

TUGAS AKHIR

**PENGARUH SERBUK KULIT PISANG SEBAGAI *FILLER* PADA
AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

DEVITA NANDA SAFITRI

1407210160



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Devita Nanda Safitri

NPM : 1407210160

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Serbuk Kulit Pisang Sebagai *Filler* Pada Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Normal (Studi penelitian)

Bidang Ilmu : Struktur.

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

Medan, Agustus 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

(Ir. Ellyza Chairina, M.si)

Dosen Pembimbing II / Penguji

(Sri Prafanti, S.T, M.T)

Dosen Pembanding I / Penguji

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

Dosen Pembanding II / Penguji

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



Program Studi Teknik Sipil

Ketua,

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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Devita Nanda Safitri

Tempat /Tanggal Lahir: Saentis, 06 Februari 1997

NPM : 1407210160

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh Serbuk Kulit Pisang Sebagai *Filler* Pada Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Normal (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 orisinil dan otentik.

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

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

Medan, 14 Agustus 2018

Saya yang menyatakan,



DEVITA NANDA SAFITRI

ABSTRAK

PENGARUH SERBUK KULIT PISANG SEBAGAI *FILLER* PADA AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

Devita Nanda Safitri

1407210160

Ir. Ellyza Chairina, M.Si.

Sri Prafanti, S.T, M.T

Pada penelitian ini, saya mengambil limbah kulit pisang yang banyak tak terpakai dari penjual gorengan. Karena banyaknya limbah kulit pisang, saya melakukan penelitian dengan limbah kulit pisang tersebut untuk campuran beton. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan kulit pisang dalam campuran beton terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 32 benda uji. Variasi kulit pisang dalam campuran beton diambil mulai dari 3% serbuk kulit pisang, 7% serbuk kulit pisang, 10% serbuk kulit pisang. Untuk mengetahui kuat tekan beton dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 28 hari dan 7 hari. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian serbuk kulit pisang sebagai *filler* agregat halus dalam campuran beton untuk kuat tekan 28 hari pada kuat tekan normal sebesar 41,93 Mpa, kuat tekan dengan penambahan variasi 3% sebesar 38,78 MPa, kuat tekan dengan penambahan variasi 7% sebesar 14,83 Mpa, dan kuat tekan dengan penambahan variasi 10% sebesar 2,22 MPa. Untuk kuat tekan 7 hari pada kuat tekan normal sebesar 48,64 Mpa, kuat tekan dengan penambahan variasi 3% sebesar 40,12 Mpa, kuat tekan dengan penambahan variasi 7% sebesar 15,08 Mpa, kuat tekan dengan penambahan variasi 10% sebesar 2,36 MPa.

Kata kunci: Beton, kulit pisang, serbuk, kuat tekan.

ABSTRACT

THE EFFECT OF BANANA PEEL POWDER AS FILLER ON FINE AGGREGATE ON NORMAL CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH

Devita Nanda Safitri

1407210160

Ir. Ellyza Chairina, M.Si.

Sri Prafanti, S.T, M.T

In this research, I took a lot of unused banana peel waste from a fried food vendors. Because many banana peel waste, I did some research with the banana peel waste for the concrete mix. The purpose of this research is to know the effect of using banana peel in concrete mixture against compressive strength of concrete. This study uses cylindrical test object with size 15 cm and height 30 cm as much as 32 specimen. Variations of banana peels in concrete mixture were taken from 3% banana peel powder, 7% banana peel powder, 10% banana peel powder. To know the compressive strength of concrete is done compressive strength test at age 28 days and 7 days. The results showed that the use of banana bark powder as fine aggregate filler in concrete mixture for 28 days compressive strength at normal compressive strength 41,93 Mpa, compressive strength with addition of 3% variation equal to 38,78 MPa, compressive strength with addition of variation 7 % of 14,83 MPa, and compressive strength with the addition of 10% variation of 2,22 MPa. For a compressive strength of 7 days on a normal compressive strength of 48,64 MPa, compressive strength with addition of 3% variation of 40,12 MPa, compressive strength with addition of 7% variation of 15,08 MPa, compressive strength with 10% variation increase of 2,36 MPa.

Keywords: Concrete, banana peel, powder, strong press.

KATA PENGANTAR

Assalamu`alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabil`alamin, segala puji syukur saya ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga atas barokah dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai mana yang diharapkan.

Adapun judul dari Tugas Akhir ini adalah “Pengaruh Serbuk Kulit Pisang Sebagai *Filler* Pada Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Normal” yang diselesaikan selama kurang lebih 10 bulan. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi syarat menyelesaikan jenjang kesarjanaan Stara 1 pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Selama menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Ellyza Chairina, M.Si. Selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Sri Prafanti, S.T, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T, M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury, S.T, M.Sc. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc. Selaku Ketua 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. Teristimewa sekali kepada Orang Tua penulis, Ayahanda Junaidi, S.Pd dan Ibunda Linawati, S.Pd yang telah mengasuh dan membesarkan penulis dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Efri Putra Kawa Ginting, Desi Damayani Pohan, Dina Indriyana, M. Yogi Ismayadi, Adisti, Alfian Ramadhan, Cindy Ramadanti. Terima kasih telah memberi surport dan bantuan nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Dan rekan–rekan seperjuangan Penelitian Beton, serta teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan memberi semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan keterbatasan waktu serta kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil.

Wasalamu`alaikum Wr.Wb

Medan, 14 Agustus 2018



(Devita Nanda Safitri)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton	6
2.3 Sifat-Sifat Beton	7
2.3.1 Kemudahan Pengerjaan (<i>workability</i>)	7
2.3.2 <i>Segregation</i> (pemisahan kerikil)	8
2.3.3 <i>Bleeding</i>	8
2.3.4 Faktor Air Semen (FAS)	8
2.3.5 <i>Slump Test</i>	9
2.3.6 Umur Beton	10
2.4 Bahan Penyusun	11
2.4.1 Semen	11
2.4.2 Air	13

2.4.3	Agregat	14
2.4.3.1	Agregat Halus	15
2.4.3.2	Agregat Kasar	18
2.5	Kulit Pisang	20
2.6	Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-2000	21
2.7	Perawatan Beton	31
2.8	Pengujian Kuat Tekan	32
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		
3.1.	Bagan Alir Penelitian	35
3.1.1.	Metodologi Penelitian	35
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.3.	Bahan dan Peralatan	37
3.3.1.	Bahan	37
3.3.2.	Peralatan	37
3.4.	Persiapan Penelitian	38
3.5.	Pemeriksaan Agregat	38
3.6.	Pemeriksaan Agregat Halus	38
3.6.1.	Kadar Air Agregat Halus	39
3.6.2.	Kadar Lumpur Agregat Halus	39
3.6.3.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	40
3.6.4.	Berat Isi Agregat Halus	41
3.6.5.	Analisa Saringan Agregat Halus	41
3.7.	Pemeriksaan Agregat Kasar	44
3.7.1.	Kadar Air Agregat Kasar	44
3.7.2.	Kadar Lumpur Agregat Kasar	45
3.7.3.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	45
3.7.4.	Berat Isi Agregat Kasar	46
3.7.5.	Analisa Saringan Agregat Kasar	47
3.7.6.	Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	49
3.8.	Perencanaan Campuran Beton	50
3.9.	Pelaksanaan Penelitian	50

3.9.1. <i>Trial Mix</i>	50
3.9.2. Pembuatan Benda Uji	51
3.9.3. Pengujian <i>Slump</i>	51
3.9.4. Perawatan Beton	51
3.9.5. Pengujian Kuat Tekan	51
BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	52
4.1.1 Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i>	61
4.2 Pembuatan Benda Uji	67
4.3 <i>Slump Test</i>	68
4.4 Kuat Tekan Beton	69
4.4.1 Kuat Tekan Beton Normal	70
4.4.2 Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk Kulit Pisang 3%	70
4.4.3 Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk Kulit Pisang 7%	71
4.4.4 Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk Kulit Pisang 10%	72
4.5 Pembahasan	73
BAB 5 KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi bahan pembentuk beton	6
Tabel 2.2	Perkiraan kuat tekan beton dengan FAS 0,5 dan jenis semen serta agregat kasar yang biasa dipakai di indonesia	9
Tabel 2.3	Perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur (hari)	11
Tabel 2.4	Persyaratan mutu dari sifat-sifat kimia semen	12
Tabel 2.5	Batasan gradasi untuk agregat halus	16
Tabel 2.6	Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar	19
Tabel 2.7	Kandungan kulit pisang	21
Tabel 2.8	Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia	22
Tabel 2.9	Tingkat mutu pekerjaan pembetonan	22
Tabel 2.10	Perkiraan kadar air bebas (kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton	24
Tabel 2.11	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus	25
Tabel 2.12	Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat	25
Tabel 2.13	Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air	27
Tabel 2.14	Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan	33
Tabel 2.15	Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur	34
Tabel 3.1	Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus	39
Tabel 3.2	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat Halus	39
Tabel 3.3	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	40
Tabel 3.4	Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus	41
Tabel 3.5	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus	41

Tabel 3.6	Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar	44
Tabel 3.7	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	45
Tabel 3.8	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	46
Tabel 3.9	Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar	46
Tabel 3.10	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	47
Tabel 3.11	Data-data dari hasil pengujian keausan agregat	49
Tabel 4.1	Data <i>Mix Design</i> campuran beton	52
Tabel 4.2	Perencanaan campuran beton	53
Tabel 4.3	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.	55
Tabel 4.4	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.	56
Tabel 4.5	Banyak serbuk kulit pisang dan pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji dan 32 benda uji	58
Tabel 4.6	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 32 benda uji.	60
Tabel 4.7	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 32 benda uji	60
Tabel 4.8	Jumlah kadar air bebas yan di tentukan	63
Tabel 4.9	Hasil pengujian nilai <i>slump</i>	68
Tabel 4.10	Hasil pengujian kuat tekan beton normal	70
Tabel 4.11	Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran serbuk kulit pisang 3%	71
Tabel 4.12	Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran serbuk kulit pisang 7%	72
Tabel 4.13	Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran serbuk kulit pisang 10%	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah gradasi pasir kasar	17
Gambar 2.2	Daerah gradasi pasir sedang	17
Gambar 2.3	Daerah gradasi pasir agak halus	18
Gambar 2.4	Daerah gradasi pasir halus	18
Gambar 2.5	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton	23
Gambar 2.6	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm	28
Gambar 2.7	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm	28
Gambar 2.8	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	29
Gambar 2.9	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	30
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	36
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus	43
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm	49
Gambar 4.1	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton	62
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	64
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	65
Gambar 4.4	Beban tekan pada benda uji silinder	69
Gambar 4.5	Grafik hasil kuat tekan beton	74

DAFTAR NOTASI

$f'c$	=	Kuat Tekan	(Mpa)
FM	=	Modulus Kehalusan	-
P	=	Beban Tekan	(Kg)
A	=	Luas Penampang	(cm ²)
t	=	Tinggi Silinder	(cm)
d	=	Diameter Silinder	(cm)
n	=	Jumlah Benda Uji	(Buah)
V	=	Volume	(cm ³)
W	=	Berat	(kg)
B _{jcamp}	=	Berat Jenis Agregat Campuran	(gr/cm ³)
B _{jh}	=	Berat Jenis Agregat Halus	(gr/cm ³)
B _{jk}	=	Berat Jenis Agregat Kasar	(gr/cm ³)
K _h	=	Persentasi Berat Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran	(%)
K _k	=	Persentasi Berat Agregat Kasar Terhadap Agregat Campuran	(%)
W _{agr,camp}	=	Kebutuhan Berat Agregat Campuran Per Meter Kubik Beton	(kg/m ³)
W _{agr,h}	=	Kebutuhan Berat Agregat Halus Per Meter Kubik Beton	(kg/m ³)
W _{agr,k}	=	Kebutuhan Berat Agregat Kasar Per Meter Kubik Beton	(kg/m ³)
W _{btn}	=	Berat Beton Per Meter Kubik Beton	(kg/m ³)
W _{air}	=	Berat Air Per Meter Kubik Beton	(kg/m ³)
W _{smn}	=	Berat Semen Per Meter Kubik Beton	(kg/m ³)
B	=	Jumlah Air	(kg/m ³)
C	=	Jumlah Agregat Halus	(kg/m ³)
D	=	Jumlah Agregat Kasar	(kg/m ³)
C _a	=	Absorsi Agregat Halus	(%)
D _a	=	Absorsi Agregat Kasar	(%)
C _k	=	Kandungan Air Agregat Halus	(%)
D _k	=	Kandungan Air Agregat Kasar	(%)
K.T. Var	=	Kuat Tekan Variasi	(MPa)
K.T. Nor	=	Kuat Tekan Normal	(MPa)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton yang merupakan campuran antara semen, agregat kasar, agregat halus, air dan dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya dengan perbandingan tertentu. Banyak segi keuntungan yang diperoleh dari beton, seperti memiliki kekuatan yang besar terhadap tekan, mutu dapat direncanakan sesuai kebutuhan dan mudah didapat serta relatif memerlukan biaya yang murah dalam pengangkutan, pencetakan dan perawatannya.

Bila dikaitkan dengan perkembangan zaman yang juga terus membutuhkan beton dalam jumlah besar sebagai bahan dalam konstruksi. Hal ini mengakibatkan munculnya ide baru yang dicetuskan oleh para ahli untuk memanfaatkan bahan habis pakai/limbah sebagai bahan pengganti maupun campuran dalam komponen pembuatan beton.

Seiring dengan terus berkembangnya zaman di era globalisasi dan kemajuan teknologi yang terus pesat. Hal ini mengakibatkan terus bermunculnya benda-benda tak habis pakai atau limbah menumpuk karena tak semuanya dapat di daur ulang menjadi hal yang bermanfaat, sehingga keberadaannya yang terus meningkat menjadi masalah di setiap negara. Salah satunya limbah kulit pisang.

Penggunaan batang pisang yang termasuk limbah terbuang pun pernah diteliti sebagai bahan campuran beton oleh Junaidi (2015) menghasilkan kesimpulan bahwa dari hasil penelitian kuat tekan beton normal dan penambahan abu batang pisang dengan persentase penambahan 5% sampai 20% didapat dari berat semen yang digunakan. Hasil penelitian di laboratorium didapat kuat beton normal 22,40 kg/cm². Untuk penambahan abu batang pisang 5% sampai 15% mengalami kenaikan kuat tekan beton dan penambahan abu batang pisang diatas 15% mengalami penurunan kuat tekan beton.

Pisang adalah salah satu buah yang sangat populer di dunia. Menurut data FAO (2011), buah ini dapat dikonsumsi mencapai 145 juta ton per tahun di dunia.

Hal ini tentu menghasilkan jumlah limbah yang besar. Jumlah kulit pisang yang cukup banyak akan memiliki nilai jual yang menguntungkan apabila bisa dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton. Namun, banyak orang yang belum mengetahui manfaat limbah dari kulit pisang yang sering kali langsung dibuang.

Berdasarkan hal tersebut penulis akan melakukan penelitian pada kulit pisang sebagai bahan tambah untuk campuran beton yang diharapkan dapat memberikan nilai guna dan ekonomis pada limbah yang tidak terpakai. Pada kandungan kulit pisang terdapat senyawa kimia yang mungkin dapat mempengaruhi campuran beton, sehingga dicoba untuk memeriksa kuat tekan beton dengan limbah kulit pisang.

Pada penyusunan tugas akhir ini, penulis mengambil judul “Pengaruh Serbuk Kulit Pisang Sebagai *Filler* Pada Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Normal”.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dihadapi dalam melakukan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan serbuk kulit pisang terhadap kuat tekan beton ?
2. Bagaimana kuat tekan beton setelah penambahan campuran serbuk kulit pisang pada umur beton 7 hari dan 28 hari?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini menjadi lebih sederhana dan memenuhi persyaratan teknis maka perlu diambil beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Metode perancangan beton (*mix design*) menggunakan buku panduan praktikum merencanakan campuran beton pada Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000).
2. Penambahan 3% serbuk kulit pisang, 7% kulit pisang dan 10% serbuk kulit pisang dalam campuran beton .
3. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

4. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari dengan jumlah sample 4 buah pada masing masing campuran beton .

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan serbuk limbah kulit pisang terhadap kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui kuat tekan beton setelah penambahan campuran serbuk kulit pisang pada umur beton 7 hari dan 28 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui perbandingan kualitas kuat tekan beton yang memakai bahan tambah serbuk kulit pisang dengan persentasi yang telah ditentukan.
2. Sebagai ilmu referensi dan pengetahuan bagi semua pihak terutama yang berhubungan pada beton yang menggunakan campuran kulit pisang.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir adalah sebagai berikut :

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan tentang teori yang berhubungan dengan tugas akhir.

3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data, dan metode analisis data.

4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil penelitian, permasalahan dan pemecahan masalah selama penelitian.

5. BAB 5 KESIMPILAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari analisa yang telah dilakukan dan juga saran-saran dari penulis.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

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 (Tjokrodimulyo, 2007).

Menurut SNI 03-2834-2000, “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”.

Pengertian beton sendiri adalah merupakan campuran yang homogeny antara semen, air, dan agregat. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyedia lapangan kerja. Hal yang menjadi pertimbangan pada proses produksinya berupa kekuatan tekan yang tinggi dan kemudahan pengerjaannya, serta kelangsungan proses pengadaan beton (Mulyono, 2003).

Beton di dapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran

dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran dan kondisi perawatan pengerasannya (Dipohusodo, 1996).

Karakteristik dan kekuatan beton dapat diperkirakan dan ditentukan dari desain atau perencanaan campuran, material penyusun, serta kontrol kualitasnya secara umum, komposisi bahan pembentuk beton berdasarkan jumlah persentase yang biasanya terdapat pada suatu campuran beton dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Komposisi bahan pembentuk beton (Murdock dan Brook, 1991).

Nama Bahan	Jumlah (%)
Agregat kasar dan halus	60 – 80
Semen	7 – 15
Air	14 – 21
Udara	1 – 8

Pada umumnya, “Beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%.” (Mulyono, 2005). Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Kekuatan beton akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur. Berdasarkan standar, karakteristik kuat tekan beton ditentukan ketika beton telah berumur 28 hari, karena kekuatan beton akan naik secara cepat atau linier sampai umur 28 hari. Sifat beton diantaranya mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi.

