tabel 4.4 : Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000).	51
Tabel 4.5 : Lanjutan.	52
Tabel 4.6 : Perbandingan campuran akhir untuk 1 benda uji (m ³).	52
Tabel 4.7 : Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg.	53
Tabel 4.8 : Banyak Abu jongsol jagung yang dibutuhkan Untuk 3 benda uji silinder.	54
Tabel 4.9 : Perbandingan untuk 15 benda uji dalam satuan kg.	55
Tabel 4.10 : Hasil pengujian nilai slump (60 – 180 mm)	55
Tabel 4.11 : Hasil pengujian kuat tekan beton normal.	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 :	Diagram alir penelitian.	20
Gambar 3.2 :	Proses Pembakaran Jonggol Jagung	31
Gambar 3.3 :	Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)	35
Gambar 3.4 :	Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2.	38
Gambar 3.5:	Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm	38
Gambar 3.6 :	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.	39
Gambar 3.7 :	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campurandan berat isi beton.	40
Gambar 4.1:	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm	46
Gambar 4.2 :	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,44	48
Gambar 4.3 :	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,44	48
Gambar 4.4 :	Grafik nilai slump rata-rata	55
Gambar 4.5 :	Beban tekan pada benda uji kubus	56
Gambar 4.6 :	Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Rata – Rata	57

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)
P	= Beban maksimum beban belah	(N)
L	= Panjang benda uji silinder	(mm)
D	= Diameter benda uji silinder	(mm)
B	= jumlah air	(kg/m ³).
C	= agregat halus	(kg/m ³).
D	= agregat kasar	(kg/m ³).
Ca	= Penyerapan agregat halus	(%)
Da	= Penyerapan agregat kasar	(%)
Ck	= Kadar air agregat halus	(%)
Dk	= Kadar air agregat kasar	(%)
s	= deviasi standar	
n	= jumlah nilai hasil uji	
A	= Berat contoh kering permukaan jenuh	
B	= Berat contoh jenuh	
C	= Berat contoh SSD kering oven 110 ^o C sampai konstan	
kg	= Kilogram	
M ³	= Meterkubik	
$\pi r^2 t$	= Volume silinder	
P	= Beban	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Saringan Agregat Kasar.	63
Lampiran 2 : Saringan Agregat Halus.	63
Lampiran 3 : Timbangan Digital.	64
Lampiran 4 : Pan.	64
Lampiran 5 : Ember.	65
Lampiran 6 : Kerucut Abrams.	65
Lampiran 7 : Tonggat Pemasak.	66
Lampiran 8 : Penggaris/ Mistar.	66
Lampiran 9 : Skop Tangan.	67
Lampiran 10 : Skrap.	67
Lampiran 11 : Tabung Ukur.	68
Lampiran 12 : Sarung Tangan.	68
Lampiran 13 : Cetakan Silinder.	69
Lampiran 14 : Kuas.	69
Lampiran 15 : Oven.	70
Lampiran 16 : Mesin Kuat Tekan (Compression Test).	70
Lampiran 17 : Bak Perendaman.	71
Lampiran 18 : Mixer Beton.	71
Lampiran 19 : Semen	72
Lampiran 20 : Air.	72
Lampiran 21 : Agregat Kasar.	73
Lampiran 22 : Agregat Halus.	73
Lampiran 23 : Abu Jonggol Jagung.	74
Lampiran 24 : Silica Fume.	74
Lampiran 25 : Mengaduk Semua Agregat.	75
Lampiran 26 : Pengujian Slump Test.	75
Lampiran 27 : Proses perojokan & pencetakan benda uji penelitian.	76
Lampiran 28 : Perendaman Benda Uji.	76
Lampiran 29 : Dokumentasi pengujian kuat tekan beton.	77

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring perkembangan teknologi di era revolusi industri 4.0 terutama dalam bidang konstruksi perlu adanya inovasi guna meningkatkan mutu fasilitas infrastruktur. Inovasi akan dilakukan pada beton yang merupakan salah satu komponen yang banyak digunakan dalam konstruksi. Eksplorasi teknologi dalam proyek konstruksi juga tidak dapat terpisahkan dari perkembangan teknologi beton, mengingat material ini merupakan material yang paling sering digunakan dalam komponen struktur. Berbagai penelitian telah dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton ataupun menciptakan beton dengan mutu tinggi. Biaya pembuatan beton akan mahal seiring berjalannya waktu, dikarenakan harga semen yang melambung tinggi. Untuk itu perlu adanya bahan pengganti semen untuk mengurangi jumlah semen yang diperlukan dalam pembuatan beton (Proyek & Sipil, 2018).

Beton diminati karena banyak memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya, antara lain harganya yang murah, mempunyai kekuatan yang baik, bahan baku penyusun mudah didapat, tahan lama, tahan terhadap api, tidak mengalami pembusukan. Inovasi teknologi beton selalu dituntut guna menjawab tantangan akan kebutuhan, beton yang dihasilkan diharapkan mempunyai kualitas tinggi meliputi kekuatan dan daya tahan tanpa mengabaikan nilai ekonomis.

Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum bahan pengisi (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat diperlukan dalam suatu konstruksi.

Pada era globalisasi sekarang, pembangunan di Indonesia sudah sangat berkembang, sehingga mempengaruhi kemajuan bahan bangunan seperti beton. Dalam pelaksanaannya, perkembangan bahan bangunan beton diperlukan suatu

inovasi baru agar pembangunan dapat dilaksanakan dengan baik dan cepat. Dalam hal ini perlunya menciptakan beton berkualitas dengan memanfaatkan sumber daya alam yang pemanfaatannya masih kurang maksimal. Selain itu dapat menggunakan limbah yang sudah tidak terpakai dan dapat diolah kembali menjadi bahan tambah atau *filler* pada campuran beton. Untuk mencapai kualitas beton yang baik, beton segar harus mengisi ruang dengan cepat agar tidak ada udara didalamnya, jika beton memiliki rongga pada permukaannya maka beton tersebut akan mengalami penurunan mutu.

Salah satu limbah yang belum termanfaatkan dengan baik adalah abu jonggol jagung. Limbah bonggol jagung memiliki kandungan unsur *silika* yang cukup tinggi yakni 66,38%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, kandungan senyawa *silika* (SiO₂) yang terdapat pada bonggol jagung memungkinkan digunakannya sebagai material tambahan pada beton. Namun sebelum dijadikan sebagai campuran pada beton, bonggol jagung terlebih dahulu dibakar pada suhu 650°C – 800°C selama lebih dari 8 jam untuk mendapatkan abu jonggol jagung yang disyaratkan (Fakhrunisa et al., 2018).

Kandungan senyawa *silika* (SiO₂) yang terdapat pada bonggol jagung memungkinkan digunakannya sebagai material tambahan pada beton. Bonggol jagung yang dibakar dalam kondisi udara terbuka menggunakan bahan bakar arang di sekitar 6500C ke 8000C selama lebih dari 8 jam sampai berubah menjadi abu (Kamau et al., 2016).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland, air, agregat halus, agregat kasar, bahan tambah dan abu jonggol jagung. Adapun benda uji berupa cetakan beton silinder untuk mencetak beton yang akan diuji dalam penelitian campuran beton menggunakan abu jonggol jagung sebagai bahan campuran beton, uji bahan kimia dan kuat tekan beton akan dilakukan untuk mengetahui kandungan bahan kimia dalam campuran beton dan berapa kekuatan beton tersebut (Hepiyanto & Firdaus, 2019).

Dalam penelitian ini juga digunakan bahan tambah *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn*. *SIKA VISCOCREATE 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 abu jongsol jagung dan *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn* sebagai pengganti agregat halus terhadap nilai slump test?
- 2) Bagaimana pengaruh penambahan abu jongsol jagung dan *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn* sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat tekan beton 26 Mpa.

1.3 Ruang Lingkup

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. Penelitian menggunakan benda uji yang berupa silinder dengan ukuran 15x30 cm, dengan sampel 12 silinder beton dengan empat variasi yang masing-masing variasi 3 sampel.
5. Abu jongsol jagung sebagai bahan tambah berasal dari sisa limbah pertanian dan persentase variasi sebesar 0%, 4%, 8%, dan 12% dari agregat halus dan dengan penambahan 3% *Superplasticizer (Sika Viscocrete – 8670MN)* dari jumlah semen.
6. Bahan pembuat beton : Portland Cement type I, agregat halus dari Binjai, agregat kasar yang digunakan dari Binjai, air yang digunakan dari laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bahan pembuat beton : Portland Cement type I, agregat halus dari Binjai, agregat kasar yang digunakan dari Binjai, air yang digunakan dari

laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Penelitian dilakukan dengan uji kuat tarik belah beton di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh penambahan abu jongsol jagung dan *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn* sebagai pengganti agregat halus terhadap nilai slump test.
2. Mengetahui pengaruh penambahan abu jongsol jagung dan *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn* sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat tekan beton 26 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 *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn* dan penggantian sebagian agregat halus dengan abu jongsol jagung terhadap campuran beton.
2. Untuk mengurangi dan memanfaatkan abu jongsol jagung 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 membahas tentang 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 membahas 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

Perkembangan dunia konstruksi di Indonesia ikut mendorong bertambahnya penggunaan beton sebagai material perkuatan struktur. Hampir semua bangunan di Indonesia menggunakan beton. Itu dikarenakan bahan dasar beton mudah diperoleh dan dibentuk serta beton mempunyai karakteristik yang cocok untuk infrastuktur pembangunan. Dapat terlihat dari banyaknya bangunan berbeton di setiap perkotaan dan yang lainnya (Nathalia, 2019).

Pesatnya kegiatan pembangunan pada bidang konstruksi sangat mempengaruhi perkembangan dunia teknologi bahan bangunan.(Hunggurami et al., 2017)

Menurut (SNI 03-2834-2000, 2000) beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (portland cement), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (admixture atau additivie).

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 ± 15 % semen, ± 8 % air, ± 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 et al., 2020).

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. Agar dihasilkan kuat tekan beton yang sesuai

dengan rencana diperlukan mix design untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan (Simanjuntak et al., 2020).

Secara tipikal, beton diproduksi dengan menggunakan 12% semen, 8% air, dan 80% agregat berdasarkan beratnya. Hal ini memberi gambaran bahwa untuk memproduksi beton di seluruh dunia telah dipakai semen sebanyak 1,6 milyar ton, agregat (pasir dan batuan) 10 milyar ton, dan air 1 milyar ton. Selain itu jumlah agregat yang digunakan untuk pembuatan klinker semen mencapai 12,6 milyar ton. Keseluruhan proses produksi beton ini memberikan dampak buruk pada ekologi dan konsumsi energi di bumi, setiap tahunnya menghasilkan 1,35 milyar ton emisi gas rumah kaca atau berkontribusi sebesar 7% dari total emisi gas rumah kaca yang diproduksi dari industri-industri modern.

Demi menanggulangi permasalahan tersebut, banyak penelitian telah dilakukan dalam upaya untuk mengurangi penggunaan semen dan bahan alam pada pembuatan beton sehingga menghasilkan beton yang ramah lingkungan (Yulius Rief Alkhaly, Cok Nando Panondang, 2015).

Beton yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil dapat dimanfaatkan untuk banyak hal seperti untuk bangunan pondasi, kolom, balok, pelat lantai. Dalam teknik sipil hidro, beton yang digunakan untuk bangunan air seperti bendungan, saluran dan drainase (Asrullah, 2011).

