

TUGAS AKHIR

**PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BETON DENGAN
MEMENFAATKAN ARANG MANGROVE SEBAGAI
PENGANTI AGREGAT HALUS
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

FIRMANSYAH LUBIS
1307210258



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Firmansyah Lubis

NPM : 1307210258

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pemeriksaan Kuat Tekan Beton Dengan Memanfaatkan Arang Mangrove Sebagai Pengganti Agregat Halus (Studi Penelitian)

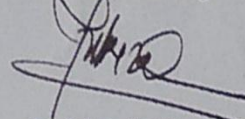
Bidang ilmu : Struktur.

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, Maret 2018

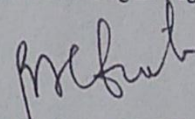
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



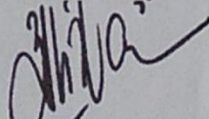
Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

Dosen Pembimbing II / Peguji



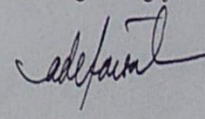
Bambang Hadibroto, ST, MSi, MT

Dosen Pembanding I / Penguji



Ir. Ellyza Chairina, MSi

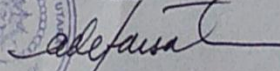
Dosen Pembanding II / Peguji



Dr. Ade Faisal, ST, MSc



Program Studi Teknik Sipil
Ketua,



Dr. Ade Faisal, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Firmansyah Lubis

Tempat /Tanggal Lahir: Binjai / 07Desember 1994

NPM : 1307210258

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

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

"pemeriksaan kuat tekan beton dengan memanfaatkan arang mangrove sebagai pengganti agregat halus",

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses 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, Maret 2018

Saya yang menyatakan,



Firmansyah Lubis

ABSTRAK

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BETON DENGAN MEMANFAATKAN ARANG MANGROVE SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS (STUDI PENELITIAN)

Firmansyah Lubis

1307210258

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

Bambang Hadibroto, ST, MSi, MT

Beton adalah suatu material yang secara harfiah merupakan bentuk dasar dari kehidupan sosial modern. Beton merupakan campuran yang homogen antara semen, air dan agregat yang dibuat dengan perbandingan tertentu. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh bahan pengganti berupa Arang *Mangrove*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan menggunakan metode dan langkah-langkah yang dilakukan menurut ASTM dan SK SNI 03-2834-1993. Setelah penelitian dilakukan didapat nilai kuat tekan rata-rata beton normal pada umur beton 28 hari sebesar 30,17 MPa, nilai kuat tekan rata-rata beton bahan pengganti Arang Mangrove 2% sebesar 32,00 MPa, nilai kuat tekan rata-rata beton bahan pengganti Arang Mangrove 4% sebesar 35,06 MPa, nilai kuat tekan rata-rata beton bahan pengganti Arang Mangrove 6% sebesar 37,22 MPa, dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan Arang Mangrove sebagai bahan pengganti agregat halus dapat menaikkan nilai kuat tekan beton rata-rata.

Kata kunci: Pengganti, Arang *Mangrove*, Kuat Tekan Rata-rata.

ABSTRACT

EXAMINATION OF CONCRETE PRESSURE USING MANGROVE CORRUPTION AS A FINE AGGREGATE REPLACEMENT (RESEARCH STUDY)

Firmansyah Lubis

1307210258

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

Bambang Hadibroto, ST, MSi , MT

Concrete is a material that is literally the basic form of modern social life. Concrete is a homogeneous mixture of cement, water and aggregates made by a certain ratio. Characteristic of concrete is to have high compressive stress and low tensile stress. This research is intended to know the influence of substitute material in the form of Mangrove Charcoal. This research was conducted at Civil Engineering Laboratory of Muhammadiyah University of North Sumatera by using methods and steps which were done like concrete lab and SK SNI 03-2834-1993. After the research, the average compressive strength value of normal concrete on 28 days concrete was 30,17 MPa, the value of compressive strength of concrete average of 2% Mangrove Charcoal substitute by 32,00 MPa, the average compressive strength value of concrete material replacement of Mangrove Charcoal 4% of skin equal to 35,06 MPa, mean value of compressive strength of concrete average of substitute of Mangrove Charcoal 6% equal to 37,22 MPa, it can be concluded that the use of Mangrove Charcoal as substitute of fine aggregate can increase value of compressive strength of concrete average.