2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Menurut Mulyono (2004) sebagai bahan konstruksi, beton mempunyai kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

Kelebihan beton antara lain:

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
2. Mampu memikul beban yang berat.
3. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.

4. Biaya pemeliharaan yang kecil.
5. Tahan terhadap serangan api dan juga terhadap serangan korosi.

Kekurangan beton antara lain:

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
3. Berat dan memiliki daya pantul suara yang besar.

2.3. Sifat-Sifat Beton

2.3.1. Kemudahan Pengerjaan (*workability*)

Salah satu sifat beton sebelum mengeras (beton segar) adalah kemudahan pengerjaan (*workability*). *Workability* adalah tingkat kemudahan pengerjaan beton dalam mencampur, mengaduk, menuang, dalam cetakan dan pemadatan tanpa homogenitas beton berkurang dan beton tidak mengalami pemisahan (*bleeding*) yang berlebihan untuk mencapai kekuatan beton yang diinginkan.

Workability akan lebih jelas pengertiannya dengan adanya sifat-sifat berikut:

1. *Mobility* adalah kemudahan adukan beton untuk mengalir dalam cetakan.
2. *Stability* adalah kemampuan adukan beton untuk selalu tetap homogen, selalu mengikat, dan tidak mengalami pemisahan butiran (*segregasi* dan *bleeding*).
3. *Compactibility* adalah kemudahan adukan beton untuk dipadatkan sehingga rongga-rongga udara dapat berkurang.
4. *Finishibility* adalah kemudahan adukan beton untuk mencapai tahap akhir yaitu mengeras dengan kondisi yang baik.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat *workability* antara lain:

1. Jumlah air yang digunakan dalam campuran adukan beton. Semakin banyak air yang digunakan, maka beton segar semakin mudah dikerjakan.
2. Penambahan semen ke dalam campuran juga akan memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai FAS tetap.
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan, maka adukan beton akan mudah dikerjakan.

4. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah cara pengerjaan beton.
5. Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan dikerjakan (Tjokrodinuljo, 1996).

2.3.2. Segregation (pemisahan kerikil)

Kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan *segregasi* (Mulyono, 2004). Hal ini menyebabkan sarang kerikil pada beton akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. *Segregasi* ini disebabkan oleh beberapa hal yaitu:

1. Campuran kurus dan kurang semen.
2. Terlalu banyak air.
3. Ukuran maksimum agregat lebih dari 40 mm.
4. Permukaan butir agregat kasar yang terlalu kasar.

2.3.3. Bleeding

Bleeding adalah pengeluaran air dari adukan beton yang disebabkan oleh pelepasan air dari pasta semen. Sesaat setelah dicetak, air yang terkandung di dalam beton segar cenderung untuk naik ke permukaan.

Akibat dari peristiwa ini:

1. Bagian atas lapis terlalu basah, yang akan menghasilkan beton berpori dan lemah.
2. Air dapat berkumpul dalam-dalam kerikil-kerikil dan baja tulangan horizontal, hingga menimbulkan rongga-rongga besar.

2.3.4. Faktor Air Semen (FAS)

FAS sebagai *water to cementious ratio* dapat didefinisikan rasio berat air terhadap berat total semen (Muyono, 2004). Telah diketahui secara umum bahwa semakin besar nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Dengan demikian, untuk menghasilkan sebuah beton mutu tinggi FAS dalam beton haruslah rendah. Umumnya nilai FAS minimum untuk beton normal sekitar 0,4

dan nilai maksimum 0,65. Tujuan pengurangan FAS ini adalah untuk mengurangi hingga seminimal mungkin porositas beton sehingga akan dihasilkan beton mutu tinggi. Mulyono (2004) membuat perkiraan kuat tekan beton dengan FAS 0,5 yang dapat dilihat seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Perkiraan kuat tekan beton dengan FAS 0,5 dan jenis semen serta agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia (SNI.T-15-1990-03:6)

JENIS SEMEN	JENIS AGREGAT KASAR	KEKUATAN TEKAN (MPa), PADA UMUR (HARI)				BENTU K BENDA UJI
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe I atau Semen tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecah (alami)	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen Portland Tipe II, V	Batu tak dipecah (alami)	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecah (alami)	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah (alami)	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

2.3.5. Slump Test

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing-masing campuran baik pada beton standar maupun beton yang menggunakan *additive* dan bahan penambah (*admixture*). Nilai *slump* juga dipakai sebagai salah satu penentu kekuatan beton. Nilai *slump* yang terlalu besar menghasilkan beton yang kurang baik, nilai *slump* yang terlalu kecil menghasilkan beton yang sukar dikerjakan. Maksud pemeriksaan nilai *slump* adalah untuk mengukur konsistensi campuran adukan beton secara pendekatan (tidak tepat). Pengujian *slump* ini dilakukan dengan alat berbentuk kerucut terpancung, yang diameter atasnya 10 cm dan diameter bawahnya 20 cm dan tinggi 30 cm, dilengkapi dengan kuping untuk mengangkat beton segar dan tongkat pemadat diameter 16 mm sepanjang minimal 60 cm (Mulyono, 2004).

Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan *slump* dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat. Besarnya nilai slump bergantung pada jenis dan banyaknya semen Portland, jumlah air campuran dan Gradasi bahan batuan.

2.3.6. Umur Beton

Kekuatan desak beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan desak beton pada kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun di muka. Biasanya kekuatan desak rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau di tambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I (OPC-1). Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja desaknya (Mulyono, 2005).

Kuat desak beton akan bertambah tinggi dengan bertambahnya umur (Tjokrodimuljo, 2007). Yang dimaksud umur disini adalah dihitung sejak beton dicetak. Laju kenaikan kuat desak beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu akan semakin lambat dan laju kenaikan itu akan menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 28 hari. Sebagai standar kuat desak beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) adalah kuat desak beton pada umur 28 hari. Jika pengetesan benda uji dilaksanakan tidak pada umur 28 hari, maka perhitungan kekuatan tekan beton dikalikan dengan angka perbandingan seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Perbandingan Kekuatan Beton Pada Berbagai Umur (Butarbutar, 2014)

Umur Beton	Faktor						
3	0,40	13	0,847	23	0,964	50	1,06
4	0,463	14	0,8	24	0,971	51	1,09
5	0,525	15	0,89	25	0,979	55	1,09
6	0,588	16	0,90	26	0,986	56	1,10
7	0,65	17	0,91	27	0,993	65	1,15
8	0,683	18	0,92	28	1,00	66	1,18
9	0,716	19	0,93	35	1,00	90	1,20
10	0,749	20	0,94	36	1,03	350	1,35
11	0,781	21	0,95	45	1,03	360	1,35
12	0,814	22	0,957	46	1,06	365	1,35

2.4 Bahan Penyusun Beton

2.4.1. Semen

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar, sedangkan jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*hardened concrete*). Fungsi semen ialah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butiran agregat.

Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Semen non-hidrolik, yaitu semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contohnya adalah kapur.
2. Semen hidrolik, yaitu semen yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contohnya adalah kapur hidrolik, semen pozollan, semen terak, semen alam, semen Portland, semen Portland pozollan, semen Portland terak dapur tinggi, semen alumina dan semen expansif.

Semen yang digunakan pada pengujian ini adalah semen Portland. Menurut ASTM C-150,1985, Semen Portland adalah suatu bahan pengikat hidrolis

(*hydraulic binder*) yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari Kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk Kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Menurut (SK SNI S-04-1989-F) semen Portland dibedakan menjadi 5 jenis yaitu:

1. Tipe I, semen Portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya. Digunakan untuk bangunan-bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
2. Tipe II, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton yang terus menerus.
3. Tipe III, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
5. Tipe V, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Tabel 2.4: Persyaratan mutu dari sifat-sifat kimia semen (ASTM C150, 1986).

Uraian	Tipe Semen				
	I	II	III	IV	V
MgO, % maksimum	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
SO ₃ , % maksimum	-	-	-	-	-
C ₃ A ≤ 8,0 %	3,0	3,0	3,5	2,3	2,3
C ₃ A ≤ 8,0 %	3,5	-	4,5	-	-
Hilang Pijar, % maksimum	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5
Bagian tak larut, % maksimum	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Alkali sebagai Na ₂ O, % maksimum	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
C ₂ S, % maksimum	-	-	-	35	-
C ₃ S, % maksimum	-	-	-	40	-
C ₃ A, % maksimum	-	8	15	7	5
C ₃ AF + 2C ₃ A, atau C ₄ AF + C ₂ F, maksimum	-	-	-	-	20
C ₃ S + C ₃ A, % maksimum	-	58	-	-	-

Bahan baku untuk pembuatan semen terdiri atas:

- Kapur (CaI)
- Silika (SiO₂)
- Alumina (Al₂O₃)
- Fe₂O₃

Keempatnya bereaksi satu sama lain di dalam membentuk klinker (setelah dipanaskan pada temperatur 1400°C). Klinker tersebut mengandung 4 senyawa kompleks, yaitu:

- *Tricalcium Silicate* (C₃S)
- *Dicalcium Silicate* (C₂S)
- *Tricalcium Aluminate* (C₃A)
- *Tetra Calcium Aluminoferrit* (C₄AF)

Agar semen tetap memenuhi syarat meskipun disimpan dalam waktu lama, cara penyimpanan semen perlu diperhatikan. Semen harus terbebas dari bahan kotoran luar. Semen dalam kantong harus disimpan dalam gedung tertutup, terhindar dari basah dan lembab, dan tidak tercampur dengan bahan lain.

2.4.2. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahkan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (Mulyono,2004).

Air adalah bahan yang digunakan sebagai campuran beton. Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting. Air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi

bleeding, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan yang lemah.

Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut ini (Tjokrodinuljo, 1992):

1. Tidak mengandung organik (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dll) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yaitu tawar, tidak berbau, bila dihembuskan dengan udara tidak keruh dan lain-lain, tetapi berarti air yang digunakan untuk pembuatan beton harus memenuhi syarat sebagai air minum.

Syarat air menurut SNI 03-2847-2002 adalah air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton adalah sebagai berikut:

1. Air yang digunakan dalam campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahkan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertahan logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali pemilihan proporsi campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama dan hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatannya benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

2.4.3. Agregat

Menurut Tjokrodimuljo (1996), Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonnya sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton.

Untuk mendapatkan beton yang baik, diperlukan agregat yang berkualitas baik pula. Agregat yang baik untuk pembuatan beton sebaiknya memenuhi persyaratan (Tjokrodimuljo, 1996) sebagai berikut:

- a. Butir-butirnya tajam, kuat dan bersudut.
- b. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 % untuk agregat halus dan 1 % untuk agregat kasar.
- c. Tidak mengandung zat organis.
- d. Tidak mengandung garam yang menghisap air di udara.
- e. Bersifat kekal, tidak hancur atau berubah karena cuaca.
- f. Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik.

2.4.3.1 Agregat Halus

Menurut SNI 03-2834-2000, Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecahan batu dan mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 3/16 inchi atau 5,00 mm (lolos saringan No. 4).

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh agregat halus menurut spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI S-04-1989-F) adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras.
2. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
3. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
 - a. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 12%.
 - b. Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 10%.
4. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih besar dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian

yang dapat melalui ayakan 0,060 mm. apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka agregat halus harus dicuci.

5. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari *Abrams-Harder*.

Agregat halus yang digunakan harus mempunyai gradasi yang baik, karena akan mengisi ruang-ruang kosong yang tidak dapat diisi oleh material lain sehingga menghasilkan beton yang padat disamping untuk mengurangi penyusutan. Analisa saringan akan memperhatikan jenis dari agregat halus tersebut. Melalui analisa saringan maka akan di peroleh angka *Fine Modulus*. Melalui *Fine Modulus* ini dapat digolongkan 3 jenis pasir yaitu:

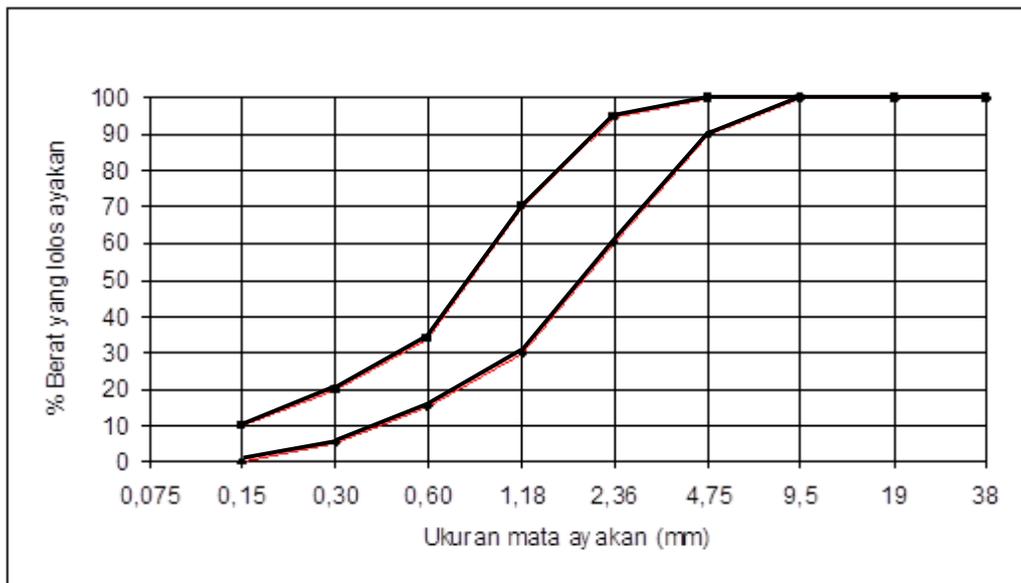
- a. Pasir Kasar : $2,9 < FM < 3,2$
- b. Pasir Sedang : $2,6 < FM < 2,9$
- c. Pasir Halus : $2,2 < FM < 2,6$

Selain itu ada juga batasan gradasi untuk agregat halus, sesuai dengan (SK. SNI T-15-1990-03). Batasan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.5.

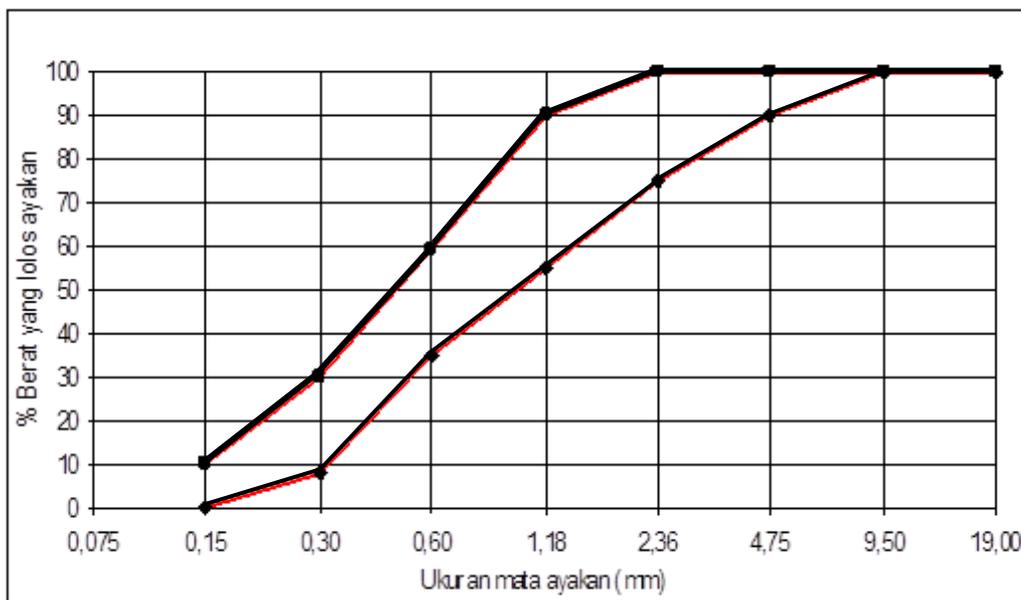
Tabel 2.5: Batasan gradasi untuk agregat halus (SK. SNI T-15-1990-03).

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

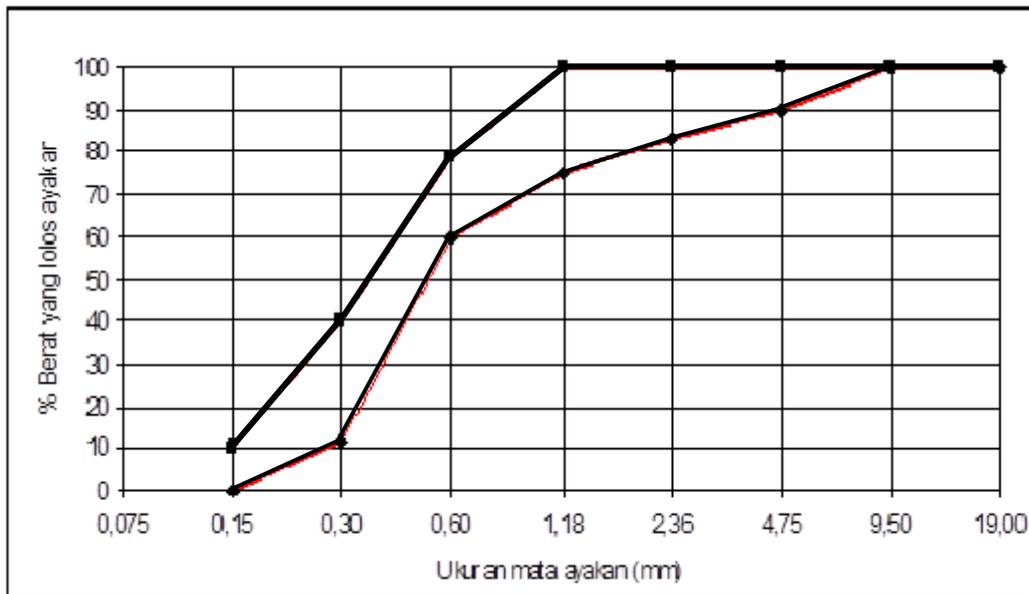
Keterangan : - Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
 - Daerah Gradasi II = Pasir Agak Kasar
 - Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus
 - Daerah Gradasi IV = Pasir Halus



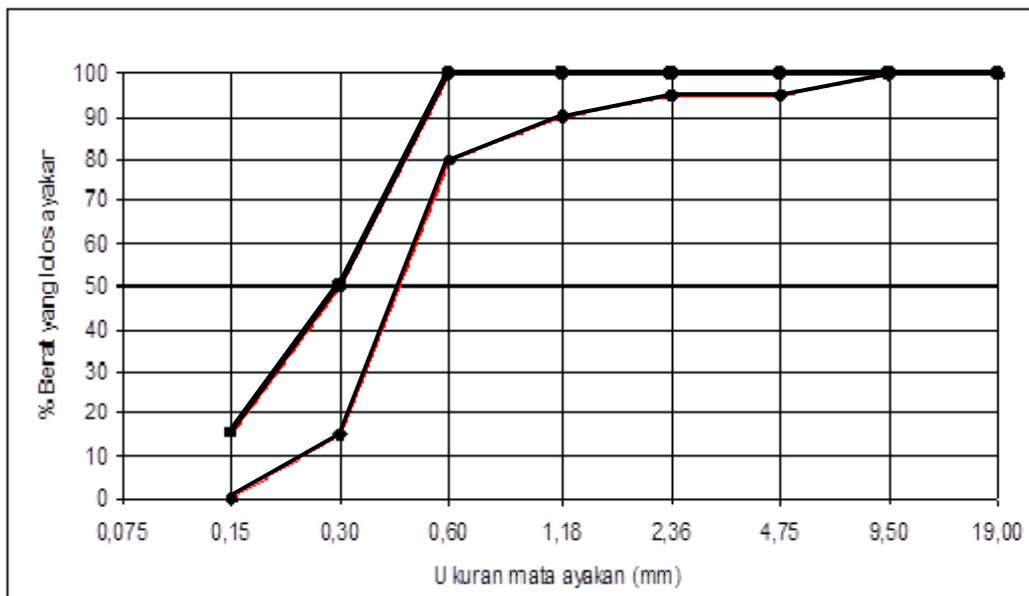
Gambar 2.1: Daerah gradasi pasir kasar (SK. SNI T-15-1990-03).