2.2 Sifat dan karakteristik beton

Kuat tekan beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut.

a. Kemudahan pengerjaan

Kemudahan pengerjaan beton (*workability*) merupakan salah satu kinerja utama yang dibutuhkan.

b. Rangkak dan susut

Rangkak (*creep*) atau lateral material flow didefinisikan sebagai penambahan regangan terhadap waktu akibat adanya beban yang bekerja.(Nawy, 1985:49). Rangkak timbul dengan intensitas yang semakin berkurang setelah selang waktu tertentu dan kemungkinan berakhir setelah beberapa tahun.

Susut didefinisikan sebagai perubahan volume yang tidak berhubungan dengan beban. Jika dihalangi secara merata, proses susut dalam beton akan menimbulkan deformasi yang umumnya bersifat menambah deformasi rangkakan (tamdullah, 2014).

2.3 Pengelompokan Beton

Pengelompokan beton pada dasarnya berkembang dari waktu ke waktu, dan menyesuaikan pula dengan kebutuhan di tiap negara atau instansi yang berkepentingan. Di Indonesia pada umumnya pengelompokan beton dan peraturan beton mengikuti standar yang berlaku di Amerika Serikat (ACI).

Pada umumnya pengelompokan beton terbagi atas beberapa kategori :

1. Berat Satuan

Menurut SNI 03-2847-2002 terbagi :

- Beton ringan ($\leq 1900 \text{ Kg/m}^3$)
- Beton normal ($2200 \text{ Kg/m}^3 - 2500 \text{ Kg/m}^3$)
- Beton berat ($> 2500 \text{ Kg/m}^3$)

SNI tidak menggolongkan beton berat, namun pada umumnya beton dengan berat satuan diatas 2500 Kg/m^3 dikategorikan beton berat, walaupun ada yang menerapkan nilai 3200 Kg/m^3 sebagai batas bawah beton berat. Beton yang berat satuannya berada diantara kategori diatas pada umumnya tidak efektif perbandingan berat sendiri dan kekuatannya, walaupun tidak ada larangan untuk membuat beton dengan berat satuan diantara $1900 \text{ Kg/m}^3 - 2200 \text{ Kg/m}^3$.

2. Mutu /(umumnya kuat tekan)

Berdasarkan SNI 03-6468-2000, untuk benda uji silinder dengan Diameter 15cm dan tinggi 30cm. Yaitu :

- a. Beton mutu rendah $< 20\text{Mpa}$

- b. Beton mutu sedang 21 Mpa – 40 Mpa.
 - c. Beton mutu tinggi ≥ 41 Mpa.
3. Pembuatan
- Cast in-situ Yaitu beton yang dicor ditempat, dengan cetakan atau acuan yang Dipasang di lokasi elemen struktur pada bangunan atau gedung atau infrastruktur.
 - Pre-cast Yaitu beton yang dicor di lokasi pabrikasi khusus, dan kemudian Diangkut dan dirangkai untuk dipasang di lokasi elemen struktur pada bangunan atau gedung atau infrastruktur.
4. Lingkungan layan
- a. Beton di lingkungan korosif, karena pengaruh sulfat, klorida, garam, dsb
 - b. Beton di lingkungan basah non korosif
 - c. Beton di lingkungan yang terpapar cuaca
 - d. Beton di lingkungan yang terlindung cuaca
5. Tegangan pra-layan
- Beton Konvensional, adalah beton tidak mengalami tegangan pra-layan.
 - Beton Pre-stressed, adalah beton yang diberikan tegangan pra-layan pada Saat pembuatannya, dengan sistem posttensioning.
 - Beton Post-tensioned, adalah beton yang diberikan tegangan pra-layan pada saat pembuatannya, dengan sistem posttensioning. Pemberian tegangan pra-layan pada umumnya dirancang untuk memberikan gaya berlawananan dengan gaya layan, sehingga pada saat konstruksi beton bertulang tersebut memikul beban, secara praktis mengurangi beban kerja (tamdullah, 2014).

2.4 Abu Bonggol Jagung

Tanaman jagung merupakan salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat yang terpenting di dunia, selain gandum dan juga padi. Untuk hal ini di beberapa negara seperti di wilayah Amerika Tengah dan Selatan, bulir jagung menjadi makanan pokok. Dan begitu juga di beberapa wilayah Afrika dan Indonesia sendiri (Simanjuntak et al., 2020).

Limbah bonggol jagung memiliki unsur yang bermanfaat untuk peningkatan mutu beton, karena mempunyai kandungan silika yang cukup tinggi yaitu 66,38. Kandungan senyawa silika (SiO_2) yang terdapat pada bonggol jagung memungkinkan digunakannya sebagai material tambahan pada beton. Namun sebelum dijadikan sebagai campuran pada beton, bonggol jagung terlebih dahulu dibakar pada suhu 650°C - 800°C selama lebih dari 8 jam untuk mendapatkan abu jongsol jagung yang disyaratkan.

Penelitian terdahulu tentang penambahan abu jongsol jagung pada beton memang belum banyak digunakan. Adapun penelitian yang telah dilakukan terkait dengan penambahan abu jongsol jagung menurut Chandra (2013) menyimpulkan bahwa nilai kuat tekan tertinggi beton umur 56 hari pada kadar abu jongsol jagung 4% sebesar 37,67 MPa. Sedangkan nilai modulus elastisitas tertinggi pada kadar 8% sebesar 24.407,83 Mpa (Fakhrunisa et al., 2018).

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan penambahan kadar abu bonggol jagung 0-12% menggunakan Compressive Testing Machine (CTM). Benda uji yang digunakan berbentuk silinder yang berdiameter 7,5 cm dan tinggi 15 cm.

Hasil pengujian kuat tekan beton SCC dapat dilihat pada jurnal yang bersangkutan, namun dari hasil penambahan abu jongsol jagung sebesar 4% memiliki nilai kuat tekan optimum yakni sebesar 36,251 Mpa dan mengalami kenaikan sebesar 12,49% dari kadar 0%, sedangkan untuk kadar 8%, 10% dan 12% menunjukkan hasil yang berbeda beda dari setiap hitungan penjemurannya memiliki kuat tekan beton normal (Fakhrunisa, Djatmika and Karjanto, 2018)

Penelitian yang telah dilakukan oleh Olafusi Oladipupo S dan Olutoge Festus A (2012) dalam jurnalnya yang berjudul "strength properties of corn cob ash concrete" menyatakan bahwa penambahan abu tongkol jagung pada campuran semen dengan persentase 10% menghasilkan kuat tarik sebesar 2,42 N/mm² atau 2,42 MPa dan dan kuat tekan sebesar 20 N/mm² atau 20 MPa pada umur 28 hari (Proyek & Sipil, 2018).

2.5 Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar dan beton (Wuryati Samekto dan Candra Rahmadiyanto. 2001). Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton yang mencapai 70% - 75% dari volume beton, sehingga agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durability*) dan ekonomis. Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batuan, kerikil, pasir, dan lainlain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen (Polii et al., 2015).

Agregat kasar adalah kerikil alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5-40 mm. Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap kekuatan beton. Agregat kasar ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen. Jenis agregat kasar yang umum adalah batu pecah alami, kerikil alami, agregat kasar batuan dan agregat kasar buatan. Permukaan yang halus pada kerikil dan kasar pada batu pecah berpengaruh pada lekatan dan besar tegangan saat retak-retak beton mulai terbentuk. Besar ukuran maksimum agregat mempengaruhi kuat tekan beton.

Agregat halus adalah pasir alam atau pasir yang dihasilkan oleh industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 5,0 mm. agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton serta mempunyai tekstur yang tajam dan keras tidak dapat dihancurkan oleh jari dan tidak mudah aus atau pecah.

Dalam Mulyono (2005), dikatakan bahwa pasir yang digunakan dalam campuran beton jika dilihat dari sumbernya dapat berasal dari sungai ataupun dari galian tambang (*quarry*). Agregat yang berasal dari tanah galian, yaitu tanah yang dibuka lapisan penutupnya (*pre-streping*), biasanya berbentuk tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam. Pada kasus tertentu, agregat yang terletak pada lapisan yang paling atas harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan. Pasir kasar alami biasanya dapat memenuhi syarat gradasi zona 1 dan British Standard (B.S), tetapi mineral halusnya yang berukuran lebih kecil dari 0,3 mm tidak cukup banyak. Pasir yang masuk Zona II dan III dapat juga ditemukan dalam pasir alami,

tetapi biasanya banyak mengandung silt dan tanah liat. Batas gradasi untuk agregat halus dibagi menjadi empat zone menurut British Standar yaitu zone 1 merupakan pasir kasar, zone 2 merupakan pasir agak kasar, zone 3 merupakan pasir agak halus dan zone 4 merupakan daerah pasir halus (Asrar et al., 2020).

2.6 Air

Didalam campuran beton, air mempunyai dua fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan pencetakan (Polii et al., 2015)

Dalam pembuatan beton, air menjadi sangat penting karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton karena kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi bleeding, yaitu air bersama-sama semen akan naik keatas permukaan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekat antara lapisan-lapisan beton dan membuat menjadi lemah. Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap :

- 1) Sifat workability adukan beton.
- 2) Besar kecilnya nilai susut beton.
- 3) Kelangsungan reaksi dengan semen Portland sehingga dihasilkan dan kekuatan selang beberapa waktu.
- 4) Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik. Penggunaan air untuk beton sebaiknya air memenuhi persyaratan sebagai berikut :
 - a. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.
 - b. Tidak mengandung garam-garam yang merusak beton (asam dan zat organik) lebih dari 15 gram/liter.
 - c. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 5 gram/liter.
 - d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter (Sulianti, 2018).

2.7 Semen Portland

Semen portland merupakan komponen utama dalam teknologi beton yang berfungsi sebagai perekat hidrolik untuk mengikat dan menyatukan agregat menjadi masa padat. Berbagai jenis semen portland, melalui pengaturan rancangan bahan dasar, telah dikembangkan sesuai dengan jenis bangunan dan persyaratan lingkungan dimana beton akan digunakan. Yang umum digunakan untuk membuat beton adalah semen portland tipe I (PPI). Semen jenis ini dipakai untuk bangunan-bangunan yang tidak memerlukan persyaratan khusus, seperti panas dan atau waktu hidrasi serta kondisi lingkungan agresif [SNI 15-2049-2004] (Salain, 2007).

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Semen Portland merupakan bahan ikat penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Fungsi dari semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat (Sulianti, 2018).

Semen portland atau biasa disebut semen adalah material pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (material yang berupa silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai material tambahan. material pembuat semen adalah material yang mengandung kapur, silikat, alumina, oksida, besi dan oksida lainnya. Semen merupakan bagian terpenting dalam pembuatan beton, semen mempersatukan pasir, agregat kasar, agregat halus dan air menjadi satu kesatuan (Hunggurami et al., 2017).

Komponen semen portland terdiri dari :

- a. Trikalsium Silikat (C3S)
- b. Dikalsium Silikat (C2S)
- c. Trikalsium Aluminat (C, A)
- d. Tetrakalsium Aluminoforit (C4AF) (Simanjuntak et al., 2020).