Keywords: Substitute, Mangrove Charcoal, Strong Pressure Average.

KATA PENGANTAR

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


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

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Bambang Hadibroto, ST,MSi, MT selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Ellyza Chairina, MSc, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, ST, MSc yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar alfansyuri ST, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Orang tua penulis: Eman Sulaiman Lubis dan Syarifah Anim, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Ade Hasmudi, Rahmat Hidayat, Jubaidah Pasaribu, Pungky Gustari, Tiara Prilolla, Sri Ulina Sidauruk, Wahyuni dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan, Maret 2018



Firmansyah Lubis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.5.1. Manfaat praktis	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Beton	5
2.2. Material Penyusun Campuran Beton	6
2.2.1. Semen	7
2.2.2. Agregat	9
2.2.3. Air	15
2.2.4. Arang Mangrove	16
2.3. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar	17
2.4. Slump Test	25
2.5. Perawatan Beton	26
2.6. Pengujian Kuat Tekan	27

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1.	Umum	29
3.1.1.	Metodologi Penelitian	29
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.3	Bahan dan Peralatan	31
3.3.1.	Bahan	31
3.3.2.	Peralatan	31
3.4.	Persiapan Penelitian	32
3.5.	Pemeriksaan Agregat	32
3.6.	Pemeriksaan Agregat Halus	32
3.6.1.	Kadar Air Agregat Halus	32
3.6.2.	Kadar Lumpur Agregat Halus	33
3.6.3.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	34
3.6.4.	Berat Isi Agregat Halus	35
3.6.5.	Analisa Saringan Agregat Halus	36
3.7.	Pemeriksaan Agregat Kasar	38
3.7.1.	Kadar Air Kasar	39
3.7.2.	Kadar Lumpur Agregat Kasar	40
3.7.3.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	40
3.7.4.	Berat Isi Agregat Kasar	41
3.7.5.	Analisa Saringan Agregat Kasar	42
3.7.6.	Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	45
3.8.	Perencanaan Campuran Beton	46
3.9.	Pelaksanaan Penelitian	46
3.9.1.	<i>Trial Mix</i>	46
3.9.2.	Pembuatan Benda Uji	46
3.9.3.	Pengujian <i>Slump</i>	47
3.9.4.	Perawatan Beton	47
3.9.5.	Pengujian Kuat Tekan	47
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1.	Perencanaan Campuran Beton	48
4.1.1	Metode Pengerjaan Mix Design	57