Gambar 2.2: Daerah gradasi pasir sedang (SK. SNI T-15-1990-03).



Gambar 2.3: Daerah gradasi pasir agak halus (SK. SNI T-15-1990-03).



Gambar 2.4: Daerah gradasi pasir halus (SK. SNI T-15-1990-03).

2.4.3.2 Agregat kasar

Menurut SNI 03-2834-2002, Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5-40 mm. Agregat dengan

butiran-butiran tertinggal diatas ayakan dengan lubang 4,80 mm. Agregat kasar dapat berupa batu kerikil (koral) yang sesuai dengan yang di syartkan ataupun berupa batu pecah (split).

Persyaratan agregat kasar berdasarkan spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK. SNI-S-04-1989-F) sebagai berikut:

1. Butirannya tajam, kuat dan keras.
2. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengeruh cuaca.
3. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
 - a. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%.
 - b. Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 1%. Apabila lebih dari 1% maka krikil harus di cuci.
5. Tidak boleh mengandung zat organik dan bahan alkali yang dapat merusak beton.
6. Tidak boleh mengandung garam.

Agregat kasar yang digunakan pada campuran harus memenuhi persyaratan-persyaratan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (SNI 03-2834-2000).

Ukuran mata ayakan (mm)	Persentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)		
	38-4.76 (40 mm)	19.0-4.76 (20 mm)	9.6-4.76 (10 mm)
38.1	95-100	100	
19.0	37-70	95-100	100
9.52	10-40	30-60	50-85
4.76	0-5	0-10	0-10

Pemeriksaan material agregat kasar ini sesuai dengan standar ASTM C33 (1986), agregat kasar diteliti terhadap:

1. Modulus kehalusan.
2. Berat jenis.
3. Penyerapan (*Absorpsi*).
4. Kadar air.
5. Kadar lumpur.
6. Berat isi.
7. Keausan agregat.

2.5 Kulit Pisang

Tanaman yang sedang dikembangkan penelitiannya adalah tanaman pisang. Pisang adalah salah satu komoditas buah unggulan Indonesia. Luas panen dan produksi pisang selalu menempati posisi pertama. Pada tahun 2002 produksinya mencapai 4.384.384 ton dengan nilai ekonomi sebesar Rp 6,5 triliun.

Produksi tersebut sebagian besar dipanen dari pertanaman kebun rakyat seluas 269.000 ha. Di samping untuk konsumsi segar beberapa kultivar pisang di Indonesia juga dimanfaatkan sebagai bahan baku industri olahan pisang misalnya industri kripik, sale, dan tepung pisang. Perkembangan kebun rakyat dan industri olahan di daerah sentra produksi dapat memberikan peluang baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap perluasan kesempatan berusaha dan kesempatan kerja.

Salah satu provinsi penghasil pisang terbanyak di Indonesia adalah Lampung. Sekitar tahun 2006, total produksi pisang di Indonesia mencapai 5.037.472 ton dengan 10,6% berasal dari Provinsi Lampung. Sepertiga bagian dari total produksi tersebut merupakan kulit pisang.

Pada penelitian sebelumnya, disebutkan bahwa secara *in vitro* kulit pisang memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibanding bagian tanaman pisang lainnya. Aktivitas antioksidan pada kulit pisang mencapai 94,25% pada konsentrasi 125 µg/ml sedangkan pada bagian buah pisang hanya sekitar 70% pada konsentrasi 50 mg/ml (Qomariyah, 2015).

Kulit pisang merupakan salah satu bagian dari tanaman pisang yang selama ini keberadaannya terabaikan. Menurut Munadjim (1998), kulit pisang merupakan bahan buangan (limbah buah pisang) yang cukup banyak jumlahnya yaitu kira-kira 1/3 dari buah pisang yang belum dikupas. Kulit pisang adalah produk dari limbah industri pangan yang dimanfaatkan untuk bahan pakan ternak.

Kandungan unsur gizi dalam kulit pisang cukup lengkap, antara lain seperti Karbohidrat, Protein, Lemak, Kalsium, Zat besi, Fosfor, beberapa vitamin seperti B dan C, serta air. Kesemua unsur ini dapat bermanfaat sebagai sumber energi juga antibodi bagi tubuh manusia.

Kulit pisang mengandung air dalam jumlah besar yaitu mencapai 68,90 %, unsur kedua yg terkandung cukup besar dalam kulit pisang yaitu karbohidrat sebesar 18,50 %. Sisanya terdiri dari protein, zat besi dan unsur lainnya. Pada Tabel 2.7 di bawah ini adalah komposisi lengkap unsur-unsur kimia dalam 100 g kulit pisang :

Tabel 2.7: Kandungan dari kulit pisang (Balai penelitian dan pengembangan Industri, Jatim Surabaya, 1982)

Komponen	Jumlah
Kadar Air	68.90 %
Karbohidrat	18.50 %
Sellulosa	10.17 %
Lemak	2.11 %
Protein	0.32 %
Kalsium	715 mg / 100gr
Fosfor	117 mg / 100gr
Zat Besi	0.60 mg / 100gr
Vitamin B	0.12 mg / 100gr
Vitamin C	17.50 mg / 100gr

2.6 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-2000

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

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

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

Tabel 2.8: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia kurang dari 30 (SNI 03-2834-2000).

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

3. Perhitungan nilai tambah (margin) dapat dilihat pada Tabel 2.9.

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

Tingkat mutu pekerjaan	S (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan rumus:

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

dengan:

f'_{cr} = kuat tekan rata-rata perlu, MPa

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan, MPa

m = nilai tambah, MPa

5. Penetapan jenis semen *portland*

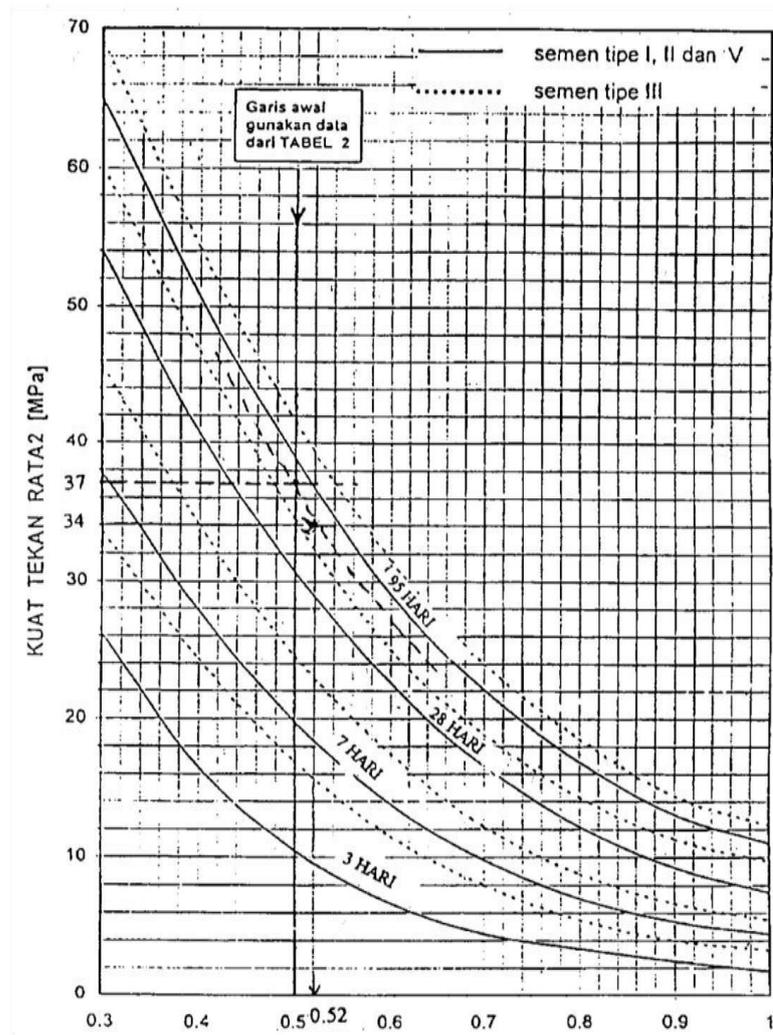
Pada cara ini dipilih semen tipe I.

6. Penetapan jenis agregat

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

7. Penetapan nilai faktor air semen bebas:

Nilai faktor air semen bebas dapat diperoleh dari dari Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton (benda uji bentuk silinder 15 x 30 (SNI 03-2834-2000)).

8. Faktor air semen maksimum.

9. Penetapan nilai *slump*.

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

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

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

11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.10.

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

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

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

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

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

12. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton dihitung dengan:

$$W_{s_{mn}} = 1/F_{as} * W \text{ air} \quad (2.3)$$

F_{as} = Faktor air per meter kubik beton

13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.

14. Menentukan jumlah semen semimumimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.11, 2.12, 2.13. Dari tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

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

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 2.12
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		Lihat Tabel 2.13
b. Air laut		Lihat Tabel 2.13

Tabel 2.12: Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat (SNI 03-2834-2000).

Kadar sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂			Tipe Semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³)			F.A.S
	Dalam Tanah		SO ₃ dalam air tanah g/l		Mm	Mm	Mm	
1.	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15 - 40%)	80	300	350	0,5
2.	0,2 - 0,5	1,0 - 0,9	0,3 - 1,2	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15 -40%)	290	330	350	0,5

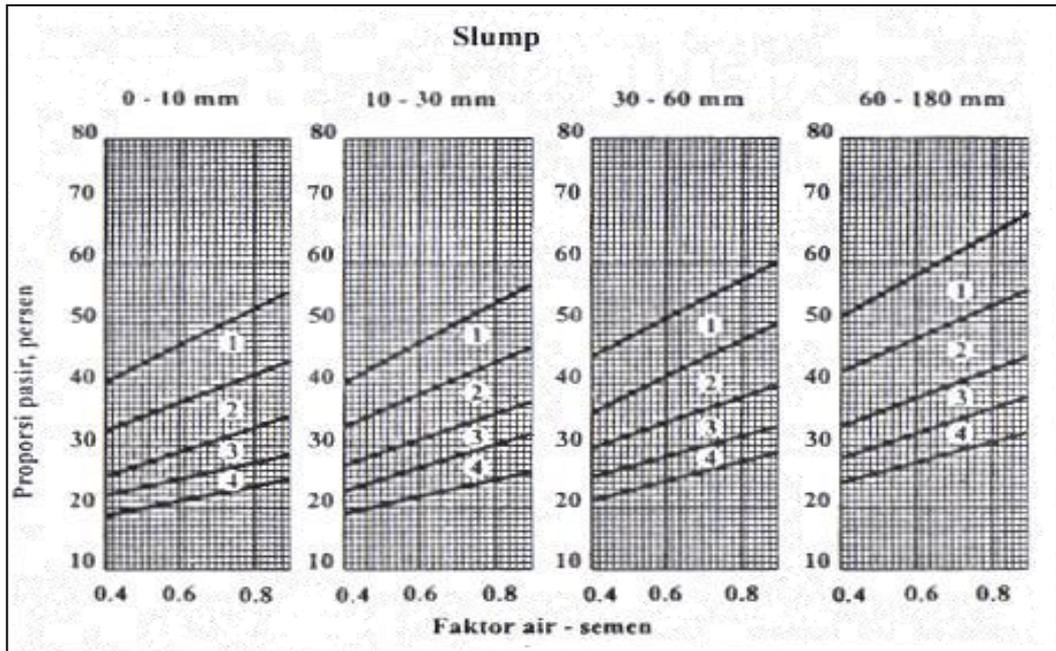
Tabel 2.12: *Lanjutan.*

Kadar sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂		Tipe Semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³)			F.A. S
	Dalam Tanah	SO ₃ dalam air tanah g/l		Mm	Mm	Mm	
			Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	270	310	360	0,55
			Tipe II atau Tipe V	250	290	340	0,55
3.	0,5 – 1	1,9 - 3,1	Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	340	380	430	0,45
4.	1,0 - 2,0	3,1 - 5,6	Tipe II atau Tipe V	290	330	380	0,50
			Tipe II atau Tipe V	330	370	420	0,45
5.	Lebih dari 2,0	Lebih dari 5,6	Tipe II atau Tipe V Lapisan Pelindung	330	370	420	0,45

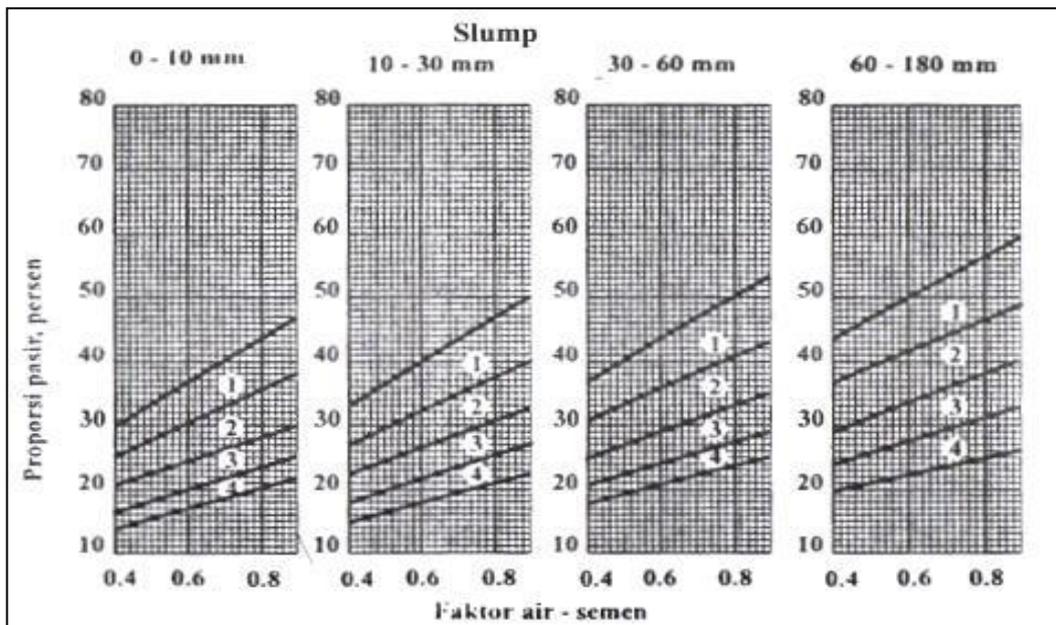
Tabel 2.13: Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air (SNI 03-2834-2000).

Jenis beton	Kondisi lingkungan yang berhubungan dengan	Faktor air maks.	Tipe semen	Kandungan semen minimum (kg/m ³)	
				Ukurannominal Maksimum agregat	
				40	20 mm
Bertulang atau Pra tegang	Air tawar	0,50	Tipe-V	280	300
	Air payau	0,45	Tipe I + Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	340	380
	Air laut	0,50	Tipe II atau Tipe V		

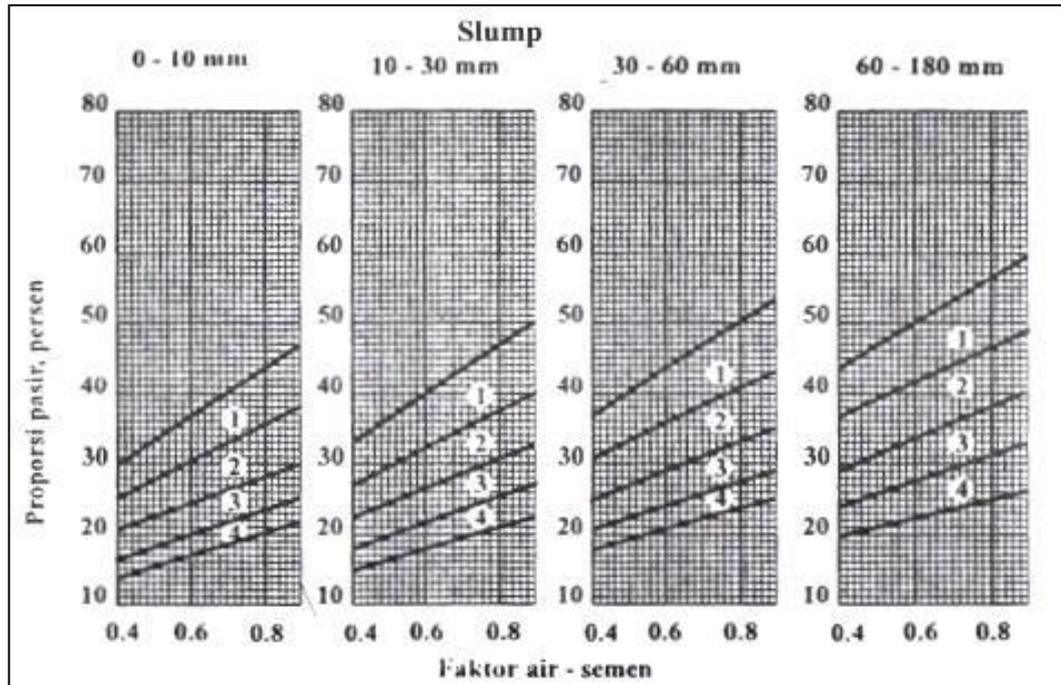
15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Penetapan jenis agregat halus:
Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar (Gambar 2.1) , agak kasar (Gambar 2.2), agak halus (Gambar 2.3) dan pasir halus (Gambar 2.4).
17. Penetapan jenis agregat kasar menurut Tabel 2.6.
18. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.
Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut slump yang digunakan secara tegak lurus berpotongan yang dapat dilihat pada Gambar 2.6, Gambar 2.7, dan Gambar 2.8.