Tabel 2.1 : Komposisi Oksida Semen Portland.(Kardiyono Tjokrodimuljo, 2007)

Oksida	Komposisi (%)
CaO	60 – 65
SiO ₂	17 – 25
Al ₂ O ₃ 3 – 8	3 – 8
Oksida	Komposisi (%)
Fe ₂ O ₃	0,5 – 6
MgO	0,5 – 4
SO ₃	1 – 2
K ₂ O, Na ₂ O	0,5 – 1

2.8 Sika Viscocrete

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 kecacakannya

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.(Aprilianti and Nadia, 2012)

2.9 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan hidrasi (waktu pengikatan), kemudahan pengerjaan, dan kedekatan terhadap air. Menurut SK SNI S-18-1990-03 (Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton, 1990) (Simanjuntak et al., 2020).

Bahan tambah (admixture) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Berdasarkan ACI (American Concrete Institute), bahan tambah adalah material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampurkan dalam beton atau sika yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau sika tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan lainnya, karena penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau substitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton itu atau sika yang akan dihasilkan, maka kecenderungan perubahan komposisi dalam berat volume tidak terasa secara langsung di bandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah (Asrullah, 2011).

2.10 Kuat Tekan Beton

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).

Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah SNI 03-1974-1990. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah :

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Dimana ; f_c = kuat desak beton (MPa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

Berdasarkan kuat tekan (SNI 03-6468-2000) dari benda uji silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) adalah sebagai berikut : Beton mutu rendah (low strength concrete) : $f_c' < 20$ MPa, Beton mutu sedang (medium strength concrete) : 21 MPa < $f_c' < 40$ MPa dan Beton mutu tinggi (high strength concrete) : $f_c' > 41$ MPa.

Setelah didapatkan hasil, kemudian dihitung nilai standar deviasi (SD) kuat tekan beton. Secara matematis standar deviasi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

Dimana :

SD(σ) = standar deviasi

x_i = nilai x ke-i

\bar{x} = rata-rata

n = ukuran atau banyaknya data (Simatupang et al., 2017).

2.11 Penelitian Terdahulu

Bab ini berisi mengenai penelitian penelitian terkait pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan pencampuran bonggol jagung terhadap beton normal. Penelitian-penelitian terkait pengujian pada penggantian agregat halus yang terdapat pada beton masih sangat jarang di temui, dan pada dasarnya bonggol jagung di indonesia ini, terutama di medan sangat banyak kita temui oleh karena itu saya ingin memamfaatkan bonggol jagung sebagai substitusi dari agregat halus yang biasa kita gunakan. Dalam beberapa aspek penelitian ini mengambil referensi dari beberapa jurnal yang bersangkutan paut dengan penggunaan bonggol jagung dan beberapa aspek dukungan pembuatan beton, Berikut adalah beberapa penelitian yang mengenai penggunaan bonggol jagung sebagai substitusi semen atau agregat halus:

- 1) (Maria Prisila Hederanti Itu, Parung and Mara, 2021)

Banyaknya bonggol jagung yang terbuang di sekitaran pabrik dan menjadi limbah yang akan mencemari lingkungan dan hanya digunakan sebagai bahan pakan ternak sapi. Bonggol jagung yang sudah tidak terpakai ternyata dapat dipakai sebagai bahan substitusi semen karena bonggol jagung yang sudah dibakar dan menjadi abu mengandung senyawa SiO_2 yang memiliki kerekatan yang sama seperti beton.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Tahapan awal penelitian yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU adalah pengambilan data sekunder pengujian bahan dasar agregat dan melakukan pengujian bahan dasar agregat yang akan digunakan pada percobaan campuran beton.

Penelitian menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan sampel 12 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 HALUS	ABU JONGGOL JAGUNG	SIKA VISCOCREATE – 8670MN	JUMLAH SAMPEL 28 HARI
1	BN	100%	0%	3%	3
2	BAJJ10	96%	4%	3%	3
3	BAJJ20	92%	8%	3%	3
4	BAJJ30	88%	12%	3%	3
Jumlah					12

Keterangan :

- BN* : Beton dengan campuran 0% abu jongsol jagung dari berat agregat halus dan campuran 3% *Sika Viscocreate*.
- BAJJ10* : Beton dengan campuran 4% abu jongsol jagung dari berat agregat halus dan campuran 3% *Sika Viscocreate*.

- BAJJ20 : Beton dengan campuran 8% abu jongsol jagung dari berat agregat halus dan campuran 3% *Sika Viscocrete*
- BAJJ30 : Beton dengan campuran 12% abu jongsol jagung dari berat agregat halus dan campuran 3% *Sika Viscocrete*.

Maka dari itu penelitian ini mengambil data yang akan di peroleh hanya sebesar 0%-12% untuk data data yg ada dalam tabel di atas diambil dari beberapa referensi yang akan di lakukan penelitian di laboratorium

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

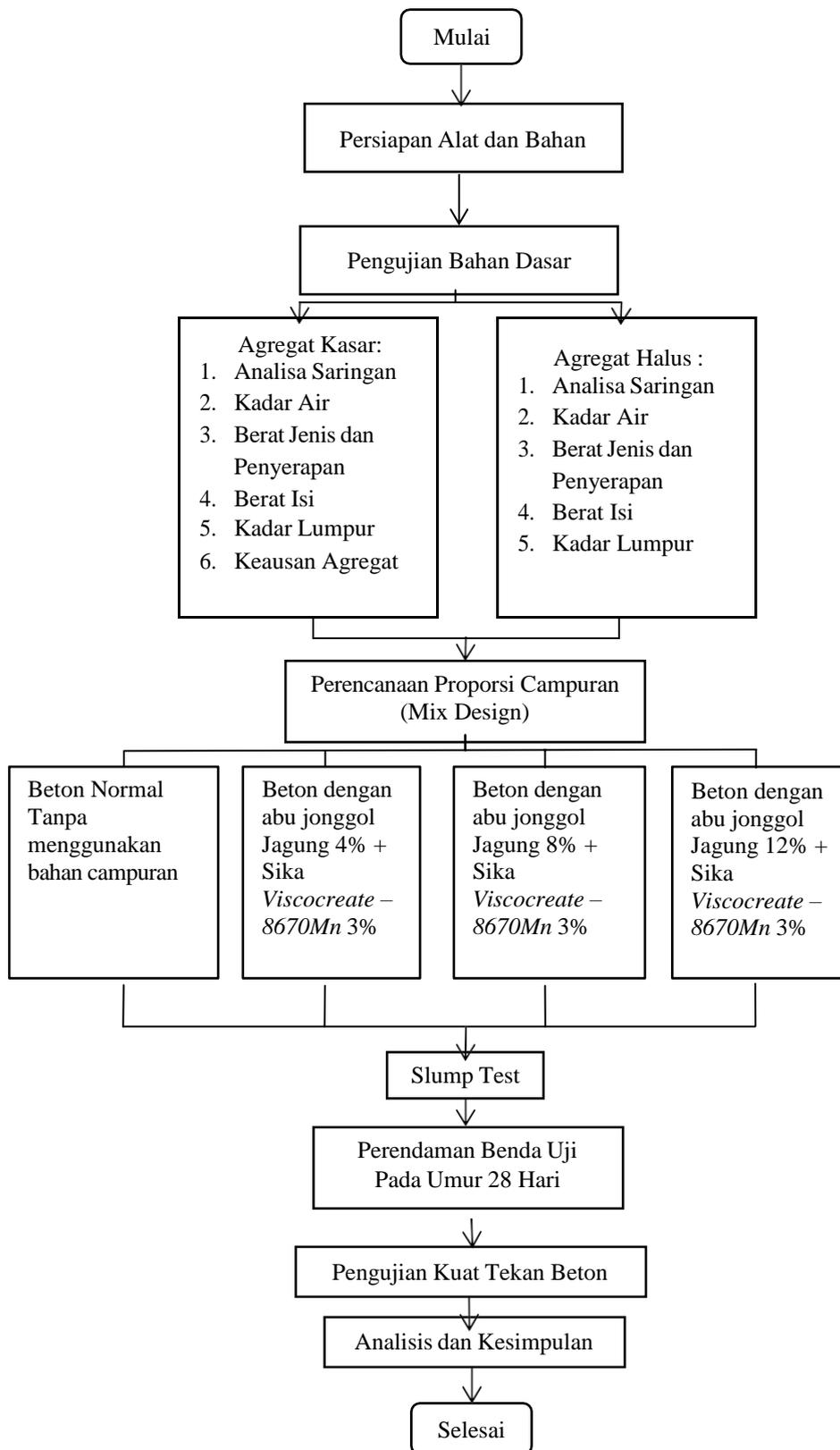
Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Excel*, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.

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.

3.3 Diagram Alir Penelitian

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



Gambar 3.1 : Diagram alir penelitian.

3.4 Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data

3.4.1 Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil yang dilaksanakan di laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti :

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. Perencanaan campuran beton (*Mix Design*) (SNI 03-2834-2000).
5. Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 03-4804, 1998).
6. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971, 2011).
7. Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4141, 1996).
8. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2493:2011).
9. Uji kuat tekan beton (SNI 1974:2011).

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing. Data teknis mengenai SNI-03-2834-2000, PBI (Peraturan Beton Indonesia), serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium. Untuk beberapa hal pada pengumpulan data, digunakan data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur), konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing dan Asisten Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan. Dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar. Waktu penelitian yang direncanakan kurang lebih selama 2 bulan.

3.6 Bahan dan Peralatan

3.6.1 Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu :

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang tipe 1 PPC (Portland Pozolan Cement).

b. Agregat Halus

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

c. Agregat Kasar

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

d. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

e. Abu jongsol jagung

Abu jongsol jagung yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara dibakar sampai halus dalam kondisi jenuh kering muka atau SSD (Saturated Surface Dry) dan ini dengan persentase 4%, 8%, dan 12% dari agregat halus.

f. Bahan Admixture

Bahan admixture yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Sika Viscocrete* dengan persentase 3% dari berat semen. *Sika Viscocrete* ini merupakan produk sikadan dibeli di toko bangunan

3.6.2 Peralatan

Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain :Peralatan material :

- a. Saringan agregat kasar : Saringan 1,5", 3/4", 3/8", dan no.4
- b. Saringan agregat halus : Saringan no.4, no.8, no.16, no.30, no.50, no.100,dan Pan
- c. Timbangan digital Peralatan pembuatan beton :
 - a. Pan
 - b. Ember
 - c. Satu set alat slump test : kerucut abrams, tongkat pemadat, penggaris/mistar
 - d. Skop tangan
 - e. Skrap
 - f. Tabung ukur
 - g. Sarung tangan
 - h. Cetakan silinder ukuran 15 x 30 cm



Gambar 3.1 : Cetakan beton silinder 15x30cm

- i. Vaseline
- j. Kuas
- k. Mesin pengaduk beton (mixer)
- l. Bak perendam

Alat pengujian kuat tekan beton :

- a. Mesin kuat tekan (compression test)

3.7 Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai lokasi, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain

sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari lumpur dan melakukan penjemuran pada material yang basah.

3.8 Langkah – Langkah Pemeriksaan Bahan

3.8.1 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) = $\frac{Bk}{Bssd - Bk}$ (3.1)

b. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD) = $\frac{Bk}{Bssd - Ba}$ (3.2)

c. Berat Jenis Semu (*Apparent Surface Dry*) = $\frac{Bk}{Bk - Ba}$ (3.4)

d. Penyerapan Air (*Absorption*) = $\frac{Bssd - Bk}{Bk} \times 100\%$ (3.5)

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).