4.2.	Pembuatan Benda Uji	62
4.3.	Slump Test	63
4.4.	Kuat Tekan Beton	64
4.4.1.	Kuat Tekan Beton Normal	65
4.4.2.	Kuat Tekan Beton Campuran Arang <i>Mangrove</i> 2%	66
4.4.3.	Kuat Tekan Beton Campuran Arang <i>Mangrove</i> 4%	67
4.4.4.	Kuat Tekan Beton Campuran Arang <i>Mangrove</i> 6%	68
4.5.	Pembahasan	70
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1.	Kesimpulan	74
5.2.	Saran	75
	DAFTAR PUSTAKA	79
	LAMPIRAN	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Unsur Beton	6
Tabel 2.2	Batas Gradasi Agregat Halus	10
Tabel 2.3	Batas Gradasi Agregat Kasar	14
Tabel 2.4	Kandungan Zat Kimia Dalam Air Yang Diizinkan	16
Tabel 2.5	Komposisi Oksida Arang <i>Mangrove</i>	17
Tabel 2.6	Faktor Pengali Untuk Standar Deviasi Berdasarkan Jumlah Benda Uji Yang Tersedia	18
Tabel 2.7	Tingkat Mutu Pekerjaan Pembetonan	18
Tabel 2.8	Perkiraan Kadar Air Bebas Yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton	19
Tabel 2.9	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum	21
Tabel 3.1	Data Hasil Penelitian Kadar Air Agregat Halus	33
Tabel 3.2	Data-Data Hasil Penelitian Kadar Lumpur Agregat Halus	33
Tabel 3.3	Data-Data Hasil Penelitian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	34
Tabel 3.4	Data-Data Hasil Penelitian Berat Isi Agregat Halus	35
Tabel 3.5	Data-Data Hasil Penelitian Analisa Saringan Agregat Halus	36
Tabel 3.6	Data-Data Hasil Penelitian Kadar Air Agregat Kasar	39
Tabel 3.7	Data-Data Hasil Penelitian Kadar Lumpur Agregat Kasar	40
Tabel 3.8	Data-Data Hasil Penelitian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	41
Tabel 3.9	Data-Data Hasil Penelitian Berat Isi Agregat Kasar	42
Tabel 3.10	Data-Data Hasil Penelitian Analisa Saringan Agregat Kasar	42
Tabel 3.11	Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	45
Tabel 4.1	Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-2834-1993)	49
Tabel 4.2	Banyak Agregat Kasar Yang Dibutuhkan Untuk Tiap Saringan Dalam 1 Benda Uji	51
Tabel 4.3	Banyak Agregat Halus Yang Dibutuhkan Untuk Tiap Saringan Dalam 1 Benda Uji	52

Tabel 4.4	Banyak Serbuk Arang Mangrove Dan Agregat Halus No.50 Yang Dibutuhkan Untuk 1 Benda Uji	53
Tabel 4.5	Banyak Agregat Kasar Yang Dibutuhkan Untuk Tiap Saringan Dalam 32 Benda Uji	55
Tabel 4.6	Banyak Agregat Halus Yang Dibutuhkan Untuk Tiap Saringan Dalam 32 Benda Uji	56
Tabel 4.7	Jumlah Kadar Air Bebas Yang Ditentukan	59
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i>	64
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	65
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk Arang <i>Mangrove 2%</i>	66
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk Arang <i>Mangrove 4%</i>	67
Tabel 4.12	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk Arang <i>Mangrove 6 %</i>	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah Gradasi Pasir Kasar	11
Gambar 2.2	Daerah Gradasi Pasir Sedang	11
Gambar 2.3	Daerah Gradasi Pasir Agak Halus	12
Gambar 2.4	Daerah Gradasi Pasir Halus	12
Gambar 2.5	Batas Gradasi Agregat Kasar	14
Gambar 2.6	Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Kubus Beton	20
Gambar 2.7	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Di Anjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 10 mm	22
Gambar 2.8	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Di Anjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm	22
Gambar 2.9	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Di Anjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm	23
Gambar 2.10	Hubungan Kandungan Air Berat Jenis Agregat Campuran dan Berat Isi Beton	24
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 3.2	Grafik Gradasi Agregat Halus	38
Gambar 3.3	Grafik Gradasi Agregat Kasar	44
Gambar 4.1	Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Kubus	58
Gambar 4.2	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran butir Maksimum 40 mm	60
Gambar 4.3	Kadar Air Bebas	61
Gambar 4.4	Beban Tekan Pada Uji Kubus	64
Gambar 4.5	Grafik Kuat Tekan Beton Pada umur 14 Hari	69
Gambar 4.6	Grafik Kuat Tekan Beton Pada umur 28 Hari	69
Gambar 4.7	Grafik Kuat Tekan Beton Pada umur 14 Hari dan 28 Hari	70
Gambar 4.8	Grafik Besar Persentase Kenaikan kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	71
Gambar 4.9	Grafik Persentase Kenaikan kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	72
Gambar 4.10	Perbandingan Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton 14 Hari dan 28 Hari	72