Gambar 2.6: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.7: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.8: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000).

19. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$B_j \text{ camp} = K_h/100 \times B_{jh} + K_k/100 \times B_{jk} \quad (2.4)$$

Dimana:

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

B_{jh} = berat jenis agregat halus

B_{jk} = berat jenis agregat kasar

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

20. Perkiraan berat isi beton

Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 2.9.

21. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus:

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

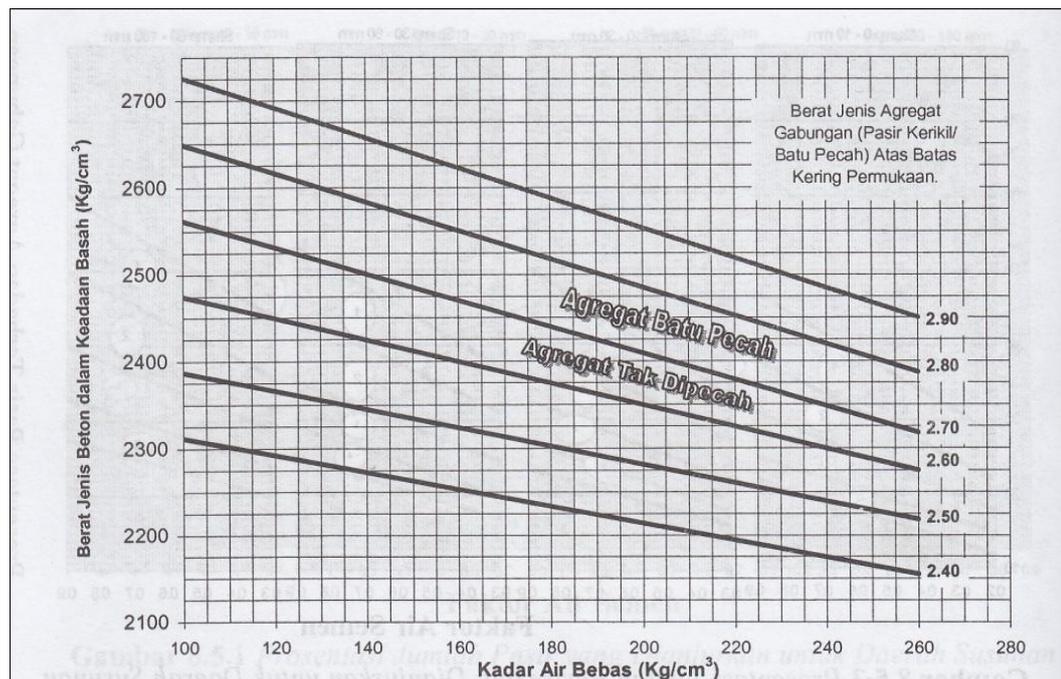
Dengan:

$W_{agr,camp}$ = Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3)

W_{btn} = Berat beton per meter kubik beton (kg/m^3)

W_{air} = Berat air per meter kubik beton (kg/m^3)

W_{smn} = Berat semen per meter kubik beton (kg/m^3)



Gambar 2.9: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).

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

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus:

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

Dengan:

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran (%)

$W_{agr,camp}$ = kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3)

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

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

Dengan :

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran (%)

$W_{agr,camp}$ = kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3)

24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m^3 adukan.

25. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan

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

$$a. \text{ Air} = B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (2.8)$$

$$b. \text{ Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \quad (2.9)$$

$$c. \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (2.10)$$

Dengan:

B adalah jumlah air (kg/m^3)

C adalah agregat halus (kg/m^3)

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

C_a adalah absorpsi air pada agregat halus (%)

D_a adalah absorpsi agregat kasar (%)

C_k adalah kandungan air dalam agregat halus (%)

D_k adalah kandungan air dalam agregat kasar (%)

2.7. Perawatan Beton

Hidrasi pada semen terjadi karena adanya air yang dicampurkan ke dalam adukan beton. Kondisi ini harus dipertahankan agar reaksi hidrasi kimiawi terjadi dengan sempurna. Jika beton terlalu cepat mengering, maka akan terjadi retak pada permukaannya.

Kekuatan beton akan berkurang sebagai akibat retak ini, juga akibat kegagalan mencapai reaksi kimiawi penuh. Kondisi perawatan beton yang baik dapat dicapai dengan melakukan beberapa langkah, yaitu:

1. *Water (Standar Curing)*

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

2. *Exposed Atmosfer*

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

3. *Sealed* atau *wrapping*

Perawatan beton dengan cara ini membalut dan menutupi semua permukaan beton. Beton dilindungi dengan karung basah agar uap air yang terdapat dalam beton tidak hilang.

4. *Steam Curing* (perawatan uap)

Perawatan dengan uap sering kali digunakan untuk beton yang dihasilkan dari pabrik. Temperatur perawatan uap ini 80-150°C dengan tekanan udara 76 mmHg dan biasanya lama perawatan satu hari.

5. *Autoclave*

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

2.8. Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan (*Compressive Strength*) untuk setiap umur beton dan kuat tekan rata-ratanya tergantung pada karakteristik pemakain semen, penggunaan bahan lain pembentuk beton dan kehalusan bahan tambahan.

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

$$f \text{ (saat pengujian)} = \frac{P}{A} \quad (2.11)$$

Dimana:

f (saat pengujian) = Kuat tekan saat pengujian (kg/cm^2)

P = Beban tekan (kg)

A = Luas penampang (cm^2)

Menurut ASTM C-39 (1993), pengujian kuat tekan beton memiliki toleransi waktu yang telah diatur sedemikian rupa sehingga diharapkan pada saat melakukan pengetesan, tidak melebihi atau kurang dari waktu yang telah ditentukan, sesuai dengan Tabel 2.14.

Tabel 2.14: Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan (ASTM C-39, 1993).

Umur Pengujian	Toleransi Waktu yang Diizinkan
24 jam	0,5 jam atau 2,1%
3 hari	2 jam atau 2,8%
7 hari	6 jam atau 3,6%
28 hari	20 jam atau 3,0%
90 hari	48 jam atau 2,2%

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

Estimasi kuat tekan dilakukan terhadap kuat tekan umur 28 hari:

$$f \text{ (estimasi 28 hari)} = \frac{f(\text{saat pengujian})}{\text{koefisien}} \quad (2.12)$$

Dimana:

f (estimasi 28 hari) = kuat tekan estimasi 28 hari (kg/cm^2)

f (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm^2)

koefisien = koefisien dari umur beton

Koefisien dari umur beton diperoleh dari jumlah hari beton selesai dicetak hingga beton di tes kuat tekannya. Pada Tabel 2.15 dijelaskan beberapa koefisien umur hari pada beton.

Tabel 2.15: Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodinuljo, 2007).

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

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

3.1.1. Metodologi Penelitian

Metodologi merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Penelitian ini menggunakan beberapa pengumpulan data, diantaranya pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan pada agregat yang digunakan, diantaranya adalah pemeriksaan agregat halus berupa pasir dan agregat kasar berupa batu pecah.

Berikut ini adalah cara-cara yang digunakan untuk memperoleh pengumpulan data-data:

1. Data primer

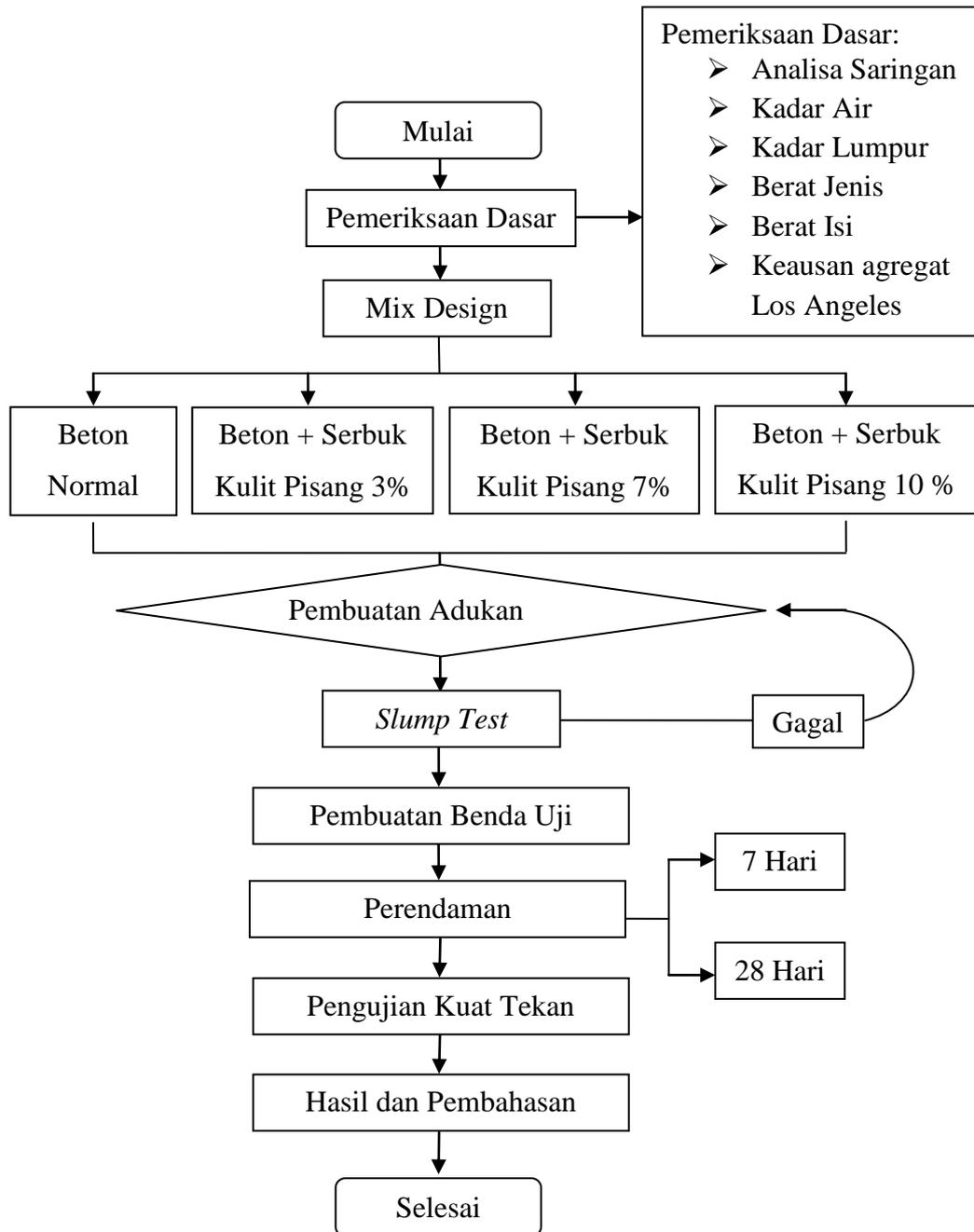
Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

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

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Beton di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai *aditive*, SNI-03-2834 (2000), PBI (Peraturan Beton Indonesia),

ASTM C33 (1985) serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan. Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Februari 2018 hingga Mei 2018. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jln. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

3.3. Bahan dan Peralatan

3.3.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang Tipe I PPC (*Portland Pozzolan Cement*).

b. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Binjai dengan cara pengerukan dasar sungai.

c. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah dengan ukuran maksimum 40 mm yang diperoleh dari daerah Binjai.

d. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang berasal dari PDAM Tirtanadi Medan untuk campuran beton.

e. Kulit Pisang

Kulit pisang, yang berasal dari limbah penjualan gorengan. Jenis kulit pisang yang saya ambil adalah pisang kepok. Serbuk kulit pisang yang digunakan lolos saringan No 50.

3.3.2. Peralatan

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

1. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar.
2. Satu set alat untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus dan agregat kasar.
3. Satu set alat untuk pemeriksaan kadar air agregat halus dan agregat kasar.

4. Satu set alat untuk pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dan agregat kasar.
5. Satu set alat untuk pemeriksaan berat isi agregat halus dan agregat kasar.
6. Timbangan.
7. Alat pengaduk beton (*mixer*).
8. Cetakan benda uji berbentuk silender.
9. Alat kuat tekan (*compression*).
10. Mesin *Los Angeles*.
11. Satu set *Slump Test*.

3.4. Persiapan Penelitian

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

3.5. Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di laboratorium mengikuti panduan dari SNI 03-2834-2000 tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU.

3.6. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.

3.6.1. Kadar Air Agregat Halus

Dari hasil pengujian di dapat data-data yang terdapat pada Tabel 3.1.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	679	993	836
Berat contoh kering oven & berat wadah (W2)	674	985	829,5
Berat wadah (W3)	179	493	336
Berat air (W1-W2)	5	8	6,5
Berat contoh kering (W2-W3)	495	492	493,5
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	1,01	1,63	1,32

Berdasarkan Tabel 3.1 pengujian kadar air agregat halus dapat diperoleh nilai kadar air rata-rata sebesar 1,32%. Percobaan ini dilakukan sebanyak 2 kali, pengujian pada contoh pertama kadar air yang diperoleh sebesar 1,01% sedangkan yang kedua diperoleh sebesar 1,63% dari hasil tersebut memenuhi standar spesifikasi lebih besar dari nilai absorpsi > 1,318 sesuai peraturan 'American Society For Testing Materials' (ASTM C70).

3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Dari hasil pengujian di dapat data-data yang terdapat pada Tabel 3.2.

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

Agregat halus lolos saringan No.4	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering : A(gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	485	482	483,5
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci C(gr)	15	18	16,5
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200setelah dicuci (%)	3,0	3,6	3,3

Berdasarkan Tabel 3.2 pengujian kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 3,0%, dan sampel kedua sebesar 3,6%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3,3%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu <5%.

3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Dari hasil pengujian di dapat data-data yang terdapat pada Tabel 3.3.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (B)	500	500	500
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (E)	496	493	494,5
Berat piknometer penuh air (D)	663	675	669
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air (C)	967	977	972
Berat jenis contoh kering $E/(B+D-C)$	2,53	2,49	2,51
Berat jenis contoh SSD $B/(B+D-C)$	2,55	2,53	2,54
Berat jenis contoh semu $E/(E+D-C)$	2,58	2,58	2,58
Penyerapan $((B-E)/E) \times 100\%$	0,81	1,42	1,11

Berdasarkan Tabel 3.3 pengujian berat jenis maupun penyerapan, pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan

berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata $2,51 \text{ gr/cm}^3 < 2,54 \text{ gr/cm}^3 < 2,58 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,11%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

3.6.4. Berat Isi Agregat Halus

Dari hasil pengujian di dapat data-data yang terdapat pada Tabel 3.4.

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

No	Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	24850	25500	21668	24006
2	Berat wadah (gr)	6500	6500	6500	6500
3	Berat contoh (gr)	18350	19000	21500	19616,67
4	Volume wadah (cm^3)	15451,16	15451,16	15451,16	15451,16
5	Berat isi (gr/cm^3)	1,18	1,22	1,39	1,26

Berdasarkan Tabel 3.4 pengujian berat isi agregat halus dengan hasil rata-rata sebesar $1,26 \text{ gr/cm}^3$. Hasil ini didapat dari rata-rata ketiga contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan. Hasil dari percobaan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu $>1,125 \text{ gr/cm}^3$.

3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Dari hasil pengujian di dapat data-data yang terdapat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus.