3.8.2 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 pandiletakan 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 hasilnya akan 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

$$FM = \frac{\sum \text{persen tertahan komulatif mulai dari saringan } 150 \mu\text{m (0,15 mm)}}{100} \quad (3.6)$$

3.8.3 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 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 ($W4 = W3 - W2$). (3.7)

Perhitungan :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_4}{W_1} \times 100\% \quad (3.8)$$

Keterangan :

W1 = Berat Agregat.

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

3.8.4 Berat Isi Agregat Halus (Pasir)

Prosedur Pengujian :

1. Berat Isi Lepas :

- a. Langkah pertama adalah silinder ditimbang kosong dan dicatat beratnya (W_1).
- b. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati – hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm di atas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.
- c. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar perata.
- d. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat (W_2).
- e. Selanjutnya dihitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$). (3.9)

2. Berat Isi Padat :

- a. Langkah pertama adalah silinder kosong ditimbang dan dicatat beratnya (W_1).
- b. Kemudian silinder diisi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal, masing-masing setebal $\frac{1}{3}$ dari tinggi silinder.
- c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan 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 (W_4). Kemudian dihitung berat benda uji ($W_5 = W_4 - W_1$).

Perhitungan :

$$\text{Berat Isi Agregat Lepas} = \frac{W_3}{V} \quad (3.10)$$

$$\text{Berat Isi Agregat Padat} = \frac{W_5}{V} \quad (3.11)$$

$$\text{Voids} = \frac{[(S \times W) - M] \times 100}{(S \times W)} \quad v \quad (3.12)$$

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/lt)

W = *Density* (Kerapatan) air = 998 kg/lt = 0,998 gr/lt

3.8.5 Kadar Air Agregat Halus (Pasir)

Prosedur Pengujian :

1. Timbang berat talam kosong dan catat (W_1).
2. Kemudian benda uji dimasukkan ke dalam talam lalu ditimbang dan dicatat beratnya (W_2).
3. Lalu dihitung berat benda ujinya ($W_3 = W_2 - W_1$). (3.13)
4. Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talam di dalam 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 ($W_5 = W_4 - W_1$). (3.14)
7. Perhitungan:

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\% \quad (3.15)$$

3.8.6 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 (B_k). 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 di dalam air (Ba). Suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25 °C.

Perhitungan :

a. Berat Jenis (*Bulk Specific Gravity*) = $\frac{Bk}{Bssd - Ba}$ (3.16)

b. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD) = $\frac{Bssd}{Bssd - Ba}$ (3.17)

c. Berat Jenis Semu (Apparent Surface Dry) = $\frac{Bk}{Bk - Ba}$ (3.18)

d. Penyerapan Air (Absorption) = $\frac{Bssd - Bk}{Bk} \times 100\%$ (3.19)

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)

3.8.7 Analisa Gradasi Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian :

1. Langkah pertama benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.
2. Kemudian benda uji ditimbang sesuai dengan berat yang disyaratkan.
3. Lalu susun saringan, dengan menempatkan saringan paling besar di bagian 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 di atas masing-masing ayakan terhadap berat total benda uji.

$$FM = \frac{\sum \text{persen tertahan komulatif mulai dari saringan } 150 \mu\text{m (0,15 mm)}}{100} \quad (3.20)$$

3.8.8 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 mistar perata. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat ($W2$). Selanjutnya dihitung berat benda uji ($W3 = W2 - W1$). (3.21)

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 tusukan 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 ($W5 = W4 - W1$). (3.22)

Perhitungan :

a. Berat Isi Agregat Lepas = $\frac{W3}{V}$ (3.23)

b. Berat Isi Agregat Padat = $\frac{W5}{V}$ (3.24)

c. Voids = $\frac{[(S \times W) - M] \times 100}{(S \times W) \times V}$ (3.25)

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/lt)

W = Density (Kerapatan) air = 998 kg/lt = 0,998 gr/lt

3.8.9 Kadar Air Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian:

1. Timbang berat talam kosong dan catat ($W1$). Kemudian benda uji dimasukkan ke dalam talam lalu ditimbang dan dicatat beratnya ($W2$).
2. Lalu dihitung berat benda ujinya ($W3 = W2 - W1$). Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talam di dalam 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 ($W5 = W4 - W1$)

Perhitungan :

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W3-W5}{W5} \times 100\% \quad (3.26)$$

3.8.10 Kadar Lumpur Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian:

1. Benda uji dimasukkan dengan berat 1500 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 ke dalam wadah, lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan ke dalam 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 ($W4 = W3 - W2$). (3.27)

Perhitungan:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_4}{W_1} \times 100\% \quad (3.28)$$

3.9 Pembuatan Abu Jonggol Jagung

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan abu jonggol jagung adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan limbah jonggol jagung dari daerah Medan
2. Siapkan tong besi untuk media pembakaran, kemudian siapkan lumpang dan alu untuk menumbuk/menghancurkan jonggol jagung yang sudah dibakar tadi.
3. Masukkan jonggol jagung yang sudah dibakar tadi ke dalam lumpang dan tumbuk/hancurkan dengan alu hingga hancur menjadi serbuk.
4. Abu jonggol jagung yg telah jadi lalu di ayak atau di saring terlebih dahulu sehingga di dapat tekstur serbuk atau abu yang sesuai untuk penelitian.



Gambar 3.2 : Proses Pembakaran jonggol jagung.

3.10 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.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.29)$$

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 :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.3)$$

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 fcr 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 45hari.
- 4) Bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi deviasi standar, 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 faktor pengali dari Tabel 3.2.

Tabel 3.2 : 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.

$$M = 1,64 \times Sr \quad (3.31)$$

Dengan M adalah nilai tambah 1,64 adalah ketetapan statistik yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5% Sr adalah deviasi standar rencana.

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f_{cr}).

$$f_{cr} = f'c + M$$

$$f_{cr} = f'c + 1,64 Sr \quad (3.32)$$

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 faktor 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

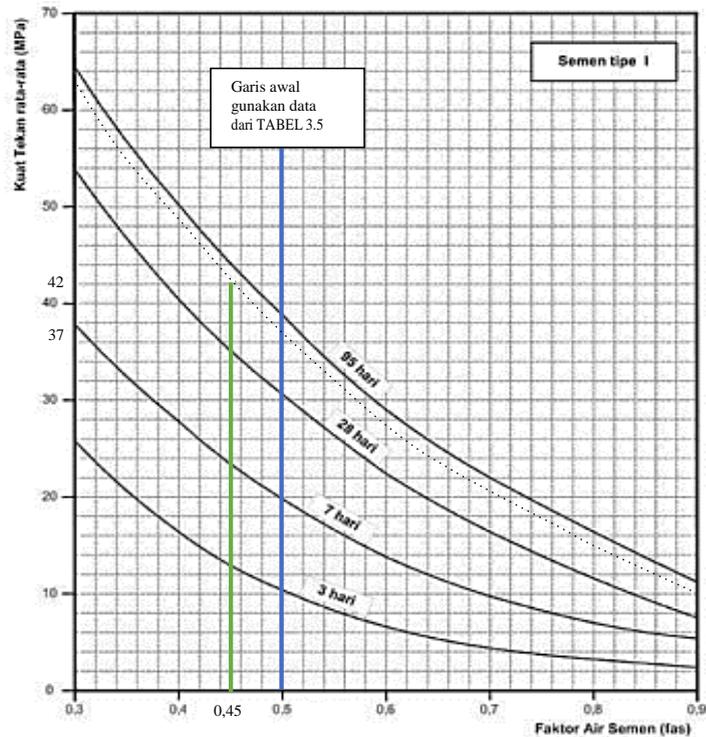
3.3. Bila dipergunakan gambar 3.3 ikuti langkah-langkah berikut :

- a. Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 3.3, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai.
- b. 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.
- c. Menarik garis lengkung melalui titik pada sub butir 2 secara proporsional.
- d. Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 3 di atas.
- e. Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan faktor air semen yang diperlukan

Pemilihan perbandingan air-semen (W/C) atau air-bahan bersifat semen (W/(C+P)) ditentukan berdasarkan kekuatan dan ketahanan yang diperlukan. Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Tabel 3.3 : 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 uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen <i>portland</i> Tipe 1	Batu tak dipecah	17	23	33	40	silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Sementahan sulfat Tipe I,II,V	Batu tak dipecah	20	28	40	48	kubus
	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	kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	



Gambar 3.3 : Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm).

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 berkas-berkas tulangan.
11. Menentukan nilai kadar air bebas.
Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:
 - 1) Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada Tabel 3.2

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

$$\frac{2}{3} W + \frac{1}{3} W_k \quad (3.33)$$

dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 : Perkiraan kadar air bebas (kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

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

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 airsemen.
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin, Jika tidak lihat Tabel 3.5 jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

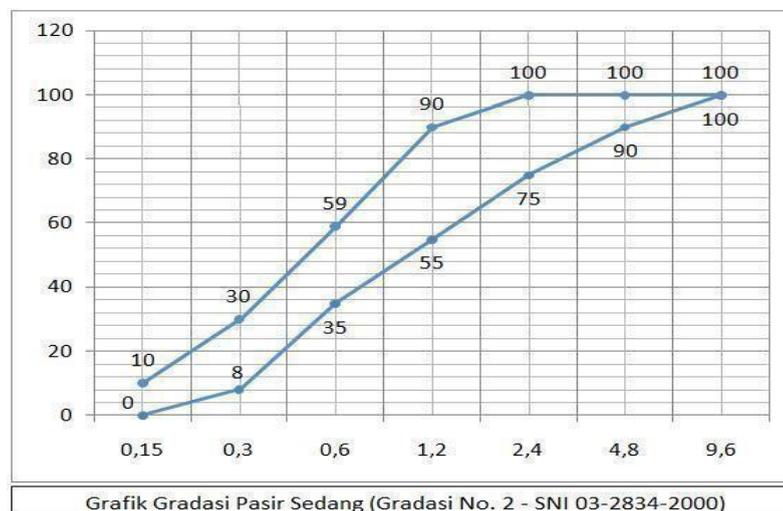
Tabel 3.5 : Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.

Lokasi	Jumlah semen minimum per m^3 beton (kg)	Nilai faktor air-semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52

Tabel 3.5 : Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

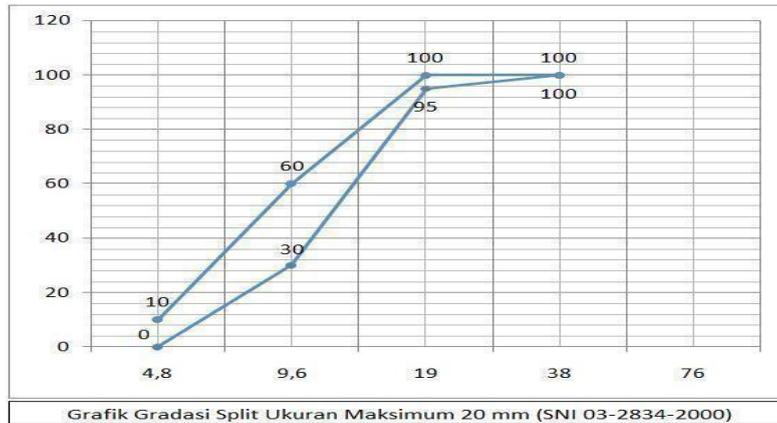
Beton di luar ruangan bangunan; Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	325 275	0,60 0,60
Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung		
Beton masuk ke dalam tanah: Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 2.10
Beton yang kontinyu berhubungan: Air tawar		Lihat Tabel 2.11
Air laut		

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. 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 3.4. (ukuran mata ayakan (mm)).