DAFTAR NOTASI

A	=	Luas Penampang
B _j	=	Berat Jenis
FM	=	Modulus Kehalusan
f _c '	=	Kuat Tekan
n	=	Jumlah Benda Uji
P	=	Beban Tekan
t	=	Tinggi Benda Uji
V	=	Volume
W	=	Berat
Ø	=	Diameter
Kh	=	Persentase berat agregat halus terhadap agregat Campuran
Kk	=	Persentase berat agregat kasar terhadap agregat Campuran

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

B_j = Berat Jenis

FM = Fines Modulus

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Beton telah menjadi salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk membangun gedung, jembatan, jalan dan lain-lain. Beton merupakan suatu material yang menyerupai batu, diperoleh dengan membuat suatu campuran yang mempunyai proporsi tertentu dari semen, pasir, koral atau agregat lainnya, dan air untuk membuat campuran tersebut menjadi keras dalam cetakan sesuai dengan bentuk dan dimensi struktur yang diinginkan sehingga menjadi satu kesatuan yang homogen, campuran tersebut akan mengeras seperti batuan, pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air. Semen bereaksi secara kimiawi untuk mengikat partikel agregat tersebut menjadi suatu massa yang padat (Winter dan Nilson, 1993).

Perkembangan dunia konstruksi di Indonesia saat ini sangat berdampak pada bertambahnya penggunaan beton sebagai material dalam perkuat struktur, selain itu teknologi pada beton juga selalu mengalami perkembangan yang lebih dinamis. Agregat halus dan kasar disebut sebagai bahan susunan kasar pencampur yang merupakan komponen utama beton. (Mulyono, 2004).

Teknologi beton yang terus berkembang menghasilkan beton mutu tinggi yang menjadi solusi akan kebutuhan beton yang semakin meningkat. Tetapi jika ingin membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi maka cara mendapatkan beton mutu tinggi tidak cukup dengan perlakuan, persyaratan, material konvensional dan pencampuran secara normal serta cara perawatannya. Diisyaratkan terdapat kontrol terhadap pemilihan material penyusun beton dengan penggunaan bahan tambah yang tepat.

Hutan mangrove adalah hutan yang tumbuh di air payau dan dipengaruhi oleh pasang-surut air laut. Hutan ini tumbuh khususnya di tempat-tempat di mana terjadi pelumpuran dan akumulasi bahan organik. Luasnya hutan mangrove yang bisa di jumpai di daerah pesisir Indonesia dapat meningkatkan potensi yang ada.

Di daerah Sumatera Utara yang memiliki hutan mangrove yang sangat luas, terdapat cukup banyak yang dapat dimanfaatkan dalam produk beton, namun bukan untuk menjadi bahan utama dalam pembuatan beton. pohon mangrove yang biasanya hanya digunakan untuk melindungi garis pantai dari abrasi, serta meredam gelombang yang cukup besar.

Berdasarkan hasil dari penelitian *Iqbal Fahmi Amurulloh (2013)*, melakukan penelitian dengan menggunakan serbuk halus gelas dan serbuk halus arang briket, kedalam campuran beton sebanyak 5%, 10%, dan 12,5% dari berat semen untuk campuran arang briket. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari. Dari hasil pengujian di dapat kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 38,593MPa dengan penambahan serbuk halus arang briket sebesar 5% terhadap berat semen. peningkatan kuat tekan sebesar 30,40% bila dibandingkan dengan beton normal dengan kuat tekan sebesar 29,596MPa.

Dari uraian diatas, maka dalam penelitian ini menggunakan arang mangrove sebagai bahan pengganti dalam pembuatan beton sehingga memungkinkan untuk pemanfaatan limbah pada agregat halus dan diharapkan agar mampu menaikkan nilai dari kuat beton yang direncanakan.

1.2 Permasalahan

Pada penelitian ini terdapat permasalahan:

1. Apakah pemakaian limbah arang mangrove dapat mempengaruhi kualitas beton ?
2. Bagaimana hasil pengujian dengan penggunaan limbah arang mangrove pada masing-masing variasi ?
3. Apakah akan terjadi kenaikan atau penurunan kuat tekan beton normal dengan beton campuran limbah arang mangrove ?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan limbah arang mangrove terhadap kuat tekan beton.