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1	Sample 2	Total Weight	%	Retained	Passing
	(gr)	(gr)	(gr)			
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	100

4.75 (No. 4)	63	48	111	2,92	2,92	97,08
2.36 (No. 8)	187	126	313	8,24	11,16	88,84
1.18 (No.16)	334	193	527	13,87	25,03	74,97
0.60 (No. 30)	548	351	899	23,66	48,69	51,31

Tabel 3.5: *Lanjutan.*

0.30 (No. 50)	426	751	1177	30,97	79,66	20,34
0.15 (No. 100)	277	217	494	13,00	92,66	7,34
Pan	165	114	279	7,34	100,00	0,00
Total	2000	1800	3800	100		

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

Total berat pasir = 3800 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\begin{aligned} \text{No.4} &= \frac{111}{3800} \times 100\% = 2,92 \% \\ \text{No.8} &= \frac{313}{3800} \times 100\% = 8,24 \% \\ \text{No.16} &= \frac{527}{3800} \times 100\% = 13,87 \% \\ \text{No.30} &= \frac{899}{3800} \times 100\% = 23,66 \% \\ \text{No.50} &= \frac{1177}{3800} \times 100\% = 30,97 \% \\ \text{No.100} &= \frac{494}{3800} \times 100\% = 13,00 \% \\ \text{Pan} &= \frac{279}{3800} \times 100\% = 7,34 \% \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned} \text{No.4} &= 0 + 2,92 = 2,92 \% \\ \text{No.8} &= 2,92 + 8,24 = 11,16 \% \end{aligned}$$

No.16 = 11,16 + 13,87 = 25,03 %
 No.30 = 25,03 + 23,66 = 48,69 %
 No.50 = 48,69 + 30,97 = 79,66 %
 No.100 = 79,66 + 13,00 = 92,66 %
 Pan = 92,66 + 7,34 = 100,00 %

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 260,12 %

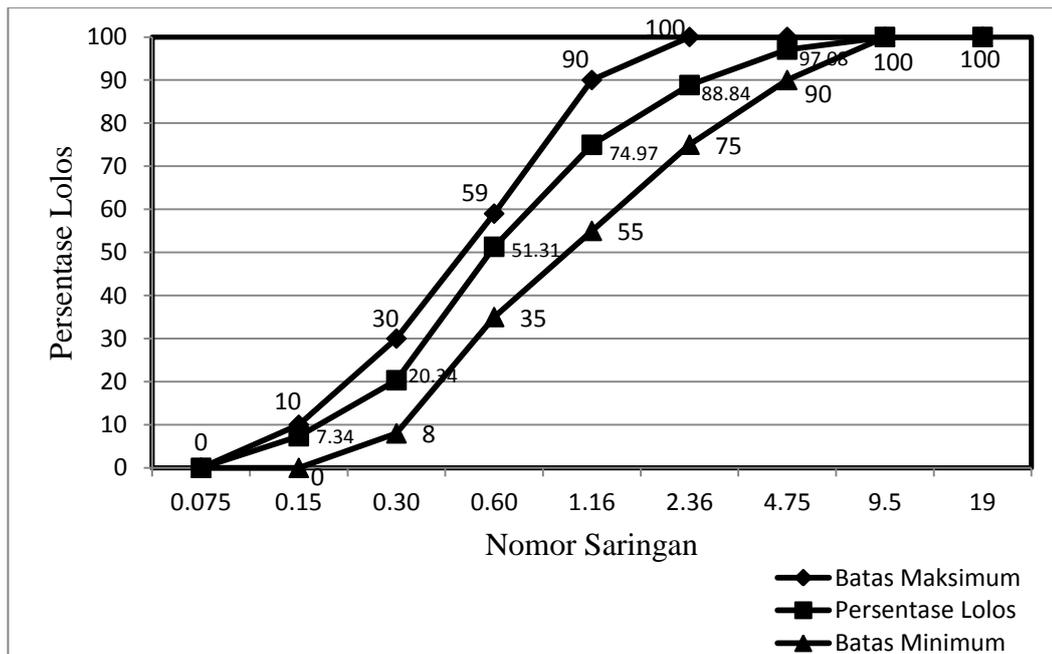
$$\text{FM (Modulus kehalusan)} = \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100}$$

$$= \frac{260,12}{100}$$

$$\text{FM} = 2,60$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

No.4 = 100 - 2,92 = 97,08 %
 No.8 = 100 - 11,16 = 88,84 %
 No.16 = 100 - 25,03 = 74,97 %
 No.30 = 100 - 48,69 = 51,31 %
 No.50 = 100 - 79,66 = 20,34 %
 No.100 = 100 - 92,66 = 7,34 %
 Pan = 100 - 100,00 = 0,00 %



Gambar 3.2: Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang).

Berdasarkan Gambar 3.2 menjelaskan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.5 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,60 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 (pasir sedang) seperti gambar diatas.

3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah)

Pemeriksaan ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.
- Pemeriksaan keausan agregat.

3.7.1. Kadar Air Agregat Kasar

Dari hasil pengujian di dapat data-data yang terdapat pada Tabel 3.6 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD & berat wadah (W1)	3491	3002	3246,5
Berat contoh SSD	3000	2500	2750
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	3485	2988	3236,5
Berat wadah (W3)	491	502	496,5
Berat air (W1-W2)	6	14	10
Berat contoh kering (W2-W3)	2994	2486	2740
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	0,20	0,563	0,38

Berdasarkan Tabel 3.6 pengujian kadar air agregat kasar dapat diperoleh nilai kadar air rata-rata sebesar 0,38%. Percobaan ini dilakukan sebanyak 2 kali, pengujian pada contoh pertama kadar air yang diperoleh sebesar 0,68% sedangkan yang kedua diperoleh sebesar 0,61% dari hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu 0,2% - 4% menurut standarisasi ASTM C 70.

3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.7 sehingga diketahui kadar lumpur agregat kasar yang diperiksa.

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

Agregat Kasar Diameter Maksimum 40 mm	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering: A (gr)	3000	3000	3000
Berat contoh setelah dicuci: B (gr)	2987	2983	2985
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci: C (gr)	13	17	15
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200setelah dicuci (%)	0,433	0,567	0,5

Berdasarkan Tabel 3.7 pengujian kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 0,433%, dan sampel kedua sebesar 0,567%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,5%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu <1%.

3.7.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A)	3000	2600	2800
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	2988	2580	2784
Berat contoh jenuh (B)	1876	1635	1755,5
Berat jenis contoh kering (C/(A-B))	2,66	2,67	2,67
Berat jenis contoh SSD (A/(A-B))	2,67	2,69	2,68
Berat jenis contoh semu (C/(C-B))	2,69	2,73	2,71
Penyerapan ((A-C)/C)x100%	0,40	0,78	0,59

Berdasarkan Tabel 3.8 pengujian berat jenis maupun penyerapan, pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata $2,67 \text{ gr/cm}^3 < 2,68 \text{ gr/cm}^3 < 2,71 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 0,59%. Berdasarkan standar ASTM C 127 tentang absorpsi yang baik adalah maksimum 4% dan nilai absorpsi agregat kasar yang diperoleh telah memenuhi syarat.

3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar

Dari hasil pengujian di dapat data-data yang terdapat pada Tabel 3.9 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa.

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

No	Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	30000	31680	32350	31343,33
2	Berat wadah (gr)	6500	6500	6500	6500
3	Berat contoh (gr)	23500	25180	25850	24843
4	Volume wadah (cm)	15451,16	15451,16	15451,16	15451,16
5	Berat Isi (gr/cm^3)	1,52	1,63	1,67	1,61

Berdasarkan Tabel 3.9 pengujian menghasilkan nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,61 gr/cm³. Nilai berat isi agregat didapatkan dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam penelitian ini. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar 1,52 gr/cm³. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,63 gr/cm³. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,67 gr/cm³ dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yang yaitu > 1,125 gr/cm³.

3.7.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Dari hasil pengujian di dapat data-data pada Tabel 3.10 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa.

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

No Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
	38,1 (1.5 in)	171	66	237	4,23	4,23
19.0 (3/4 in)	1229	950	2179	38,91	43,14	56,86
9.52 (3/8 in)	983	930	1913	34,16	77,30	22,70
4.75 (No. 4)	617	654	1271	22,70	100,00	0,00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
1.18 (No.16)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	100	0
Total	3000	2600	5600	100		

Berdasarkan Tabel 3.10, didapatkan nilai kumulatif agregat dan modulus kehalusan agregat kasar yang diperoleh dari persentase jumlah keseluruhan kumulatif tertahan agregat. Percobaan ini dilakukan dua kali, nomor saringan yang dipakai diambil berdasarkan metode ASTM C33 (1986), yang pada pengerjaan *Job Mix Design* nantinya dimodifikasi agar sesuai dengan tatacara

perencanaan campuran beton menurut SNI 03-2834-2000. Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut:

Total berat pasir = 5600 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 = \frac{237}{5600} \times 100\% = 4,23 \%$$

$$\frac{3}{4} = \frac{2179}{5600} \times 100\% = 38,91 \%$$

$$\frac{3}{8} = \frac{1913}{5600} \times 100\% = 34,16 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{1271}{5600} \times 100\% = 22,70 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 = 0 + 4,23 = 4,23 \%$$

$$\frac{3}{4} = 4,23 + 38,91 = 43,14 \%$$

$$\frac{3}{8} = 43,14 + 34,16 = 77,30 \%$$

$$\text{No.4} = 77,30 + 22,70 = 100,00 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 724,68

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{724,68}{100} \end{aligned}$$

$$\text{FM} = 7,25$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

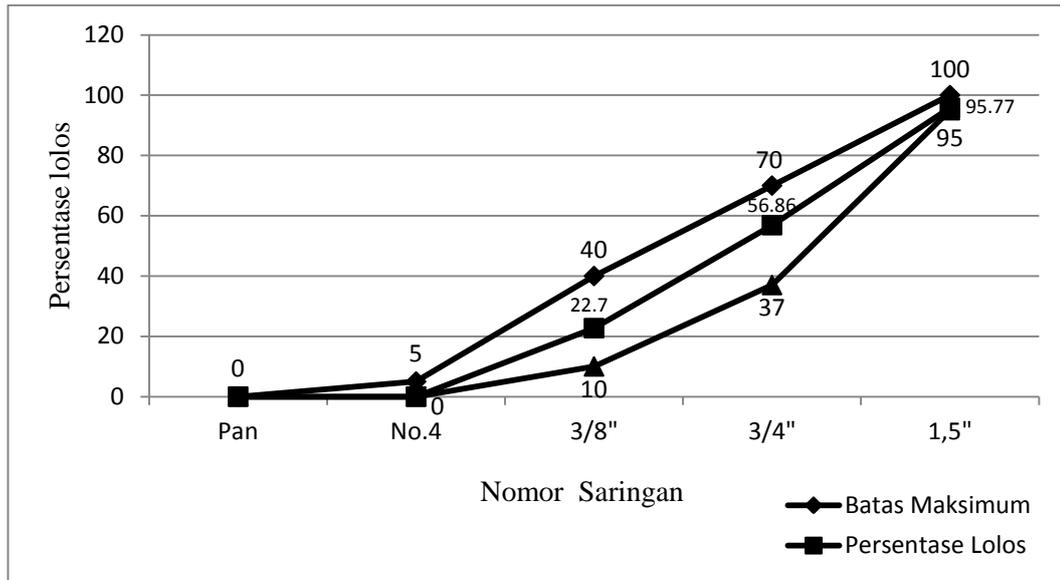
$$1,5 = 100 - 4,23 = 95,77 \%$$

$$\frac{3}{4} = 100 - 43,14 = 56,86 \%$$

$$\frac{3}{8} = 100 - 77,30 = 22,70 \%$$

$$\text{No. 4} = 100 - 100 = 0 \%$$

Batas gradasi batu pecah sebagai agregat kasar dengan kriteria berdiameter maksimum 40 mm dapat dilihat pada Gambar 3.3.



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

Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, dari hasil persentase berat kumulatif yang lolos saringan maka pasir tersebut masih dalam *range* kerikil maksimum 40 mm.

3.7.6. Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Dari hasil penelitian didapat data-data berat sampel sebelum pengujian 5000 gr. Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.11. Nilai keausan agregat didapatkan dari perbandingan persentase dari berat akhir agregat yang tertahan dengan saringan No. 12 dengan berat awal agregat yang diambil. Percobaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar ketahanan agregat terhadap gesekan.

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

No Saringan	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)
12,5 (1/2 in)	2500	1183
9,50 (3/8 in)	2500	662
4,75 (No. 4)	-	1547
2,36 (No. 8)	-	552
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-

Tabel 3.11: *Lanjutan.*

0,30 (No. 50)	-	-
0,15 (No. 100)	-	-
Pan	-	132
Total	5000	4076
	Berat lolos saringan No. 12	924
	<i>Abrasion</i> (Keausan) (%)	18,48 %

$$\begin{aligned}
 \textit{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5000 - 4076}{5000} \times 100\% = 18,48\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan di dapat pada Tabel 3.11 diketahui bahwa berat akhir setelah melakukan pengujian keausan agregat adalah sebesar 4076 gr dan nilai *abrasion* (keausan) sebesar 18,48%. Nilai tersebut telah memenuhi standar yang telah ditetapkan yaitu lebih kecil dari 50 % berdasarkan (SNI 2417:2008).

3.8. Perencanaan Campuran Beton

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran beton, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk beton sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), yaitu pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia).

3.9. Pelaksanaan Penelitian

3.9.1. *Trial Mix*

Menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan.

3.9.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang berjumlah 32 buah dengan 4 variasi yaitu beton normal, beton dengan bahan tambah limbah kulit pisang sebanyak 3%, beton dengan bahan tambah limbah kulit pisang sebanyak 7%, dan beton dengan bahan tambah limbah kulit pisang sebanyak 10%.

3.9.3. Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2834-2000.

3.9.4. Perawatan Beton

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tekan dilakukan, yaitu pada umur 7 dan 28 hari.

3.9.5. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Jumlah sampel pengujian untuk setiap variasi direncanakan sebanyak:

- Beton normal umur 7 hari : 4 buah.
 - Beton normal umur 28 Hari : 4 buah.
 - Beton variasi 3 % umur 7 hari : 4 buah.
 - Beton variasi 3 % umur 28 hari : 4 buah.
 - Beton variasi 7 % umur 7 hari : 4 buah.
 - Beton variasi 7 % umur 28 hari : 4 buah.
 - Beton variasi 10 % umur 7 hari : 4 buah.
 - Beton variasi 10 % umur 28 hari : 4 buah.
- Total : 32 buah.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan.

Table 4.1: Data *Mix Design* campuran beton.

No	Uraian	Nilai
1	Berat jenis agregat kasar	2,68 gr/cm ³
2	Berat jenis agregat halus	2,54 gr/cm ³
3	Kadar lumpur agregat kasar	0,50 %
4	Kadar lumpur agregat halus	3,30 %
5	Berat isi agregat kasar	1,61 gr/cm ³
6	Berat isi agregat halus	1,26 gr/cm ³
7	FM agregat kasar	7,25
8	FM agregat halus	2,60
9	Kadar air agregat kasar	0,38 %
10	Kadar air agregat halus	1,32%
11	Penyerapan agregat kasar	0,59 %
12	Penyerapan agregat halus	1,11 %
13	Keausan agregat	18,48 %

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 27,5 MPa yang terlampir pada Tabel 4.2 berdasarkan SNI 03-2834-2000.

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

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan		27,5 MPa	
2	Deviasi Standar	-		12 MPa	
3	Nilai tambah (margin)	-		5,6 MPa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		45,1 MPa	
5	Jenis semen	-		Tipe I	
6	Jenis agregat: - kasar - halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Binjai Pasir alami Binjai		
7	Faktor air-semen bebas			0,43	
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	<i>Slump</i>	Ditetapkan		30-60 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7		170 kg/m ³	
12	Jumlah semen	11:7		395,35 kg/m ³	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		395,35 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-		0,43	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 3.2		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.3		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 4.2		34%	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Ditetapkan		2,63	
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2405 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1839,25 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		625,35 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1213,91 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	395,35	170	625,35	1213,91
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,43	1,58	3,07
- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,09	0,90	3,31	6,43	

Tabel 4.2: *Lanjutan.*

No.	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai	
		Perhitungan			
25	Koreksi proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	395,35	166,14	626,66	1211,36
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,42	1,59	3,06
	- Tiap campuran uji 0,0053m ³ (1 silinder)	2,09	0,88	3,32	6,42

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

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
395,35	:	626,66	:	1211,36	:	166,14
1	:	1,59	:	3,06	:	0,42

A. Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi} &= 30 \text{ cm} \\
 \text{Diameter} &= 15 \text{ cm} \\
 \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,30 \\
 &= 0,0053 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka :

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak semen x volume silinder
 - = $395,35 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 2,09 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak pasir x volume silinder
 - = $626,66 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 3,32 kg

- Batu Pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 = banyak batu pecah x volume silinder
 = $1211,36 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 = 6,42 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 = banyak air x volume silinder
 = $166,14 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 = 0,88 kg

Perbandingan campuran untuk 1 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
2,09 kg	:	3,32 kg	:	6,42 kg	:	0,88 kg
1	:	1,59	:	3,07	:	0,42

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing–masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.3, sedangkan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.4. Nilai total berat tertahan didapat dari % berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang didapat dari perbandingan.

Tabel 4.3: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	4,23	$\frac{4,23}{100} \times$	6,42	0,27
$\frac{3}{4}$	38,91	$\frac{38,91}{100} \times$	6,42	2,50
3/8	34,16	$\frac{34,16}{100} \times$	6,42	2,19
No. 4	22,70	$\frac{22,70}{100} \times$	6,42	1,46
Total				6,42

Berdasarkan Tabel 4.3 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,27 kg, saringan 3/4 sebesar 2,50 kg, saringan 3/8 sebesar 2,19 kg dan saringan no 4 sebesar 1,46 kg. Dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,42 kg.

Tabel 4.4: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	2,92	$\frac{2,92}{100}$	x 3,32	0,10
No.8	8,24	$\frac{8,24}{100}$	x 3,32	0,27
No.16	13,87	$\frac{13,87}{100}$	x 3,32	0,46
No.30	23,66	$\frac{23,66}{100}$	x 3,32	0,79
No.50	30,97	$\frac{30,97}{100}$	x 3,32	1,03
No.100	13,00	$\frac{13,00}{100}$	x 3,32	0,43
Pan	7,34	$\frac{7,34}{100}$	x 3,32	0,24
Total				3,32

Berdasarkan Tabel 4.4 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 0,10 kg, saringan No 8 sebesar 0,27 kg, saringan No 16 sebesar 0,46 kg, saringan No 30 sebesar 0,79 kg, saringan No 50 sebesar 1,03 kg, saringan No 100 sebesar 0,43 kg, dan pan sebesar 0,24 kg. Dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,32 kg.

B. Bahan ganti pasir

Untuk penggunaan bahan ganti menggunakan serbuk kulit pisang dilakukan pengeringan dengan menjemur terlebih dahulu kemudian di oven untuk pengeringan, setelah itu di blender sehingga menjadi serbuk kulit pisang. Serbuk kulit pisang yang dipakai tertahan di saringan 50.

Serbuk kulit pisang yang digunakan sebanyak 3%, 7% dan 10% dapat dilihat pada Tabel 4.5.