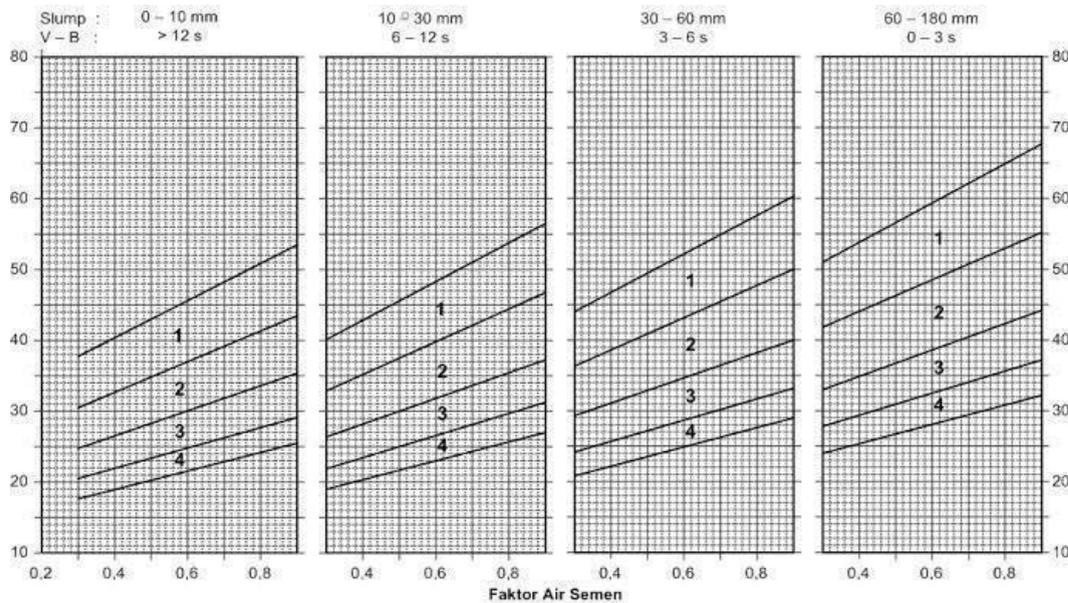
Gambar 3.4 : Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2.

17. Menentukan susunan agregat kasar menurut gambar 3.5.



Gambar 3.5 : 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 3.6 : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.

19. Menghitung berat jenis relative agregat.

Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:

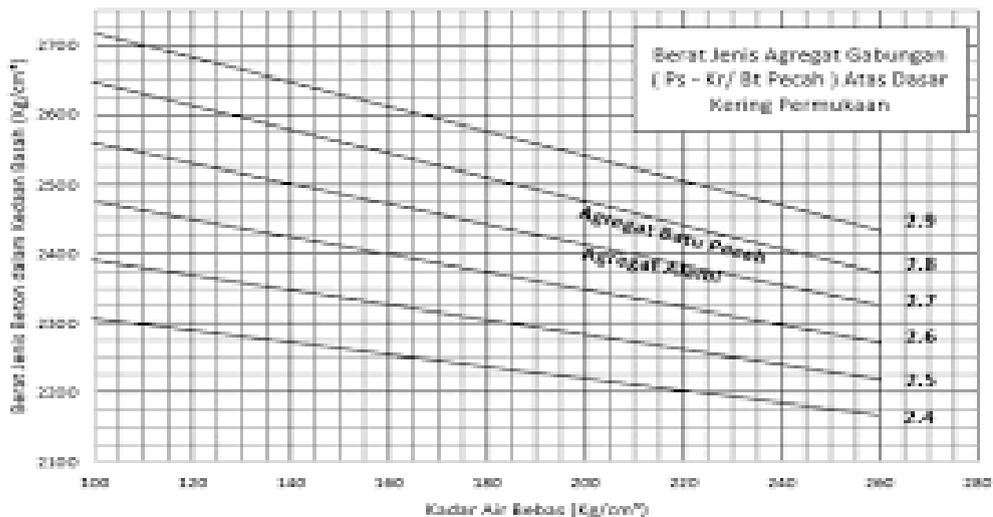
1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai di bawah ini:

- 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 3.6 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3.4 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18.



Gambar 3.7: 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 1m^3 beton.
24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
25. Mengkoreksi proporsi campuran menurut perhitungan.

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran halus 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 :

a. $\text{Air} = B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100$; (3.34)

b. Agregat halus = $C + (C_k - C_a) \times C/100$; (3.35)

c. Agregat kasar = $D + (D_k - D_a) \times D/100$ (3.36)

dengan:

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

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

D = agregat kasar (kg/m^3).

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 (%).

3.11 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dibedakan menjadi 2 yaitu beton normal dan beton Abu Jonggol Jagung

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 memantau *homogenitas* dan *workability* adukan beton segar.
 - 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 benda uji beton abu Jonggol Jagung 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* sebagai berikut.

Tabel 3.6: Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji

NO	KODE BENDAUJI	AGREGAT HALUS	ABU JONGGOL JAGUNG	SIKA VISCOCREATE – 8670MN	JUMLAH SAMPEL 28 HARI
1	BN	100%	0%	3%	3
2	BAJJ10	96%	4%	3%	3
3	BAJJ20	92%	8%	3%	3
4	BAJJ30	88%	12%	3%	3
Jumlah					12

b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.

c. Kemudian tuangkan agregat halus ke dalam molen lalu masukkan abu jonggol jagung dengan variasi yang telah ditentukan.

d. Kemudian masukkan agregat kasar.

e. Kemudian masukkan semen ke dalam molen.

f. Setelah keempat bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.

g. Kemudian masukkan Sika Viscocreate 8670-Mn sedikit demi sedikit dengan takaranyang telah ditentukan.

h. Setelah tercampur rata, dilakukan uji *slump* untuk mengukur tingkat *workability* adukan.

i. Apabila nilai *slump* telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton

menjadi padat.

- j. Diamkan selama 24 jam.
- k. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.

3.12 Pemeriksaan Slump Test

Langkah-langkah pengujian *Slump Test*:

- 1) Basahi kerucut Abrams, seng plat, dan tropol dengan air.
- 2) Letakan seng plat dan kerucut pada tempat yang datar, kerucut Abrams ditahan dengan tangan agar tidak terjadi pergeseran.
- 3) Tuangkan campuran beton ke dalam kerucut Abrams dengan membagi 3 lapisan, tiap lapisan diberikan tusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi.
- 4) Ratakan permukaan kerucut Abrams yang sudah berisi campuran beton dengan tropol lalu bersihkan daerah sekitar kerucut..
- 5) Besar diameter sebaran adukan menunjukkan tingkat kekentalan adukan tersebut, semakin besar diameter yang didapat maka semakin encer pula adukan tersebut.

3.13 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.

3.14 Pengujian Kuat Tekan

Langkah-langkah pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

1. Sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik nomor benda uji, nilai *slump*, tanggal pembuatan benda uji dan tanggal pengujian.
2. Lapisilah (capping) permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang.
3. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara centris.
4. 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 perencanaan campuran beton, kebutuhan bahan, dan pengujian beton yang telah dibuat.

4.2 Perencanaan Campuran 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 :

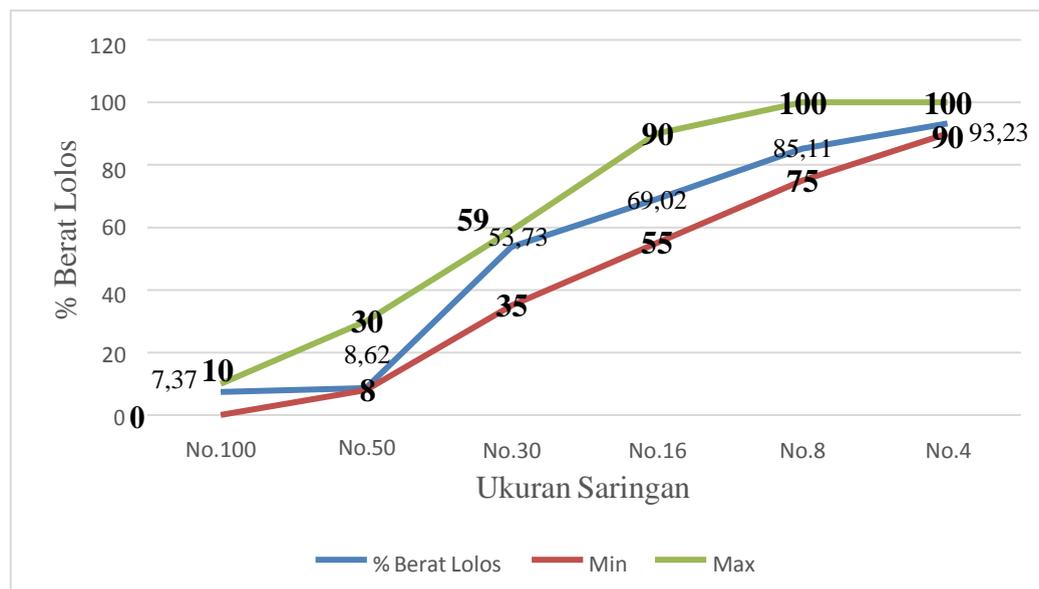
$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} \\ &= \frac{282,92}{100} \end{aligned}$$

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%.

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 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.

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 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 Bonggol Jagung

Tabel 4.7 : Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Bonggol Jagung.

Bonggol Jagung	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 Tjokrodimuljo (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 (Tjokrodimuljo,2007). Hal ini menyatakan bahwa agregat kasar yang digunakan termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7 gram/cm³.

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 4.1 dibawah ini tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 26 MPa yang terlampir pada Tabel 4.1 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 26 MPa yang perhitungannya sebagai berikut.

Tabel 4.11 : Data-data hasil tes dasar.