2. Untuk membandingkan hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan campuran serbuk arang mangrove pada variasi 2%, 4% dan 6%.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Pengujian kuat tekan beton normal dan beton yang diberi arang mangrove sebagai agregat halus dan membandingkan hasilnya.

Penggunaan arang mangrove sebagai agregat halus sebanyak 2%, 4% dan 6% dalam pembuatan beton untuk mengetahui adanya kenaikan atau penurunan kuat tekan beton. Karena Mengacu Pada penelitian yang dilakukan oleh *Iqbal Fahmi Amrulloh (2013)*, dimana penambahan serbuk halus arang briket sebanyak 5% dari berat semen memiliki nilai kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 38,933MPa jika dibandingkan dengan beton normal yang memiliki kuat tekan beton sebesar 29,596MPa.

2. Pengujian kuat tekan beton setelah perendaman 14 hari dan 28 hari.
3. Metode untuk perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-1993).
4. Penelitian ini menggunakan cetakan kubur 15cm x 15cm

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan masyarakat umum dapat mengetahui fungsi lebih dari arang mangrove dan apabila penelitian ini berhasil, diharapkan mangrove sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan untuk pelaksanaan di lapangan maupun penelitian lanjut kedepannya.

1.5.1 Manfaat Praktis

1. Dapat digunakan sebagai bahan acuan bagi mahasiswa dalam penelitian selanjutnya.
2. Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan terhadap kajian beton dengan kuat tekan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistem proposal skripsi ini yaitu:

Bab 1 Pendahuluan

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

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini menguraikan dan membahas bahan bacaan yang relevan dengan pokok bahasan studi, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini menguraikan tentang tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data dan analisa data.

Bab 4 Analisis dan pemecahan Masalah

Bab ini berusaha menguraikan analisis perhitungan dan pemecahan permasalahan yang ada dalam penelitian ini.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini menguraikan kesimpulan yang di peroleh dari analisis yang telah dilakukan dan juga saran-saran dari penulisan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk suatu massa padat (SNI 03-2847-2002). Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) beton adalah campuran semen, kerikil dan pasir yang diaduk dengan air.

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah: kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, penyelesaian, pemadatan beton dan perawatan beton.

Beton adalah material komposit, Sebagai material komposit, sifat beton sangat tergantung pada sifat unsur penyusunnya. Beton terdiri dari campuran yang dipilih dari bahan yang mengikat seperti kapur atau semen, agregat halus dan kasar, air dan adonan (untuk memproduksi beton dengan sifat khusus). “Dalam campuran beton, air dan semen membentuk perekat atau matriks yang mana sebagai tambahan mengisi kekosongan agregat halus, melapisi permukaan agregat halus dan kasar, serta mengikat mereka bersama-sama. Matriks biasanya 22 - 34% dari total volume.” (Duggal, 2008).

Hal ini dikeranakan beban memiliki berbagai macam keuntungan, yaitu: (Mulyono, 2004)

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- b. Mampu memikul beban yang berat.
- c. Biaya pemeliharaan yang kecil.
- d. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.

Beton juga memiliki kelemahan yang perlu diperhatikan saat digunakan untuk struktur bangunan, yaitu: (Mulyono, 2004)

- a. Bentuk yang dibuat sulit untuk diubah.
- b. Pelaksanaan kegiatan membutuhkan ketelitian yang tinggi .

- c. Berat.
- d. Lemah terhadap gaya tarik.

Dalam pembuatan beton normal, langkah-langkah pekerjaannya meliputi:

- a. Pemeriksaan sifat dasar bahan dasar.
- b. Penentuan kekuatan beton yang diinginkan.
- c. Perencanaan campuran Adukan Beton.
- d. Percobaan campuran adukan beton.
- e. Percobaan slump.
- f. Pembuatan beton.
- g. Perawatan.