- Serbuk kulit pisang yang dibutuhkan sebanyak 3% untuk 1 benda uji

= persentase campuran x berat pasir

$$= \frac{3}{100} \times 3,32$$

$$= 0,10 \text{ kg}$$

Maka, pasir yang digunakan adalah yang tertahan di saringan No 50

$$= 1,03 - 0,10$$

$$= 0,93 \text{ kg}$$

- Serbuk kulit pisang yang dibutuhkan sebanyak 7% untuk 1 benda uji

= persentase campuran x berat pasir

$$= \frac{7}{100} \times 3,32$$

$$= 0,23 \text{ kg}$$

Maka, pasir yang digunakan adalah yang tertahan di saringan No 50

$$= 1,03 - 0,23$$

$$= 0,80 \text{ kg}$$

- Serbuk kulit pisang yang dibutuhkan sebanyak 10% untuk 1 benda uji

= persentase campuran x berat pasir

$$= \frac{10}{100} \times 3,32$$

$$= 0,33 \text{ kg}$$

Maka, pasir yang digunakan adalah yang tertahan di saringan No 50

$$= 1,03 - 0,33$$

$$= 0,70 \text{ kg}$$

Tabel 4.5: Banyak serbuk kulit pisang dan pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji dan 32 benda uji.

Penggunaan Bahan Ganti	Berat Serbuk Kulit Pisang (kg)	Berat Pasir Tertahan No 50 (kg)	Berat Pasir untuk 1 benda uji (kg)	Berat pasir untuk 32 benda uji (kg)
3%	0,10	0,93	3,22	25,76
7%	0,23	0,80	3,09	24,72
10%	0,33	0,70	2,99	23,92

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah penggunaan bahan ganti serbuk kulit pisang dan pasir sebesar 3 % adalah 0,10 kg untuk berat serbuk kulit pisang dan 0,93 kg untuk berat pasir, jumlah bahan ganti serbuk kulit pisang dan pasir sebesar 7 % adalah 0,23 kg untuk berat serbuk kulit pisang dan 0,80 kg untuk berat pasir, dan jumlah bahan ganti serbuk kulit pisang dan pasir sebesar 10 % adalah 0,33 kg untuk berat serbuk kulit pisang dan 0,70 kg untuk berat pasir.

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 32 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 32 benda uji adalah:

➤ Semen yang dibutuhkan untuk 32 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \text{banyak semen untuk 1 benda uji} \times 32 \\
 &= 2,09 \times 32 \\
 &= 66,88 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

➤ Pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji

❖ Untuk beton normal

$$\begin{aligned}
 &= \text{banyak pasir untuk 1 benda uji} \times 8 \\
 &= 3,32 \text{ kg} \times 8 \\
 &= 26,56 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

❖ Untuk beton bahan ganti 3%

$$\begin{aligned}
 &= \text{banyak pasir untuk 1 benda uji} \times 8 \\
 &= (3,32 - 0,10) \times 8 \\
 &= 25,76 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- ❖ Untuk beton bahan ganti 7%
 - = banyak pasir untuk 1 benda uji x 8
 - = $(3,32 - 0,23) \times 8$
 - = 24,72 kg
- ❖ Untuk beton bahan ganti 10%
 - = banyak pasir untuk 1 benda uji x 8
 - = $(3,32 - 0,33) \times 8$
 - = 23,92 kg

Maka, jumlah pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji adalah
 $= 26,56 + 25,76 + 24,72 + 23,92 = 100,96 \text{ kg}$

- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 - = banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 32
 - = $6,42 \times 32$
 - = 205,44 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 - = banyak air untuk 1 benda uji x 32
 - = $0,88 \times 32$
 - = 28,16 kg

Perbandingan untuk 32 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air	:	Kulit Pisang
66,88 kg	:	100,96 kg	:	205,44 kg	:	28,16 kg	:	5,28 kg

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 32 benda uji, banyak bahan yang di butuhkan untuk 32 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.6, dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.7.

Tabel 4.6: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 32 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
1,5	4,23	$\frac{4,23}{100}$	X 205,44	8,69
$\frac{3}{4}$	38,91	$\frac{38,91}{100}$	X 205,44	79,94
3/8	34,16	$\frac{34,16}{100}$	X 205,44	70,18
No. 4	22,70	$\frac{22,70}{100}$	X 205,44	46,63
Total				205,44

Berdasarkan Tabel 4.6 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 8,69 kg, saringan $\frac{3}{4}$ sebesar 79,94 kg, saringan $\frac{3}{8}$ sebesar 70,18 kg dan saringan no 4 sebesar 46,63 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 205,44 kg.

Tabel 4.7: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 32 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	2,92	$\frac{2,92}{100}$	x 100,96	2,95
No.8	8,24	$\frac{8,24}{100}$	x 100,96	8,32
No.16	13,87	$\frac{13,87}{100}$	x 100,96	14,00
No.30	23,66	$\frac{23,66}{100}$	x 100,96	23,89
No.50	30,97	$\frac{30,97}{100}$	x 100,96	31,27
No.100	13,00	$\frac{13,00}{100}$	x 100,96	13,12
Pan	7,34	$\frac{7,34}{100}$	x 100,96	7,41
Total				100,96

Berdasarkan Tabel 4.7 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 2,95 kg, saringan no 8 sebesar 8,32 kg, saringan no 16 sebesar 14,00 kg, saringan no 30 sebesar 23,89 kg, saringan no 50 sebesar 31,27 kg, saringan no 100 sebesar 13,12 kg, dan pan sebesar 7,41 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 100,96 kg.

C. Bahan Pengganti (*filler*)

Penggunaan bahan pengganti berupa kulit pisang lolos saringan no. 50 dengan variasi dosis 3%, 7%, dan 10% dari jumlah berat agregat halus.

4.1.1. Metode Pengerjaan *Mix Design*

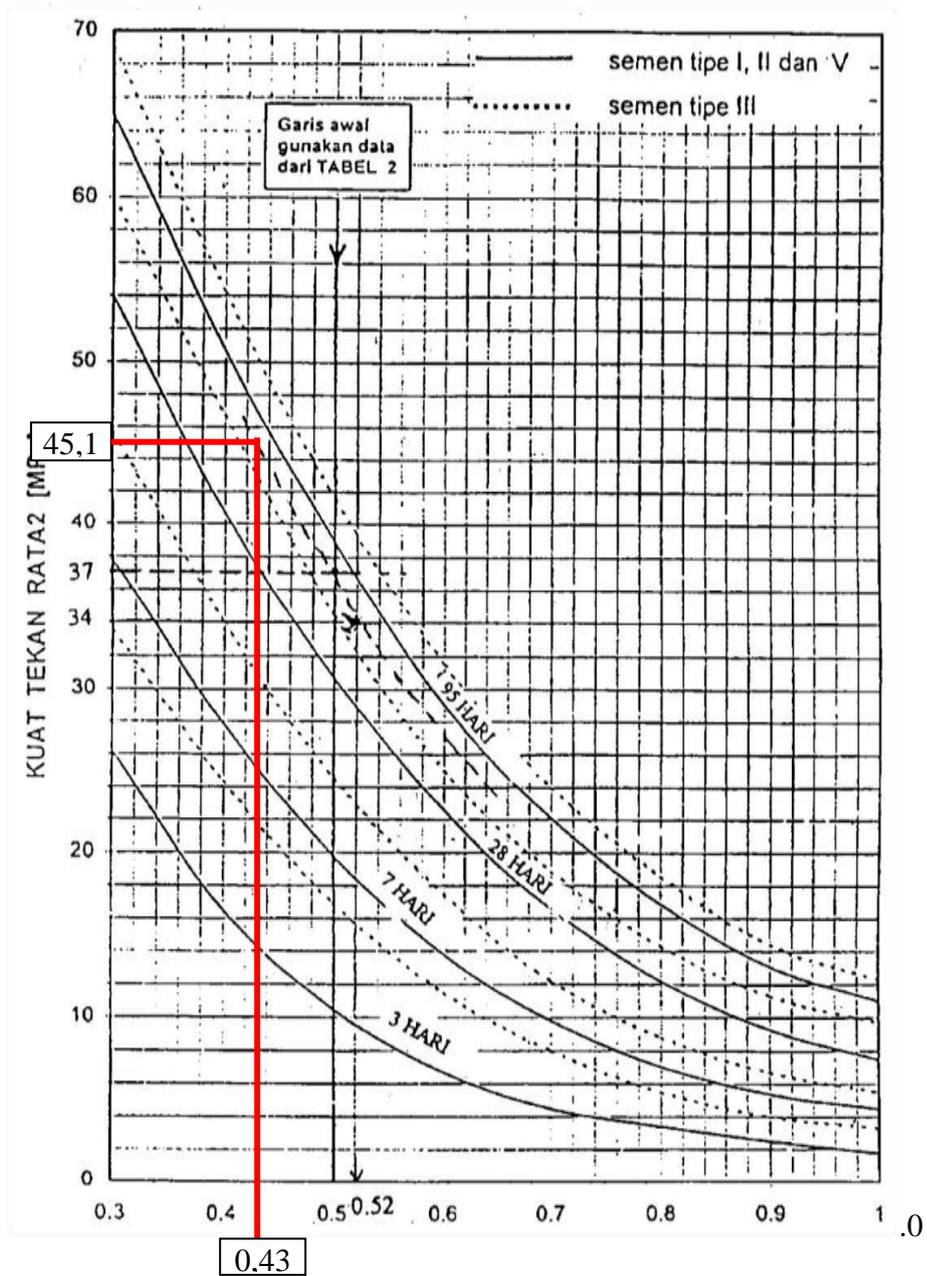
Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan 27,5 MPa untuk umur 28 hari dan 7 hari.
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.8.
3. Nilai tambah (margin) 5,6 MPa berdasarkan Tabel 2.9.
4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.1.

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c + m \\ f'_{cr} &= 27,5 + 17,7 \\ &= 45,1 \text{ MPa} \end{aligned}$$

5. Jenis semen yang digunakan adalah Tipe I.
6. Jenis agregat diketahui :
 - Agregat kasar = Batu pecah
 - Agregat halus alami = Pasir
7. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 45,1 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton (SNI 03-2834-2000).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60 berdasarkan Tabel 2.11. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan Gambar 2.11.

10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.
11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 2.10 yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

<i>Slump</i> (mm)	30-60	
Ukuran besar butir agregat maksimum (mm)	Batu tak dipecahkan	Batu pecah
40	160	190

Setelah interpolasi memakai Pers. 4.1.

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

(4.1)

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

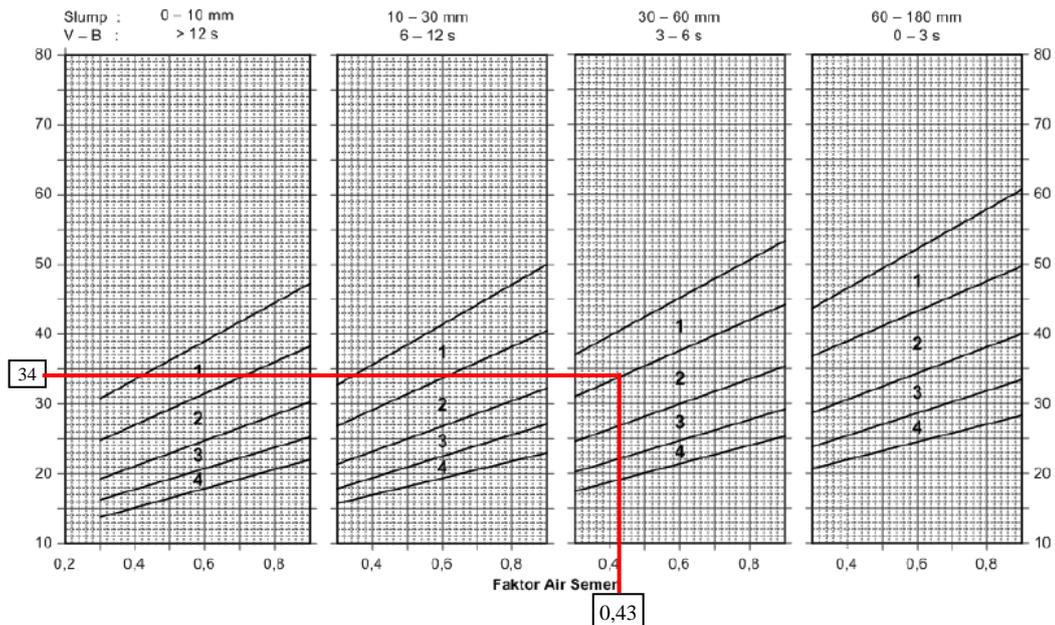
W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

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

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

12. Jumlah semen, yaitu: $170 : 0.43 = 395,35 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan Tabel 2.11. Seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan 12 belum mencapai syarat minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.
15. Faktor air-semen yang disesuaikan dalam hal ini dapat diabaikan oleh karena syarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.3.
17. Susunan besar butir agregat kasar ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.7.

18. Persen bahan yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 2.11 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air-semen 0,43. Bagi agregat halus (pasir) yang termasuk daerah susunan butir No.2 diperoleh harga nilai 34%. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.2.



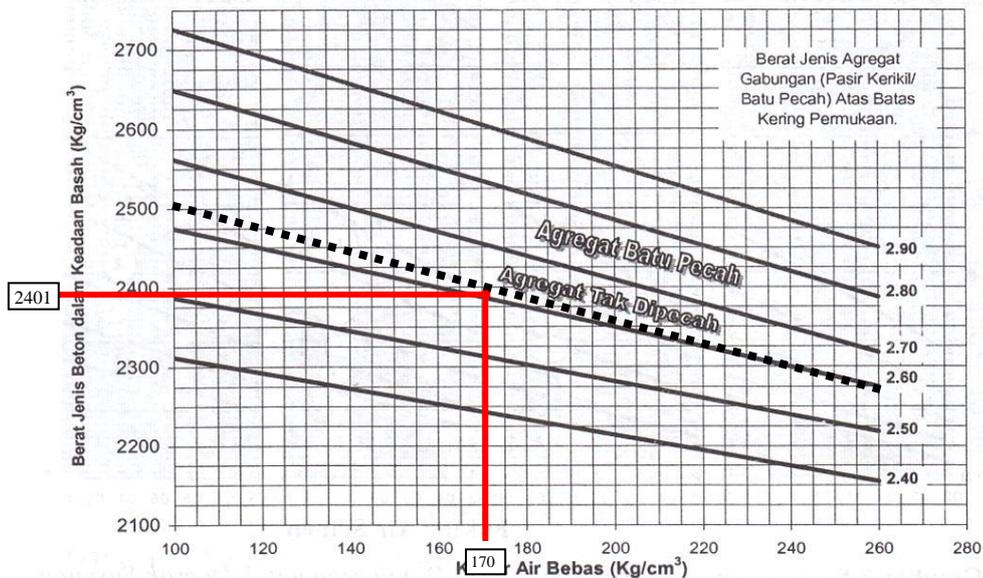
Gambar 4.2: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000).

19. Berat jenis relatif agregat adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena itu agregat halus dalam hal ini merupakan gabungan dari dua macam agregat halus lainnya, maka berat jenis sebelum menghitung berat jenis agregat gabungan antara pasir dan kerikil.

Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

- BJ agregat halus = 2,54
- BJ agregat kasar = 2,68
- BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,34 \times 2,54) + (0,66 \times 2,68)$
= 2,63

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.3 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,63. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini 170 kg/m³), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2405 kg/m³.



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

21. Kadar agregat gabungan = (berat isi beton) – (jumlah kadar semen + kadar air)
 $= 2405 - (395,35 + 170)$
 $= 1839,25 \text{ kg/m}^3$
22. Kadar agregat halus = (Persen agregat halus) x (Kadar agregat gabungan)
 $= \frac{34}{100} \times 1839,25$
 $= 625,345 \text{ kg/m}^3$

23. Kadar agregat kasar = Kadar agregat gabungan - Kadar agregat halus
 $= 1839,25 - 625,345$
 $= 1213,905 \text{ kg/m}^3$
24. Proporsi campuran dari langkah (1) hingga (23) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis.
 untuk tiap m^3 sebagai berikut:
- Semen = 395,35 kg
 - Air = 170 kg/lt
 - Agregat halus = 625,35 kg
 - Agregat kasar = 1213,91 kg

25. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis tersebut perlu dibenarkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai. Dengan menggunakan Pers. 2.8, 2.9, dan 2.10, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$$

$$= 170 - (1,32 - 1,11) \times \frac{625,35}{100} - (0,38 - 0,59) \times \frac{1213,91}{100}$$

$$= 166,14 \text{ kg/m}^3$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100}$$

$$= 625,35 + (1,32 - 1,11) \times \frac{625,35}{100}$$

$$= 626,66 \text{ kg/m}^3$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$$

$$= 1213,91 + (0,38 - 0,59) \times \frac{1213,91}{100}$$

$$= 1211,36 \text{ kg/m}^3$$

4.2 Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, jumlah benda uji yang di buat sebanyak 32 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

1. Pengadukan beton

Pengadukan beton dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Mula-mula sebagian air (kira-kira 75% dari jumlah air yang ditetapkan) dimasukkan kedalam bejana pengaduk, lalu semen, dibiarkan kedua bahan ini terlihat menyatu terlebih dahulu kemudian masukkan agregat halus dan agregat kasar. Setelah adukan rata, kemudian sisa air yang belum dimasukkan kedalam bejana dimasukkan ke bejana. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan tampak campuran homogen dan sudah tampak kelecakan yang cukup. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

2. Pencetakan

Sebelum beton di masukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah di sediakan, masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sendok aduk, sekop. Setiap pengambilan campuran dari pan harus dapat mewakili keseluruhan dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu di lakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk dengan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul-pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 24 ± 4 jam dan tidak lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

3. Pemeliharaan beton

Setelah cetakan dibuka kemudian beton tersebut ditimbang lalu direndam di dalam air (terendam keseluruhan) hingga umur yang telah ditetapkan. Ruang penyimpanan harus bebas gataran selama 48 jam pertama setelah perendaman.

4.3 Slump Test

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing–masing campuran baik pada beton normal maupun beton yang menggunakan bahan tambah (*additive & Admixture*). Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira – kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk dibiarkan jatuh bebas tanpa dipaksa, setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu diamkan selama 30 detik setelah itu angkat kerucut dengan cara tegak lurus sampai adukan beton terlepas semua dari cetakan, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

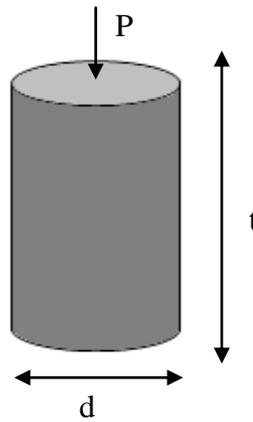
Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar adalah dengan pengujian *Slump*, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. Pada tabel ini dijelaskan nilai *slump* pada masing masing pencetakan beton. Seperti yang kita ketahui, perencanaan *slump* pada *Job Mix Design* adalah 30-60 mm. Penelitian ini melakukan dua kali pencetakan benda uji, sehingga nilai *slump*nya berbeda. Hal ini dikarenakan molen yang tersedia di laboratorium tidak sanggup menahan beban total dari semua agregat, semen dan air.