NO	Data Tes Dasar	Hasil Percobaan
1.	Berat jenis agregat kasar	2,696 gr/cm ³
2.	Berat jenis agregat halus	2,505 gr/cm ³
3.	Kadar lumpur agregat kasar	0,7 %
4.	Kadar lumpur agregat halus	3 %
5.	Berat isi agregat kasar	1,62 gr/cm ³
6.	Berat isi agregat halus	1,34 gr/cm ³
7.	FM agregat kasar	7,29
8.	FM agregat halus	2,76

Tabel lanjutan 4.12

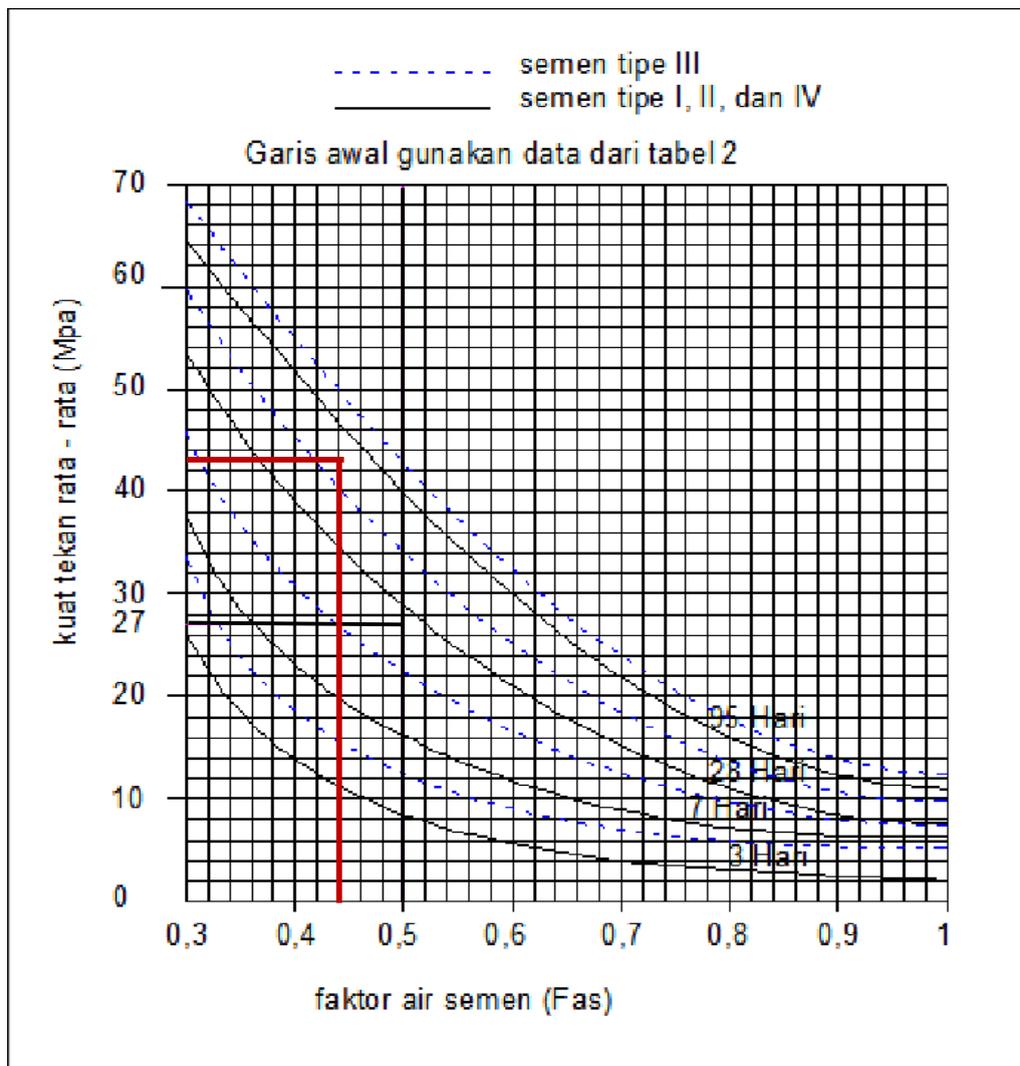
9.	Kadar air agregat kasar	0,5 %
10.	Kadar air agregat halus	0,9 %
11.	Penyerapan agregat kasar	0,746 %
12.	Penyerapan agregat halus	1,32 %
13.	Nilai slump rencana	60-180 mm
14.	Ukuran agregat maksimum	40 mm

1. Kuat tekan rencana ($f'c$) = 26 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 ($f'cr$) :

$$f'cr = f'c + \text{Deviasi standar} + M$$

$$= 26 + 12 + 5,7$$

$$= 43,7 \text{ MPa}$$
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 4.1 tentang grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dengan perkiraan kekuatan tekan beton rata-rata 43,7 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 0,44.



Gambar 4.1: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm (Mulyono, 2003).

8. Faktor air semen maksimum, berdasarkan tabel 4.1 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 60-180 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 60-180 mm sehingga dari Tabel 3.4 diperoleh nilai perkiraan jumlah air untuk agregat halus (Wh)

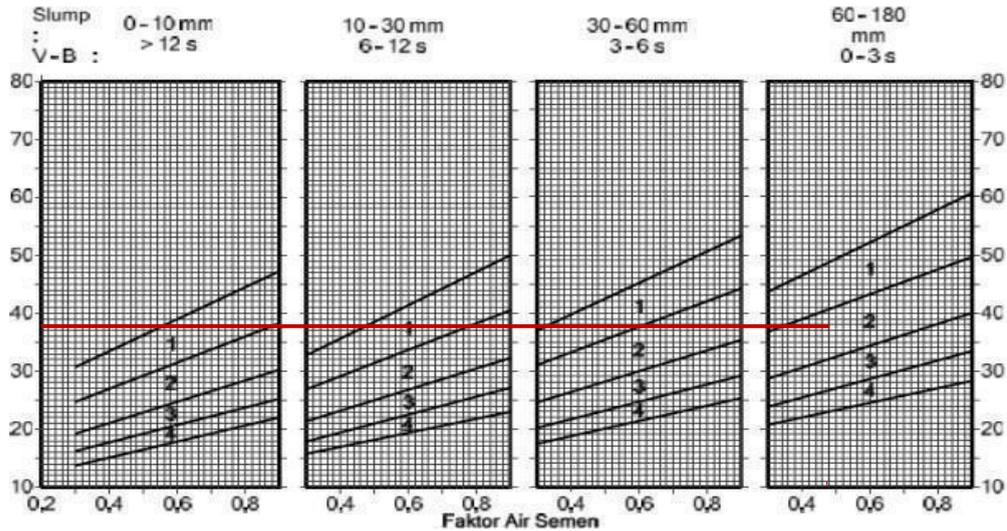
adalah 175 sedangkan untuk agregat kasar (W_k) adalah 205 sehingga nilai kadar air bebas diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Kadar Air Bebas} &= \frac{2}{3}W + \frac{1}{3}k \\ &= \frac{2}{3}175 + \frac{1}{3}205 \\ &= 185\text{kg/m}^3\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\text{Kadar semen} &= \frac{\text{Kadar air bebas}}{f.a.s} \\ &= \frac{185}{0,44} \\ &= 420,45 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

13. Kadar semen maksimum sebesar $447,368 \text{ kg/m}^3$
14. Kadar semen minimum untuk beton yang direncanakan didalam ruangan dan terlindung dari hujan serta terik matahari langsung dari Tabel 3.5 mempunyai kadar semen minimum per- m^3 sebesar 275 kg.
15. Faktor air semen yang disesuaikan berdasarkan Gambar 4.1 yaitu sebesar 0,44.
16. Persentase agregat halus, dengan mengacu pada slump 60-180 mm, faktor air semen 0,44 dan ukuran butir maksimum 40 mm serta agregat halus berada pada gradasi 2 maka persentase agregat halus terhadap kadar agregat total sesuai pada Gambar 4.2. Sehingga diperoleh persentase halus batas bawah sebesar 38%.



Gambar 4.2 : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,44 (SNI 03-2834-2000)

17. Menghitung berat jenis relatif agregat (kering permukaan)

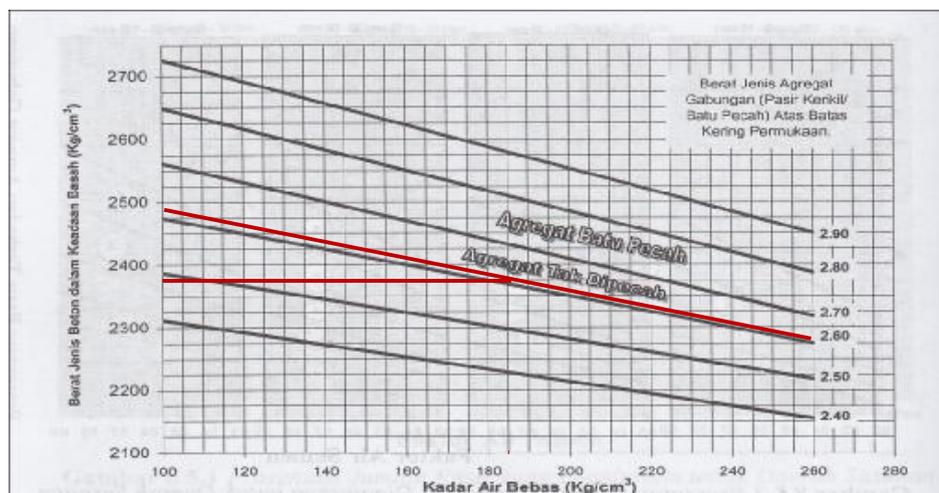
SSD : Berat Jenis Relatif

$$= (AH \times BJAH) + (AK \times BIAK)$$

$$= (0,38 \times 2,5) + (0,62 \times 2,7)$$

$$= 2,624$$

18. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.3 dengan nilai kadar air bebas yang digunakan sebesar 185 dan berat jenis gabungan sebesar 2,624, maka diperoleh nilai berat isi beton sebesar 2375 Kg/ m³



Gambar 4.3 : Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,44 (SNI 03-2834-2000).

19. Kadar agregat gabungan diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &\text{Kadar agregat gabungan} \\ &= \text{Berat isi beton} - (\text{kadar semen} + \text{kadar air bebas}) \\ &= 2375 - (420,45 + 185) \\ &= 1769,55 \text{ kg/ m}^3 \end{aligned}$$

20. Kadar agregat halus diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &\text{Kadar agregat halus} \\ &= \text{Kadar agregat gabungan} \times \% \text{AH} \\ &= 1769,55 \times 0,38\% \\ &= 672,43 \text{ kg/ m}^3 \end{aligned}$$

21. Kadar agregat kasar diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &\text{Kadar agregat kasar} \\ &= \text{Kadar agregat gabungan} - \text{kadar agregat halus} \\ &= 1769,55 - 672,43 \\ &= 1056 \text{ kg/ m}^3 \end{aligned}$$

22. Proporsi Campuran

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

Tabel 4.13 : 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
420,45	185	672,43	1056

23. Koreksi Proporsi Campuran

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

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah air (B)} &= 185 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Jumlah agregat halus (C)} &= 672,43 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Jumlah agregat kasar (D)} &= 1056 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Penyerapan agregat halus (C}_a\text{)} &= 1,32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan agregat kasar (D}_a) &= 0,746 \\ \text{Kadar air agregat halus (C}_k) &= 0,9 \\ \text{Kadar air agregat kasar (D}_k) &= 0,5 \end{aligned}$$

- a. $\text{Air} = B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100$
 $= 185 - (0,9 - 1,32) \times 672,43/100 - (0,5 - 0,746) \times 1097,12/100$
 $= 190,52 \text{ kg/m}^3$
- b. $\text{Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times C/100$
 $= 672,43 + (0,9 - 1,32) \times 672,43/100$
 $= 669,60 \text{ kg/m}^3$
- c. $\text{Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times D/100$
 $= 1097,12 + (0,5 - 0,746) \times 1097,12/100$
 $= 1094,42 \text{ kg/m}^3$
- Semen = 420,45 : 420,45 = 1
 Air = 190,52 : 420,45 = 2,21
 Agregat halus = 669,60 : 420,45 = 0,63
 Agregat kasar = 1094,42 : 420,45 = 0,38

Tabel 4.14 : Koreksi proporsi campuran.

Semen	Pasir	Batu pecah	Air
420,45	669,60	1094,42	190,52
1	1,59	2,59	0,37

Tabel 4.15 : 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	26 Mpa
2	Deviasi Standar	-	12 Mpa
3	Nilai tambah (margin)	-	5,7 Mpa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3	43,7 Mpa

Tabel 4.15 : Lanjutan Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000)

No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
5	Jenis semen			Tipe I	
6	Jenis agregat:	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
	- kasar	Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
7	Faktor air-semen bebas	-		0,44	
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		60-180 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7		185 kg/m ³	
12	Jumlah semen	11:7		420,45 kg/m ³	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		420,45 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-		0,44	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 3.2		arah gradasizona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.3		si maksimum40 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 4.2		38 %	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	-		2,624	
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2375 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1769,55 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		672,43 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1097,12 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisijenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	420,45	185	672,43	1097,12
- Tiap campuran uji m ³	1	0,44	1,60	3,61	
24	- Tiap campuran uji 0,0053m ³ (1 silinder)	2,23	0,98	3,56	5,81
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	420,52	190,52	669,60	1094,42
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,45	1,59	2,60
- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,23	1	3,55	5,8	

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

Tabel 4.17 : Perbandingan campuran akhir untuk 1 benda uji (m³).