Secara proporsi komposisi unsur pembentuk beton adalah:

Tabel 2.1: Komposisi bahan pembentuk beton (Murdock dan Brook, 1999)

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 mendapat kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Kekuatan beton akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur. Berdasarkan standar, rata-rata kuat tekan beton ditentukan ketika beton telah berumur 28 hari, Karena kekuatan beton akan naik secara cepat atau linier sampai umur 28 hari.

2.2. Material Penyusun Campuran Beton

Kualitas beton dapat ditentukan dengan cara pemilihan bahan-bahan pembentuk beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton dengan baik, serta pemilihan bahan tambah yang tepat dengan jumlah optimum yang diperlukan. Bahan pembentuk beton adalah semen, agregat, air, dan biasanya dengan bahan tambah atau pengisi. Berikut akan dijelaskan

mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut dan bahan pengisi yang saat ini sering digunakan.

2.2.1. Semen

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan juga mengisi rongga-rongga diantara butiran-butiran agregat. Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air hal ini disebut dengan hidrasi, sehingga terjadi proses pembekuan yang membentuk material batu padat dan setelah pembekuan material tersebut akan mempertahankan kekuatan dan stabilitas bahkan didalam air. Salah satu jenis semen yang biasa dipakai dalam pembuatan beton ialah semen *portland*, terbuat dari campuran Kalsium (Ca), Silika (SiO_2), Alumunia (Al_2O_3) dan Oksida Besi (Fe_2O_3). Kalsium bisa didapatkan dari setiap bahan yang mengandung kapur.

Menurut ASTM C150 (1985), semen *portland* didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari Kalsium, Sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen *portland* yang digunakan di Indonesia harus memenuhi Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986 atau SII.0013-81 yang diadopsi dari ASTM C150 (1985).

Semen terbagi dalam beberapa jenis yaitu:

1. Semen Abu atau semen *portland* adalah bubuk (*bulk*) berwarna abu kebiru-biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur / gamping dengan kadar Kalsium tinggi yang diolah dalam tanur dengan suhu 1400°C dan dengan tekanan yang tinggi. Semen ini biasa digunakan sebagai perekat untuk memplester. Semen ini berdasarkan persentase kandungannya terdiri dari 5 tipe, yaitu tipe I sampai tipe V.
2. Semen Putih (*gray cement*) adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), sebagai *filler* atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) murni.

3. *Oil Well Cement* atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun di lepas pantai.
4. *Mixed* dan *Fly Ash Cement* adalah campuran semen abu dengan *Pozzolan* buatan (*fly ash*). *Pozzolan* buatan (*fly ash*) merupakan hasil sampingan dari pembakaran batu bara yang mengandung *Amorphous Silica*, *Aluminium*, dan *Oksida* lainnya dalam variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton, sehingga menjadi lebih keras.

Berdasarkan persentase kandungan penyusun, semen *portland* terdiri dari 5 tipe yaitu:

1. Semen *Portland* Tipe I adalah semen *portland* umum (*normal portland cement*) yang digunakan dalam konstruksi beton secara umum dan tidak memerlukan sifat-sifat khusus.
2. Semen *Portland* Tipe II adalah semen *portland* yang mempunyai panas hidrasi lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat dari pada semen jenis I. Semen ini digunakan pada bangunan drainase dengan sulfat agak tinggi, dinding penahan tanah tebal yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.
3. Semen *Portland* Tipe III adalah semen *portland* dengan kekuatan awal yang tinggi (*high early strenght portland cement*). Jenis ini memperoleh kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan serta dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Semen *Portland* Tipe IV adalah semen *portland* dengan panas hidrasi yang rendah (*low heat portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan yang memerlukan panas hidrasi serendah-rendahnya. Pertumbuhan kekuatannya lambat. Jenis ini digunakan untuk bangunan beton massa seperti bendungan-bendungan gravitasi tinggi.
5. Semen *Portland* Tipe V adalah semen portland yang tahan Sulfat (*sulfat resisting portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus yang digunakan hanya untuk bangunan yang terkena Sulfat, seperti di tanah/air yang kadar Alkalinya tinggi.