Tabel 4.9: Hasil pengujian nilai *slump*.

	Beton normal		Beton campuran Kulit Pisang (%)					
			3		7		10	
Hari	7	28	7	28	7	28	7	28
<i>Slump</i> (cm)	4	5	4	4	4	4	4	4
	4,5	4	4,5	4,5	4	5	4,5	4

4.4 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 kN, benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm seperti pada Gambar 4.4 dan jumlah benda uji 32 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.4: Beban tekan pada benda uji silinder.

Ada beberapa macam cetakan benda uji yang dipakai, diantaranya adalah kubus dengan panjang 15 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm. Serta silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Perbedaannya terletak pada perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton yang didapat setelah diuji. Yakni faktor untuk kubus adalah 1, sedangkan faktor dari silinder adalah 0,83.

Pengujian terhadap kuat tekan beton dilakukan untuk mendapatkan gambaran mutu beton tersebut. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Jadi pengujian kuat tekan ini merupakan pembuktian dari hasil perbandingan *Mix Design* yang dibuat berdasarkan mutu rencana.

4.4.1 Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Hasil pengujian kuat tekan beton normal.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 7 hari				
1	49500	33,75	51,92	48,64
2	45000	30,68	47,20	
3	43000	29,32	45,10	
4	48000	32,73	50,35	
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	58500	39,89	39,89	41,93
2	60000	40,91	40,91	
3	62000	42,27	42,27	
4	65500	44,66	44,66	

Berdasarkan hasil kuat tekan beton normal, didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 7 hari rata-rata sebesar 48,64 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari didapat rata-rata sebesar 41,93 MPa. Penelitian beton normal ini memenuhi persyaratan karena nilai kuat tekan umur beton 7 hari 28 hari yang dihasilkan melebihi dari nilai kuat tekan rencana sebesar 27,5 MPa.

4.4.2 Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk Kulit Pisang 3%

Pengujian beton campuran serbuk kulit pisang 3% dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran serbuk kulit pisang 3% dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran serbuk kulit pisang 3%.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 7 hari				
1	42000	28,64	44,06	40,12
2	39000	26,59	40,91	
3	34500	23,52	36,19	
4	37500	25,57	39,33	
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	58500	39,89	39,89	38,52
2	60000	40,91	40,91	
3	52000	35,45	35,45	
4	55500	37,84	37,84	

Tabel tersebut menjelaskan tentang nilai kuat tekan pada beton campuran serbuk kulit pisang 3% pada saat umur beton 7 hari rata-rata adalah 40,12 MPa. Sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 38,52 MPa. Dari hasil tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa penggunaan serbuk kulit pisang 3% dapat menaikkan kuat tekan beton cukup signifikan, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 27,5 MPa.

4.4.3 Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk Kulit Pisang 7%

Pengujian beton campuran serbuk kulit pisang 7% dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan dibawah. hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran serbuk kulit pisang 7% dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran serbuk kulit pisang 7%.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 7 hari				
1	12000	8,18	12,59	15,08
2	15000	10,23	15,73	
3	16500	11,25	17,31	
4	14000	9,55	14,69	
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	28500	19,43	19,43	14,83
2	22500	15,34	15,34	
3	15000	10,23	10,23	
4	21000	14,32	14,32	

Didalam tabel ini didapat kuat tekan karakteristik pengujian pada umur 7 hari sebesar 15,08 MPa. Sedangkan untuk pengujian pada saat umur beton 28 hari, nilai kuat tekan karakteristiknya mencapai 14,83 MPa. Dari hasil kuat tekan karakteristik yang didapat pada penambahan serbuk kulit pisang ini, dapat disimpulkan bahwa adanya penurunan kuat tekan beton, karena kuat tekan rencana sebesar 27,5 Mpa.

4.4.4. Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk Kulit Pisang 10%

Pengujian beton campuran serbuk kulit pisang 10% dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal + serbuk kulit pisang 10% dapat dilihat pada Tabel 4.13. Untuk variasi penambahan persentase pada Serbuk Kulit Pisang sebanyak 10% ini, dapat dilihat penurunan kuat tekan rata-rata yakni pada saat umur beton 7 hari sebesar 2,36 MPa, sedangkan pada saat umur beton 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapat sebesar 2,22 MPa. Pada penambahan serbuk kulit pisang 10% terjadi penurunan kuat tekan yang direncanakan adalah 2,7 MPa.

Tabel 4.13: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran Serbuk Kulit Pisang 10%.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 7 hari				
1	2000	1,36	2,10	2,36
2	3500	2,39	3,67	
3	2000	1,36	2,10	
4	1500	1,02	1,57	
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	2000	1,36	1,36	2,22
2	3500	2,39	2,39	
3	4500	3,07	3,07	
4	3000	2,05	2,05	

4.5 Pembahasan

Apabila kita membandingkan antara nilai kuat tekan akhir beton normal dengan beton yang menggunakan *filler*, maka dapat kita lihat adanya penurunan nilai kuat tekan pada beton.

Persentase penurunannya dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

❖ Penambahan Serbuk Kulit Pisang 3%

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{38,78-41,93}{41,93} \times 100\% \\ &= -7,51\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai penurunan (umur 7 hari)} &= \frac{40,12-41,93}{41,93} \times 100\% \\ &= -4,32\%\end{aligned}$$

❖ Penambahan Serbuk Kulit Pisang 7%

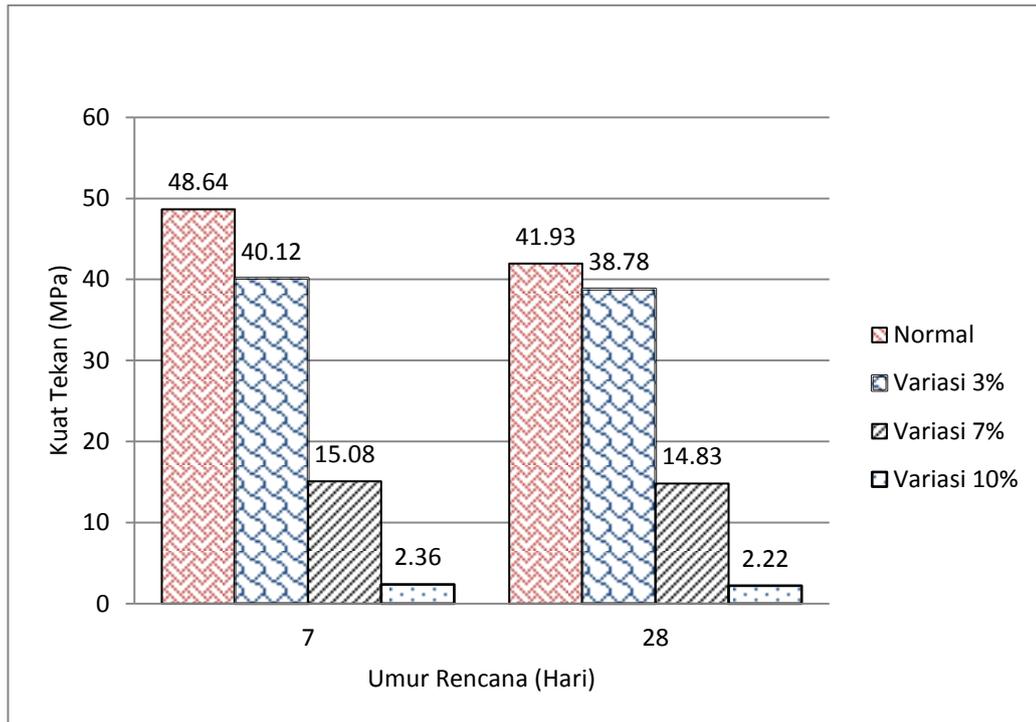
$$\begin{aligned}\text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{14,83-41,93}{41,93} \times 100\% \\ &= -64,63\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai penurunan (umur 7 hari)} &= \frac{15,08-41,93}{41,93} \times 100\% \\ &= -64,04\%\end{aligned}$$

❖ Penambahan Serbuk Kulit Pisang 10%

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{2,22-41,93}{41,93} \times 100\% \\ &= -94,71\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai penurunan (umur 7 hari)} &= \frac{2,36-41,93}{41,93} \times 100\% \\ &= -94,37\%\end{aligned}$$



Gambar 4.5: Grafik hasil kuat tekan beton.

Dari hasil diatas kita dapat melihat bahwa persentase peningkatan kuat tekan beton pada penambahan bahan serbuk kulit pisang 3%, 7%, 10% dan terjadi perbedaan penurunan kuat tekan pada umur 7 hari dan 28 hari.

Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat mengakibatkan cacat atau kurang tepatnya nilai target kuat tekan yang direncanakan, tetapi dari serbuk kulit pisang 3% target kuat tekan tercapai. Adapun faktor-faktor yang dapat mengakibatkan hal ini terjadi antara lain adalah:

1. Hal ini dapat terjadi karena kesalahan pada saat melakukan pencampuran beton/pembuatan benda uji.
2. Kemungkinan adanya kekeliruan / kurangnya ketelitian dalam pengerjaan.
3. Peralatan yang kurang memadai.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil Pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Berdasarkan data kuat tekan yang dihasilkan bahwa besar pengaruh penggunaan kulit pisang terhadap kuat tekan beton normal terjadi penurunan untuk 28 hari sebesar 7,51% untuk serbuk kulit pisang 3%. Serbuk kulit pisang 7% terjadi penurunan sebesar 64,63%. Serbuk kulit pisang 10% terjadi penurunan 94,71%.
2. Berdasarkan data dari kuat tekan yang dihasilkan bahwa beton dengan penambahan serbuk kulit pisang 3% didapat kuat tekan rata-rata untuk 7 hari sebesar 40,12 MPa dan 38,78 MPa pada 28 hari. Kuat tekan yang dihasilkan dengan bahan pengganti (*filler*) serbuk kulit pisang 7% didapat kuat tekan rata-rata untuk 7 hari sebesar 15,08 MPa dan 14,83 MPa pada 28 hari dan kuat tekan yang dihasilkan dengan bahan pengganti (*filler*) serbuk kulit pisang 10% didapat kuat tekan rata-rata untuk 7 hari sebesar 2,36 MPa dan 2,22 MPa pada umur 28 hari.
3. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa semakin besar persentase penambahan serbuk kulit pisang sebagai bahan pengganti (*filler*) maka semakin menurun kuat tekan beton yang di dapat, hasil kuat tekan beton yang dihasilkan dengan penambahan serbuk kulit pisang setiap variasinya masih dibawah kuat tekan beton normal. Pada beton normal untuk 28 hari didapat kuat tekan sebesar 41,93 MPa, sedangkan untuk 7 hari di dapat kuat tekan 48,64 MPa dan pada beton dengan penambahan serbuk kulit pisang didapat sebagai berikut:
 - Beton dengan penambahan serbuk kulit pisang sebesar 3% didapat kuat tekan sebesar 40,12 MPa pada umur 7 hari.
 - Beton dengan penambahan serbuk kulit pisang sebesar 7% didapat kuat tekan sebesar 15,08 MPa pada umur 7 hari.

- Beton dengan penambahan serbuk kulit pisang sebesar 10% didapat kuat tekan sebesar 2,36 MPa pada umur 7 hari.
- Beton dengan penambahan serbuk kulit pisang sebesar 3% didapat kuat tekan sebesar 38,78 MPa pada umur 28 hari.
- Beton dengan penambahan serbuk kulit pisang sebesar 7% didapat kuat tekan sebesar 14,83 MPa pada umur 28 hari.
- Beton dengan penambahan serbuk kulit pisang sebesar 10% didapat kuat tekan sebesar 2,22 MPa pada umur 28 hari.

5.2. Saran

1. Dari hasil penelitian yang didapat, campuran dengan menggunakan serbuk kulit pisang setiap variasinya menurun, tetapi masih dalam target pada penambahan 3%.
2. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk penambahan serbuk kulit pisang dalam campuran beton, mengingat limbah kulit pisang sangat banyak terdapat di Indonesia. Apakah mencampur dengan limbah lain atau dengan bahan *additive*.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials C33 (1985, 1986) *Standards Specification For Agregates*, Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C150 (1986) *Standards Specification For Portland Cement*, Philadelphia: ASTM.
- ASTM C39 (1993) Standar Metode Tes untuk Kuat Tekan Silinder Uji Beton. Annual Books of ASTM Standards.
- ASTM Standard C127 (2001) *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate, (ASTM C 127 - 01)* (2001 ed.). West Conshohocken, PA, USA: ASTM International.
- ASTM Standard C128 (2001) *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate, (ASTM C128 - 01)* (2001 ed.). West Conshohocken, PA, USA: ASTM International.
- Badan Standarisasi Nasional (2000) *SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. ICS. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional (2002) *SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*. ICS. Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum (1989) *Spesifikasi Bahan Bangunan bagian A (Bahan Bangunan Bukan logam), SK. SNI S-04-1989-F*, Yayasan LPMB, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum (1990) *Tata Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal. SK-SNI-T-15-1990-03-6*, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum (2002) *SNI 03-2834-2002 : Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*.
- Dinas Pekerjaan Umum (1971) *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI-1971)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1990) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SKSNIT-15-1990-03)*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan Indonesia.

- Dinas Pekerjaan Umum (1993) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* (SNI 03-2834-1993). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dipohusodo, I. (1996) *Manajemen Proyek dan Konstruksi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2011) *FAO Data-bases and Data-sets*. <http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx#ancor>.
- Munadjim (1988) *Teknologi Pengolahan Pisang*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Murdock, L.J. dan Brook, K.M. (1991) *Bahan dan Praktek Beton, Edisi Keempat, Terjemahan oleh Stephanus Hindarko*, Erlangga, Jakarta
- Qomariyah, D.N. (2015) *Pengaruh Ekstrak Kulit Pisang Kepok Terhadap Hepatosit yang Diinduksi Aspirin*. Universitas Lampung. Vol.4 (7), hal 2.
- Junaidi, A. (2015) *Pemanfaatan Abu Batang Pisang Sebagai Bahan Tambah untuk meningkatkan Kuat Tekan Beton*. Universitas Muhammadiyah Palembang. Vol.5 (2).
- Mulyono, T. (2003) *Teknologi Beton*. Jakarta: Andi.
- Mulyono, T. (2004) *Teknologi Beton*, Jogjakarta: Andi.
- Mulyono, T. (2005) *Teknologi Beton*, Jogyakarta: AndiOffset.
- Tjokrodimulyo, K. (1996) *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Naviri.
- Tjokrodimulyo, K. (2007) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Naviri.

LAMPIRAN

LAMPIRAN

Tabel L1: Satu set saringan agregat kasar.

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

Lampiran 2

Tabel L2: Satu set saringan agregat halus.

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

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

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

Tabel L4: Perbandingan kekuatan beton pada beberapa beberapa benda uji.

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

DOKUMENTASI PADA SAAT PENELITIAN BERLANGSUNG DI
LABORATORIUM BETON PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA



Gambar L1: Material agregat kasar yang akan digunakan.



Gambar L2: Material agregat halus yang akan digunakan.



Gambar L3: Semen padang PPC.



Gambar L4: Serbuk kulit pisang yang sudah di saring lolos 50.



Gambar L5: Proses pengeringan kulit pisang.



Gambar L6: Proses pemecahan kulit pisang menjadi serbuk.



Gambar L7: Proses pencampuran agregat.



Gambar L8: Proses pengujian *slump*.



Gambar L9: Proses pencetakan beton.



Gambar L10: Proses perendaman benda uji.



Gambar L11: Benda uji yang di jemur.



Gambar L12: Beton sebelum dikuat tekan.



Gambar L13: Hasil proses uji tekan pada beton.



Gambar L14: Uji kuat tekan beton normal 7 hari: 48 T.



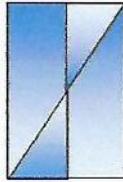
Gambar L15: Uji kuat tekan beton campuran serbuk kulit pisang 3% 7 hari: 39 T.



Gambar L16: Uji kuat tekan beton campuran serbuk kulit pisang 7% 7 hari: 12 T.



Gambar L17: Uji kuat tekan beton serbuk kulit pisang 10% 7 hari: 3,5 T.