Semen	Pasir	Batu pecah	Air
420,45	710,650	1094,42	190,52
1	1,59	2,60	0,45

4.7 Kebutuhan Bahan

a. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi Silinder = 30 cm

Diameter Silinder = 15 cm

Maka, Volume Silinder yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0.15^2 \times 30 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka :

➤ Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

= Banyak semen x Volume 1 benda uji

= 420,45 kg/m³ x 0,0053 m³

= 2,23 kg

➤ Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

= Banyak pasir x Volume 1 benda uji

= 669,60 kg/m³ x 0,0053 m³

= 3,55 kg

➤ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

= Banyak batu pecah x Volume 1 benda uji

= 1094,42 kg/m³ x 0,0053 m³

= 5,8 kg

➤ Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

= Banyak air x Volume 1 benda uji

$$= 190,52 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 1 \text{ kg}$$

➤ *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn* yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Berat semen} \times 3\%$$

$$= 2,23 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 0,067 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah :

Tabel 4.18 : Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg.

Semen	Pasir	Batu pecah	Air
2,23	3,55	5,8	1

b. Bahan Abu jonggol jagung sebagai pengganti agregat halus

Penggunaan bahan tambah yang digunakan dalam penelitian menggunakan abu jonggol jagung sebesar 4%, 8%, dan 12% dari agregat halus. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut :

➤ Abu jonggol jagung sebagai pengganti agregat halus 4% untuk 1 benda uji

$$= 4\% \times \text{agregat halus}$$

$$= 4\% \times 3,55$$

$$= 0,142 \text{ kg}$$

➤ Abu jonggol jagung sebagai pengganti agregat halus 8% untuk 1 benda uji

$$= 8\% \times \text{agregat halus}$$

$$= 8\% \times 3,55$$

$$= 0,284 \text{ kg}$$

➤ Abu jonggol jagung sebagai pengganti agregat halus 12% untuk 1 benda uji

$$= 12\% \times \text{agregat halus}$$

$$= 12\% \times 3,55$$

$$= 0,426 \text{ kg}$$

➤ Abu jonggol jagung sebagai pengganti agregat halus 4% untuk 3 benda uji

$$= \text{banyak abu jonggol jagung 1 benda uji} \times 3 \text{ benda uji}$$

$$= 0,142 \times 3$$

$$= 0,426 \text{ kg}$$

- Abu jonggol jagung sebagai pengganti agregat halus 8% untuk 3 benda uji
 - = banyak abu jonggol jagung 1 benda uji x 3 benda uji
 - = $0,284 \times 3$
 - = 0,852 kg
- Abu jonggol jagung sebagai pengganti agregat halus 12% untuk 3 benda uji
 - = banyak abu jonggol jagung 1 benda uji x 3 benda uji
 - = $0,426 \times 3$
 - = 1,278 kg

Tabel 4.19 : Banyak Abu jonggol jagung yang dibutuhkan untuk 3 benda uji silinder.

Persentase banyaknya serat (%)	Banyaknya serat dari agregat halus (kg)
4	0,426
8	0,852
12	1,278

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 12 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 12 benda uji adalah :

- Semen yang dibutuhkan untuk 3 benda uji
 - = Banyak semen 1 benda uji x 3 benda uji
 - = $2,23 \text{ kg} \times 3$
 - = 6,69 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 3 benda uji
 - = Banyak pasir 1 benda uji x 3 benda uji
 - = $3,55 \text{ kg} \times 3$
 - = 10,65 kg
- Batu Pecah yang dibutuhkan untuk 3 benda uji
 - = Banyak Batu Pecah 1 benda uji x 3 benda uji
 - = $5,8 \text{ kg} \times 3$
 - = 17,4 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 3 benda uji
 - = Banyak Air 1 benda uji x 3 benda uji
 - = 1×3
 - = 3 liter

- *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn* yang dibutuhkan untuk 3 benda uji
 = Banyak *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn* 1 benda uji x 3 benda uji
 = 0,067 x 3
 = 0,201 kg

Adapun kebutuhan bahan untuk tiap tiap variasi sebagai berikut:

Tabel 4.20 : Kebutuhan bahan tiap variasi benda uji dengan jumlah 3 buah

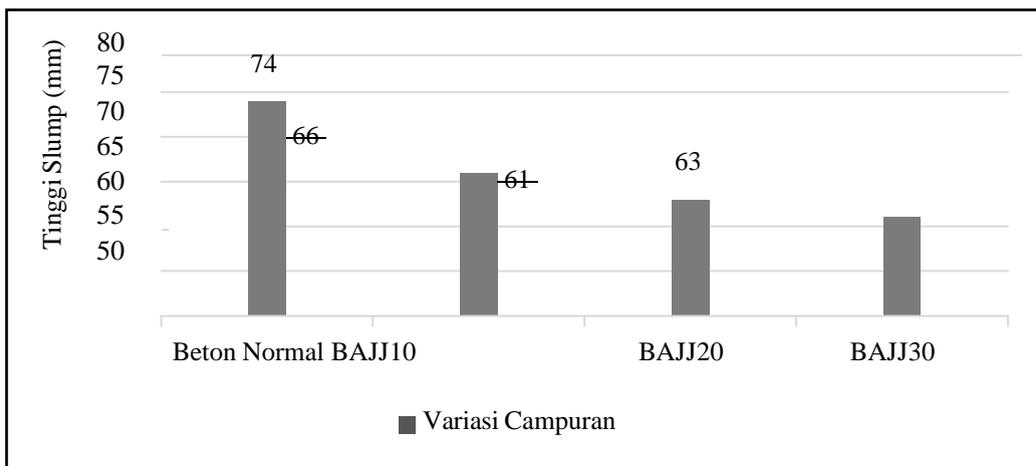
Variasi	Bahan					
	Semen (kg)	Pasir (kg)	Batu pecah (kg)	Air (l)	<i>SIKA VISCOCREATE 8670-Mn</i> (kg)	Abu jongsol jagung (kg)
BN	6,69	10,65	17,4	3	-	-
BAJJ10	6,489	10,224	17,4	3	0,201	0,426
BAJJ20	6,489	9,798	17,4	3	0,201	0,852
BAJJ30	6,489	9,372	17,4	3	0,201	1,278

4.8 Slump Test

Dalam pengujian beton segar didapatkan Slump test sebagai berikut :

Tabel 4.21 : Hasil pengujian slump (60 – 180 mm).

Nomor	Variasi Campuran	Hari	Slump Test (cm)
1	Beton Normal	28	74
2	BAJJ10	28	66
3	BAJJ20	28	63
4	BAJJ30	28	61

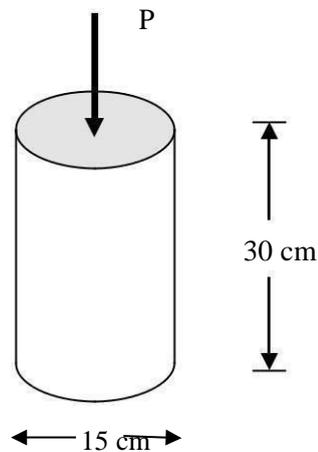


Gambar 4.4 : Grafik nilai slump rata-rata.

Berdasarkan Gambar 4.4 hasil pengujian yang diperoleh tentang nilai slump rata-rata menunjukkan penurunan seiring penambahan abu jongsol jagung. Penurunan workability dari adukan beton diakibatkan karena abu jongsol jagung cukup banyak menyerap air untuk melakukan reaksi kimia dengan kalsium hidroksida.

4.9 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 jumlah benda uji 15 buah, seperti pada Gambar 4.1, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.5 : Beban tekan pada benda uji kubus.

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 beton (Mpa) P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm^2)

4.9.1 Kuat Tekan Beton Normal Dan Variasi AbuJonggol Jagung

Dalam pengujian beton normal dan Variasi Abu Jonggol Jagung didapatkan Kuat Tekan Beton sebagai berikut :

Pengujian beton normal variasi Abu Bonggol Jagung 0% dan sika *viscocrete-8670 MN 3%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.22 : 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	63	63000	33,3	32,2
BN-2	28	58,5	58500	32,5	
BN-3	28	55,5	55500	30,8	

Berdasarkan Tabel 4.11 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal variasi Bonggol Jagung 0% dan sika *viscocrete-8670 MN 3%* 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 32,2 MPa pada umur beton 28 hari.

4.9.2 Kuat Tekan Beton Abu Bonggol Jagung 4% dan Sika Viscocrete-8670 MN 3% (saat pengujian)

Pengujian beton dengan variasi Abu Bonggol Jagung 4% dan sika *viscocrete-8670 MN 3%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan Abu Bonggol Jagung 4% dan sika *viscocrete-8670 MN 3%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.23 :Hasil pengujian kuat tekan beton dengan Abu bonggol Jagung 4% dan sika *viscocrete-8670 MN 3%*.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (TON)	Beban (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
BAJJ10	28	58,5	58500	32,5	32,6
BAJJ10	28	56	56000	31,1	
BAJJ10	28	61,5	61500	34,2	

Berdasarkan Tabel 4.12 menjelaskan hasil kuat tekan beton dengan variasi Abu bonggol jagung 4% dan sika *viscocrete-8670 MN 3%* didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 32,6 Mpa.

4.9.3 Kuat Tekan Beton Abu bonggol jagung 8% dan Sika Viscocrete-8670 MN 3% (saat pengujian)

Pengujian beton dengan variasi Abu bonggol jagung 8% dan sika *viscocrete-8670 MN 3%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan Abu bonggol jagung 8% dan sika *viscocrete-8670 mn 3%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.24 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan Abu bonggol jagung 8% dan sika *viscocrete-8670 MN 3%*.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (TON)	Beban (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
BAJJ20	28	45,5	45500	25,3	25,5
BAJJ20	28	43	43000	23,7	
BAJJ20	28	49,5	49500	27,5	

Berdasarkan Tabel 4.13 menjelaskan hasil kuat tekan beton dengan variasi Abu bonggol jagung 8% dan sika *viscocrete-8670 MN 3%* didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 25,5 Mpa.

4.9.4 Kuat Tekan Beton Abu bonggol jagung 12% dan Sika Viscrocrete-8670 MN 3% (saat pengujian)

Pengujian beton dengan variasi Abu bonggol jagung 12% dan sika *viscrocrete-8670 MN 3%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan Abu bonggol jagung 8% dan sika *viscrocrete-8670 mn 3%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.14.

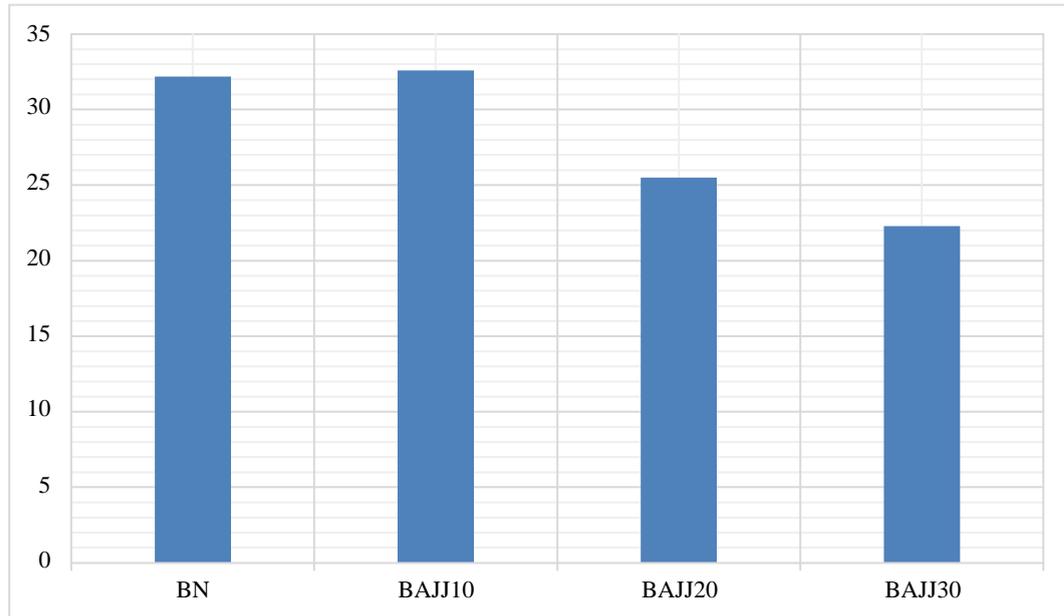
Tabel 4.25 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan Abu bonggol jagung 8% dan sika *viscrocrete-8670 MN 3%*.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (TON)	Beban (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
BAJJ30	28	43	43000	23,7	22,3
BAJJ30	28	40,5	40500	22,5	
BAJJ30	28	37,5	37500	20,8	

Berdasarkan Tabel 4.14 menjelaskan hasil kuat tekan beton dengan variasi Abu bonggol jagung 12% dan sika *viscrocrete-8670 MN 3%* didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 22,3 Mpa

Tabel 4.26 : Hasil pengujian kuat tekan beton normal.

Variasi Beton	Umur Beton (hari)	Beban (P)			Beban maksimum (TON)			Kuat Tekan(MPa)			Kuat Tekan rata-rata (MPa)
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
BN	28	63000	58500	55500	63	58,5	55,5	33,3	32,5	30,8	32,2
BAJJ10	28	58500	56000	61500	58,5	56	61,5	32,5	31,1	34,2	32,6
BAJJ20	28	45500	43000	49500	45,5	43	49,5	25,3	23,7	27,5	25,5
BAJJ30	28	43000	40500	37500	43	40,5	37,5	23,7	22,5	20,8	22,3



Gambar 4.6 : Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Rata – Rata.

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa sampel beton dengan variasi abu jonggol jagung 4% memiliki kuat tekan rata-rata paling tinggi yaitu sebesar 32,6 Mpa dan mengalami peningkatan sebesar 0,4 Mpa dari sampel beton normal yang memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 32,2 Mpa. Sedangkan sampel beton dengan variasi abu jonggol jagung 30% memiliki kuat tekan rata-rata paling rendah yaitu sebesar 22,3 Mpa.

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 Abu jonggol jagung dan *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn*, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. 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 abu jonggol jagung 4% (BAJJ10) dan *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn* 3% dengan kuat tekan beton rata-rata 32,6 MPa. Sedangkan kuat tekan beton rata-rata minimum yang dihasilkan sebesar 22,3 MPa pada beton dengan menggunakan abu jonggol jagung 12% (BAJJ30) dan *Sika Viscocreate 8670-Mn* 3%.
2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beton dengan tambahan abu jonggol jagung dan *Sika Viscocreate 8670-Mn* 3% dan beton normal. Untuk nilai kuat tekan beton rata-rata adalah sebagai berikut :
 - Beton normal dan *Sika Viscocreate 8670-Mn* 3% = 32,2 Mpa
 - Beton menggunakan abu jonggol jagung 4% (BAJJ10) dan *Sika Viscocreate 8670-Mn* 3% = 32,6 Mpa.
 - Beton menggunakan abu jonggol jagung 8% (BAJJ20) dan *Sika Viscocreate 8670-Mn* 3% = 25,5 Mpa
 - Beton menggunakan abu jonggol jagung 12% (BAJJ30) dan *Sika Viscocreate 8670-Mn* 3% = 22,3 Mpa.

3. Dari data tersebut terlihat bahwa nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penggunaan Abu jongsol jagung dan *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn*. Semakin besar kandungan abu jongsol jagung dan *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn* maka semakin kecil 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 abu jongsol jagung dalam campuran beton terhadap *zat additive* yang lain.
2. Pada saat pembuatan campuran beton perlu diperhatikan kelecakan campuran, sesuai nilai slump yang direncanakan.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang standar-standar dalam pengembangan pengolahan abu jongsol jagung sehingga dapat memenuhi syarat sebagai agregat halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrar, Bachtiar, E., Gusty, S., Rachim, F., Ritnawati, & Setiawan, A. (2020). *Jurnal kacapuri*. 1(1), 156–164.
- Asrullah. (2011). Kajian Kuat Lentur Beton Dengan Menggunakan Sika Concrete Refair Mortar Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton K 300. 300, 13–17.
- Fakhrunisa, N., Djatmika, B., & Karjanto, A. (2018). Kajian Penambahan Abu jongsol jagung yang Ber variasi dan Bahan Tambah Superplasticizer terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Beton Memadat Sendiri (Self – Compacting Concrete). *Jurnal Bangunan*, 23(2), 9–18.
- Hepiyanto, R., & Firdaus, M. A. (2019). Pengaruh Penambahan Abu jongsol jagung Terhadap Kuat Tekan Beton K - 200. *UKaRsT*, 3(2), 1.
- Hunggurami, E., Bolla, M. E., & Messakh, P. (2017). P4_HUNGGURAMI_Perbandingan Desain Campuran. *Jurnal Teknik Sipil*, VI(2), 165–172.
- Kamau, J., Ahmed, A., & Hirst, P. (2016). Viabilitas Penggunaan Abu Jagung Sebagai Pozzolan Pada Beton. 5(6), 4532–4544.
- Nathalia, V. (2019). MENARA Ilmu Vol. XIII No.5 April 2019. *Jurnal Penelitian dan Kajian*
- Polii, R. A., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S. (2015). Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 3(3), 206–211.
- Proyek, J., & Sipil, T. (2018). Pemanfaatan limbah biji salak dan tongkol jagung sebagai campuran beton yang menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik mutu tinggi ramah lingkungan. 1(1), 1–8.
- Salain, I. M. A. K. (2007). Perbandingan Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton yang

Menggunakan Semen Portland Pozzolan dengan yang Menggunakan Semen Portland Tipe I. Seminar dan Pameran HAKI 2007 - “Konstruksi Tahan Gempadi Indonesia,” July, 1–6.

Simanjuntak, J. O., Saragi, T. E., & Lumban Gaol, B. T. (2020). Beton Bermutu Dan Ramah Lingkungan Dengan Memanfaatkan

LIMBAH TONGKOL JAGUNG (Penelitian Laboratorium). *Jurnal Visi Eksakta*, 1(1), 79–98. <https://doi.org/10.51622/eksakta.v1i1.53>

Simatupang, P. H., Nasjono, J. K., & Mite, K. G. (2017). Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan. *Jurnal Teknik Sipil*, VI(2), 219–230.

Sulianti, I. K. A. (2018). Analisis Pengaruh Besar Butiran Agregat Kasar Terhadap. *Jurnal Forum Meknika*, 7.

Tamdullah, Habib. (2014). Dampak Penggunaan Dan Analisa Pengaruh Styrofoam Sebagai Substitusi Pasir Dengan Bahan Tambah Plastiment-VZ Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(2), 254–263.

Yulius Rief Alkhaly, Cok Nando Panondang, Z. (2015). Kuat Tekan Beton Polimer Berbahan Abu Vulkanik Gunung Sinabung Dan Resin Epoksi. *Teras Jurnal*, 5(2), 125–132.

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 : Saringan Agregat Kasar.



Lampiran 2 : Saringan Agregat Halus.



Lampiran 3 : Timbangan Digital.



Lampiran 4 : Pan.



Lampiran 5 : Ember.



Lampiran 6 : Kerucut Abrams.



Lampiran 7 : Tonggat Pematik.



Lampiran 8 : Penggaris/ Mistar.



Lampiran 9 : Skop Tangan.



Lampiran 10 : Skrap.



Lampiran 11 : Tabung Ukur.



Lampiran 12 : Sarung Tangan.



Lampiran 13 : Cetakan Silinder.



Lampiran 14 :Kuas.



Lampiran 15 : Oven.



Lampiran 16 : Mesin Kuat Tekan (Compression Test).



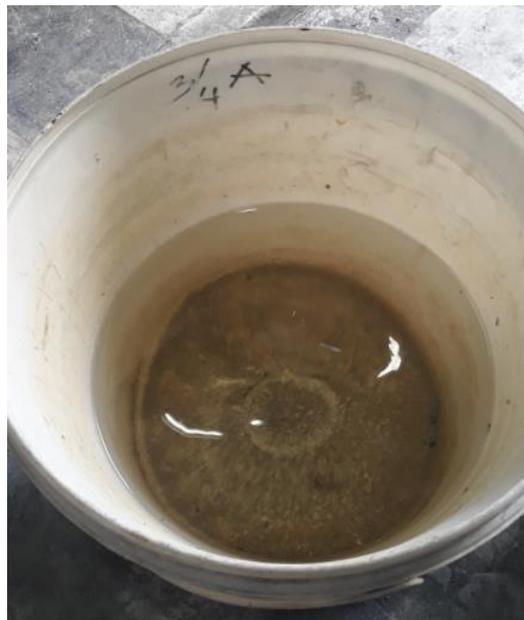
Lampiran 17 : Bak Perendaman.



Lampiran 18 : Mixer Beton.



Lampiran 19 : Semen.



Lampiran 20 : Air.



Lampiran 21 : Agregat Kasar.



Lampiran 22 : Agregat Halus.



Lampiran 23 : Abu Jonggol Jagung.



Lampiran 24 : *SIKA VISCOCREATE 8670-Mn*.



Lampiran 25 : Mengaduk Semua Agregat.



Lampiran 26 : Pengujian Slump Test.



Lampiran 27 : Proses perojokan & pencetakan benda uji penelitian.



Lampiran 28 : Perendaman Benda Uji.



Lampiran 29 : Dokumentasi pengujian kuat tekan beton.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Foto (T=5,L=4)

INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : SRI SUHAIBI SYAHPUTRA

Nama Panggilan : Suhaibi

Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 20 – 02 - 1998

Jenis Kelamin : Laki-laki

Alamat : Jl. Kualu No 37 Medan

Agama : Islam

Nama Orang Tua

Ayah : P. Srianto S.Pd.,

Ibu : Syahnur Zannah Purba

No Hp 083803826488

Email :

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa 1707210035

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Jenis Kelamin : Laki-laki

Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan
20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Nama dan Tempat Tahun Kelulusan

Sekolah Dasar SD Negeri 2 Panyabungan

Sekolah Menengah Pertama N 02 Panyabungan

Sekolah Menengah Kejuruan Binaan Provinsi Sumatera Utara