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



WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Desember 2018
	Testing Date : 24 Januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Devita Nanda Safitri

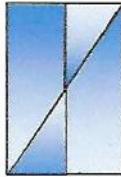
Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>)	679	993	836
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	500	500	500
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	674	985	830
Wt of mold (<i>berat wadah</i>)	179	493	336
Wt of water (<i>berat air</i>)	5	8	7
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>)	495	492	494
Water content	1.01	1.63	1.32

Medan, 04 Juni 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117 - 90	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Desember 2018
	Testing Date : 24 Januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Devita Nanda Safitri

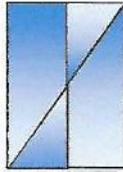
Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	500	500	500
Dry mass of sample after washing, g	485	482	484
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	15	18	16.5
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	3.00	3.60	3.30

Medan, 04 Juni 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 128 - 88)	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Desember 2018
	Testing Date : 24 Januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Devita Nanda Safitri

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample 1	Sample 2	Average
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) B	500	500	500
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i>) E	496	493	495
Wt of flask + water (<i>berat piknometer penuh air</i>) D	663	675	669
Wt of flask + water + sample (<i>berat contoh SSD dalam piknometer penuh air</i>) C	967	977	972
Bulk sp grafitry dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $E/(B+D-C)$	2.53	2.49	2.51
Bulk sp grafitry SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $B/(B+D-C)$	2.55	2.53	2.54
Apparent sp grafitry (<i>berat jenis contoh semu</i>) $E/(E+D-C)$	2.58	2.58	2.58
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((B-E)/E) \times 100\%$	0.81	1.42	1.11

Medan, 04 Juni 2018

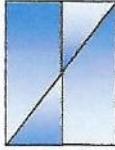
DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kept. Mughtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



UNIT WEIGHT OF FINE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Desember 2018
	Testing Date : 24 Januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Devita Nanda Safitri

No	Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	24850	25500	21668	24006
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	6500	6500	6500	6500
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	18350	19000	21500	19617
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	15451.16	15451.16	15451.16	15451.16
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1.18	1.22	1.39	1.26

Medan, 04 Juni 2018

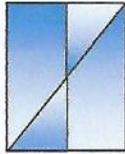
DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a)	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Desember 2018
	Testing Date : 24 Januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Devita Nanda Safitri

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Total Weight	%	Retained	Passing
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	63	48	111	2.92	2.92	97.08
2.36 (No. 8)	187	126	313	8.24	11.16	88.84
1.18 (No.16)	334	193	527	13.87	25.03	74.97
0.60 (No. 30)	548	351	899	23.66	48.68	51.32
0.30 (No. 50)	426	751	1177	30.97	79.66	20.34
0.15 (No. 100)	277	217	494	13.00	92.66	7.34
Pan	165	114	279	7.34	100.00	0.00
Total	2000	1800	3800	100		

$$Fines Modulus (FM) = \frac{260.11}{100} = 2.60$$

Good gradation class :

fine $2.2 < FM < 2.6$

medium $2.6 < FM < 2.9$

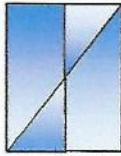
coarse $2.9 < FM < 3.2$

Medan, 04 Juni 2018
 DIPERIKSA OLEH
 KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
 Prodi Sipil
 FAKULTAS TEKNIK
 UMSU
 Jl. Kept. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Desember 2018
	Testing Date : 24 Januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Devita Nanda Safitri

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>)	3491	3002	3246.5
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	3000	2500	2750
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	3485	2988	3236.5
Wt of mold (<i>berat wadah</i>)	491	502	496.5
Wt of water (<i>berat air</i>)	6	14	10
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>)	2994	2486	2740
Water content	0.20	0.56	0.38

Medan, 04 Juni 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON

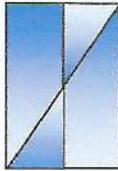


Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU

Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117 - 90	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Desember 2018
	Testing Date : 24 Januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Devita Nanda Safitri

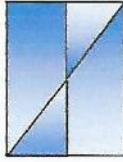
Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	3000	3000	3000
Dry mass of sample after washing, g	2987	2983	2985
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	13	17	15
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	0.43	0.57	0.5

Medan, 04 Juni 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 127 - 88)	Lab No	:
	Sampling Date	: 26 Desember 2018
	Testing Date	: 24 Januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Devita Nanda Safitri

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample 1	sample 2	Average
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) A	3000	2600	2800
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i>) C	2988	2580	2784
Wt of SSD sample in water (<i>berat contoh jenuh</i>) B	1876	1635	1755.5
Bulk sp grafitry dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) C/(A-B)	2.66	2.67	2.67
Bulk sp grafitry SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) A/(A-B)	2.67	2.69	2.68
Apparent sp grafitry (<i>berat jenis contoh semu</i>) C/(C-B)	2.69	2.73	2.71
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((A-C)/C) \times 100\%$	0.40	0.78	0.59

Medan, 04 Juni 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapl. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.si)



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



UNIT WEIGHT OF COARSE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Desember 2018
	Testing Date : 24 Januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Devita Nanda Safitri

No	Fine Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	30000	31680	32350	31343.33
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	6500	6500	6500	6500
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	23500	25180	25850	24843
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	15451.16	15451.16	15451.16	15451.16
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1.52	1.63	1.67	1.61

Medan, 04 Juni 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON

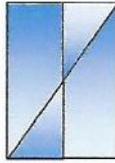


Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU

Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Desember 2018
	Testing Date : 24 Januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Devita Nanda Safitri

Sieve Size	Individu Ret (Berat Tertahan)			Retained (%) (Berat Tertahan)	Cum Ret (%) (Kum. Berat Tertahan)	Cum Passing (%) (Berat yang Lolos)	Grading Limits (% Passing) (Spesifikasi)	
	Sample 1	Sample 2	Total				Min	Max
38,1 (1.5 in)	171	66	237	4.23	4.23	95.77	95	100
19.0 (3/4 in)	1229	950	2179	38.91	43.14	56.86	35	70
9.52 (3/8 in)	983	930	1913	34.16	77.30	22.70	10	40
4.75 (No. 4)	617	654	1271	22.70	100	0	0	5
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		
Pan	0	0	0	0	0	0		
Total	3000	2600	5600	100	725			

$$Fines Modulus (FM) = \frac{725}{100} = 7.25$$

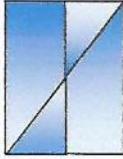
Good gradation class :
 $5.5 \leq FM \leq 7.5$

Medan, 04 Juni 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



RESISTANCE TO DEGRADATION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 131 - 89 & ASTM C 535 - 89)	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Desember 2018
	Testing Date : 24 Januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Devita Nanda Safitri

Gradation Tested (<i>gradasi yang diuji</i>)		
Sieve zize Retained	Wt of sample before test (<i>berat awal</i>) gr	Wt of sample after test (<i>berat akhir</i>) gr
37,5 (1.5 in)	-	-
25 (1 in)	-	-
19.1 (3/4 in)	-	-
12.5 (1/2 in)	2500	1183
9.50 (No. 3/8 in)	2500	662
4.75 (No.4)	-	1547
2.36 (No. 8)	-	552
0.30 (No. 50)	-	-
0.15 (No. 100)	-	-
Pan	-	132
Total	5000	4076
<i>Wt of sample passing No. 12 (berat lolos saringan No. 12)</i>		924
Abrasion (keausan) %		18.48

Medan, 04 Juni 2018

DIPERIKSA OLEH

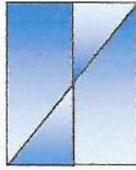


Laboratorium Beton LABORATORIUM BETON

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU

Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Devita Nanda Safitri
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 27.5 MPa
Bahan Tambah : Normal

Jumlah Benda Uji: 4 buah			Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)		
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji	
1	I	1	1.59	3.06	0.43	4	16-Mar-18	23-Mar-18	12535	12577	
2	II	1	1.59	3.06	0.43	4	16-Mar-18	23-Mar-18	12606	12647	
3	III	1	1.59	3.06	0.43	4.5	16-Mar-18	23-Mar-18	12566	12605	
4	IV	1	1.59	3.06	0.43	4.5	16-Mar-18	23-Mar-18	12597	12638	

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	-	7	49500	33.75	51.92	
2	II	-	7	45000	30.68	47.20	
3	III	-	7	43000	29.32	45.10	
4	IV	-	7	48000	32.73	50.35	
Kuat Tekan Rata-Rata						48.64	

Medan, 04 Juni 2018

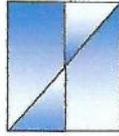
DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Devita Nanda Safitri
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 27.5 MPa
Bahan Tambah : Normal

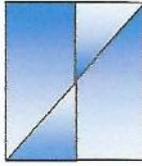
Jumlah Benda Uji: 4 buah			Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)		
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji	
1	I	1	1.59	3.06	0.43	5	9-Feb-18	9-Mar-18	12660	12698	
2	II	1	1.59	3.06	0.43	5	9-Feb-18	9-Mar-18	12729	12767	
3	III	1	1.59	3.06	0.43	4	9-Feb-18	9-Mar-18	12806	12848	
4	IV	1	1.59	3.06	0.43	4	9-Feb-18	9-Mar-18	12788	12827	

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	-	28	58500	39.89	39.89	
2	II	-	28	60000	40.91	40.91	
3	III	-	28	62000	42.27	42.27	
4	IV	-	28	65500	44.66	44.66	
Kuat Tekan Rata-Rata						41.93	

Medan, 04 Juni 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapl. Mochtar Basri No. 3 Medan
(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Devita Nanda Safitri
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 27.5 MPa
Bahan Tambah : 3% Serbuk Kulit Pisang

Jumlah Benda Uji: 4 buah		Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1	1.59	3.06	0.43	4	24-Mar-18	31-Mar-18	12522	12560
2	II	1	1.59	3.06	0.43	4	24-Mar-18	31-Mar-18	12587	12626
3	III	1	1.59	3.06	0.43	4.5	24-Mar-18	31-Mar-18	12576	12615
4	IV	1	1.59	3.06	0.43	4.5	24-Mar-18	31-Mar-18	12545	12582

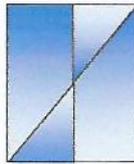
No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	3% Serbuk Kulit Pisang	7	42000	28.64	44.06	
2	II	3% Serbuk Kulit Pisang	7	39000	26.59	40.91	
3	III	3% Serbuk Kulit Pisang	7	34500	23.52	36.19	
4	IV	3% Serbuk Kulit Pisang	7	37500	25.57	39.33	
Kuat Tekan Rata-Rata						40.12	

Medan, 04 Juni 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

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



Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Devita Nanda Safitri
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 27.5 Mpa
Bahan Tambah : 3% Serbuk Kulit Pisang

Jumlah Benda Uji: 4 buah			Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)		
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji	
1	I	1	1.59	3.06	0.43	4	14-Feb-2018	14-Mar-2018	12530	12572	
2	II	1	1.59	3.06	0.43	4	14-Feb-2018	14-Mar-2018	12623	12662	
3	III	1	1.59	3.06	0.43	4.5	14-Feb-2018	14-Mar-2018	12654	12693	
4	IV	1	1.59	3.06	0.43	4.5	14-Feb-2018	14-Mar-2018	12596	12636	

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	3% Serbuk Kulit Pisang	28	58500	39.89	39.89	
2	II	3% Serbuk Kulit Pisang	28	60000	40.91	40.91	
3	III	3% Serbuk Kulit Pisang	28	52000	35.45	35.45	
4	IV	3% Serbuk Kulit Pisang	28	55500	37.84	37.84	
Kuat Tekan Rata-Rata						38.52	

Medan, 04 Juni 2018

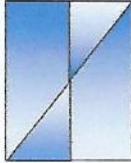
DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Devita Nanda Safitri
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 27.5 Mpa
Bahan Tambah : 7% Serbuk Kulit Pisang

Jumlah Benda Uji: 4 buah			Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1	1.59	3.06	0.43	4	29-Mar-2018	5-Apr-2018	12425	12460
2	II	1	1.59	3.06	0.43	4	29-Mar-2018	5-Apr-2018	12412	12446
3	III	1	1.59	3.06	0.43	4	29-Mar-2018	5-Apr-2018	12399	12432
4	IV	1	1.59	3.06	0.43	4	29-Mar-2018	5-Apr-2018	12415	12447

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	7% Serbuk Kulit Pisang	7	12000	8.18	12.59	
2	II	7% Serbuk Kulit Pisang	7	15000	10.23	15.73	
3	III	7% Serbuk Kulit Pisang	7	16500	11.25	17.31	
4	IV	7% Serbuk Kulit Pisang	7	14000	9.55	14.69	
Kuat Tekan Rata-Rata						15.08	

Medan, 04 Juni 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton

Prodi Sipil

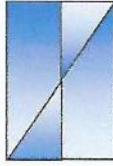
FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)





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



Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Devita Nanda Safitri
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 27.5 Mpa
Bahan Tambah : 7% Serbuk Kulit Pisang

Jumlah Benda Uji: 4 buah		Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1	1.59	3.06	0.43	4	21-Feb-2018	21-Mar-2018	12458	12493
2	II	1	1.59	3.06	0.43	4	21-Feb-2018	21-Mar-2018	12403	12437
3	III	1	1.59	3.06	0.43	5	21-Feb-2018	21-Mar-2018	12397	12428
4	IV	1	1.59	3.06	0.43	5	21-Feb-2018	21-Mar-2018	12424	12457

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	7% Serbuk Kulit Pisang	28	28500	19.43	19.43	
2	II	7% Serbuk Kulit Pisang	28	22500	15.34	15.34	
3	III	7% Serbuk Kulit Pisang	28	15000	10.23	10.23	
4	IV	7% Serbuk Kulit Pisang	28	21000	14.32	14.32	
Kuat Tekan Rata-Rata						14.83	

Medan, 04 Juni 2018

DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Devita Nanda Safitri
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 27.5 Mpa
Bahan Tambah : 10% Serbuk Kulit Pisang

Jumlah Benda Uji: 4 buah			Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)		
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji	
1	I	1	1.59	3.06	0.43	4	29-Mar-2018	5-Apr-2018	12305	12341	
2	II	1	1.59	3.06	0.43	4	29-Mar-2018	5-Apr-2018	12220	12252	
3	III	1	1.59	3.06	0.43	5	29-Mar-2018	5-Apr-2018	12297	12331	
4	IV	1	1.59	3.06	0.43	5	29-Mar-2018	5-Apr-2018	12262	12295	

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	10% Serbuk Kulit Pisang	7	2000	1.36	2.10	
2	II	10% Serbuk Kulit Pisang	7	3500	2.39	3.67	
3	III	10% Serbuk Kulit Pisang	7	2000	1.36	2.10	
4	IV	10% Serbuk Kulit Pisang	7	1500	1.02	1.57	
Kuat Tekan Rata-Rata						2.36	

Medan, 04 Juni 2018

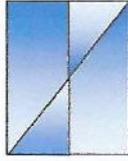
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU

Jl. Kapt. Muktar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Devita Nanda Safitri
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 27.5 Mpa
Bahan Tambah : 10% Serbuk Kulit Pisang

Jumlah Benda Uji: 4 buah			Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1	1.59	3.06	0.43	4	28-Feb-2018	28-Mar-2018	12399	12431
2	II	1	1.59	3.06	0.43	4	28-Feb-2018	28-Mar-2018	12257	12288
3	III	1	1.59	3.06	0.43	4	28-Feb-2018	28-Mar-2018	12249	12282
4	IV	1	1.59	3.06	0.43	4	28-Feb-2018	28-Mar-2018	12320	12353

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	10% Serbuk Kulit Pisang	28	2000	1.36	1.36	
2	II	10% Serbuk Kulit Pisang	28	3500	2.39	2.39	
3	III	10% Serbuk Kulit Pisang	28	4500	3.07	3.07	
4	IV	10% Serbuk Kulit Pisang	28	3000	2.05	2.05	
Kuat Tekan Rata-Rata						2.22	

Medan, 04 Juni 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

Prodi Sipil

FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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

LEMBAR ASISTENSI

Nama : DEVITA NANDA SAFITRI
NPM : 1407210160
Judul : "PENGARUH SERBUK KULIT PISANG SEBAGAI FILLER PADA AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL"

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	27-12-17	* ULANGI PEMERIKSAAN DASAR U/ MIX DESIGN! * BUAT BAB I & II!	
2.	19-01-18	* CEK HASIL BJ, AKI-SAR DAN KAPAR AIR! * BUAT TREATMENT LIMBAH! * LANJUTKAN LAPORAN!	
3.	24-01-18	* BUAT MIX DESIGN! * BUAT PROPORSI B. UJI! * UKUR / TAP ² MATERIAL U/ MIX!	
4.	24-04-18	* CEK REFERENSI & LENGKAPI GRAFIK GRADASI! * LANJUT BAB 10!	

Dosen Pembimbing I

(Ir. ELLYZA CHAIRINA, M.Si)



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

LEMBAR ASISTENSI

Nama : DEVITA NANDA SAFITRI
NPM : 1407210160
Judul : "PENGARUH SERBUK KULIT PISANG SEBAGAI
FILLER PADA AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT
TEKAN BETON NORMAL"

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
5	02-05-2018	* BUAT TREATMENT KULIT PISANG! * TABULASI HASIL KUAT TEKAN! * PERBAIKI PERBANDINGAN & BUAT PEMBAHASAN!	
6	04-06-'18	* PERBAIKI ANALISIS 0/28 HARI! * BUAT KESIMPULAN, SARAN! & LENGKAPI TA!	
7	09-06-'18	SELESAIKAN & LENGKAPI KESEWURUHAN TA : - ABSTRAK - DETR PUSTAKA	
8	23-07-'18	ACC!, SELESAI/DU! * SIAP 0/ SEMINAR!	

Dosen Pembimbing I

(Ir. ELLYZA CHAIRINA, M.Si)



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

LEMBAR ASISTENSI

Nama : DEVITA NANDA SAFITRI
NPM : 1407210160
Judul : "PENGARUH SERBUK KULIT PISANG SEBAGAI
FILLER PADA AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT
TEKAN BETON NORMAL"

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	21-5-2018	<ul style="list-style-type: none">- Perbaiki penulisan pada kertas yg dilipat .- Masukkan pada landasan Teori tentang Jurnal yang mendukung Penelitian pada skripsi ini.- Lampirkan pada Metodologi Gambar eksperimen sehingga mendukung Penelitian ini- Perhatikan format penulisan yg baku sesuai standart skripsi .	

Dosen Pembimbing II

(SRI PRAFANTI, ST, MT)



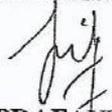
TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

Nama : DEVITA NANDA SAFITRI
NPM : 1407210160
Judul : "PENGARUH SERBUK KULIT PISANG SEBAGAI
FILLER PADA AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT
TEKAN BETON NORMAL"

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	12-6-2018	- Perbaiki pada Lembaran yg dilipat .	
2.	12-6-2018	- Rujukan dengan daftar pustaka harus sama . - Masukkan jurnal di daftar pustaka . → ? - lanjutkan	
3.	6-8-2018	- lanjutkan →	
4.	20-7-2018.	- OK jurnal ✓ - Perbaiki tulisan ✓ - Perbaiki Daftar pustaka di Bab II di Sematkan . - lanjutkan utk Seminar	

Dosen Pembimbing II


(SRI PRAFANTI, ST, MT)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : DEVITA NANDA SAFITRI
Panggilan : DEVI
Tempat, Tanggal Lahir : Saentis, 06 Februari 1997
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Dsn XI Ir. Mulia Desa SAENTIS

Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : JUNAIDI, S.Pd
Ibu : LINAWATI, S.Pd
No. HP : 0812-6074-4431
E-mail : devitananda96@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa :1407210160
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD Negeri 101783 Saentis	2008
2	SMP	SMPN 3 Percut Sei Tuan	2011
3	SMA	SMAN 1 Percut Sei Tuan	2014
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014		