2.2.2. Agregat

Agregat adalah 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. Agregat adalah bahan pengisi yang berfungsi sebagai penguat.

Agregat harus mempunyai gradasi yang baik dan memenuhi syarat agar seluruh massa beton dapat berfungsi secara utuh, homogen dan padat, dimana agregat yang berukuran kecil dapat mengisi rongga-rongga yang ada diantara agregat yang berukuran besar.

“Agregat didefinisikan sebagai material *granular*, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk semen hidrolik atau adukan.” (Menurut SNI T-15-1990-03).

Berdasarkan ukurannya, agregat ini dapat dibedakan menjadi:

a. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 5 mm.

Menurut ASTM C33 (1982) agregat halus merupakan agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,75 mm yang biasanya disebut pasir. Jenis agregat ini dapat dibedakan lagi menjadi:

- i. Pasir halus: \emptyset 0 - 1 mm
- ii. Pasir kasar: \emptyset 1 - 5 mm

Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971) agregat halus sebagai campuran untuk pembuatan beton harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- Pasir harus terdiri dari butir-butir kasar, tajam, dan keras.
- Pasir harus mempunyai kekerasan yang sama.
- Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila lebih dari 5% maka agregat tersebut harus dicuci dulu sebelum digunakan.

- Pasir harus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
- Pasir harus tidak mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca.
- Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat untuk beton.

Agregat halus dan pasir mempengaruhi proses reaksi pada hidrasi semen dalam beton. Fungsi agregat dalam *design* campuran beton adalah sebagai pengisi. Ditinjau dari berat jenis agregat halus yang digunakan maka beton yang dihasilkan dapat berbobot ringan, normal atau berat.

Maksud penggunaan agregat halus didalam adukan beton adalah:

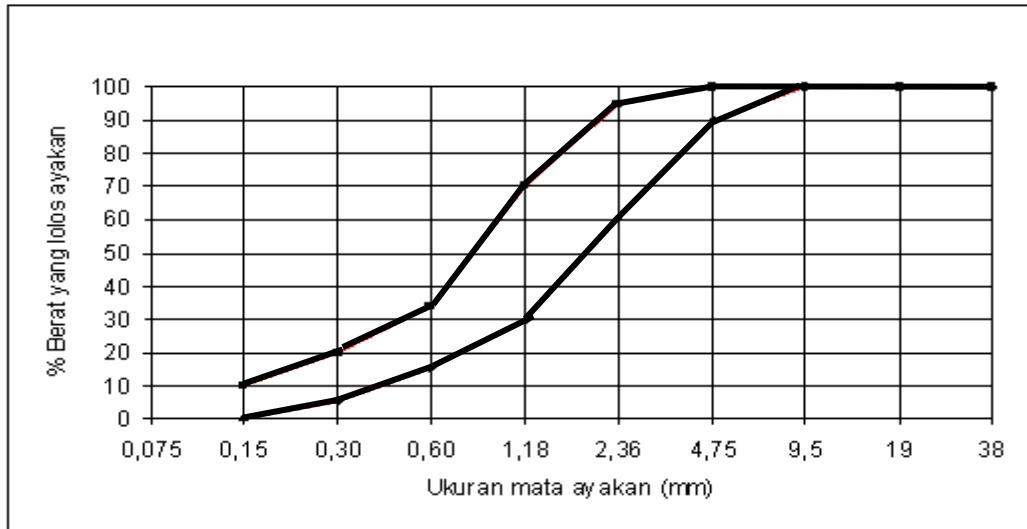
1. Menghemat pemakaian semen.
2. Menambah kekuatan beton.
3. Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton.

SK. SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat *zone* (daerah) seperti dalam Tabel 2.2. Tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.1 sampai Gambar 2.4 untuk mempermudah pemahaman.

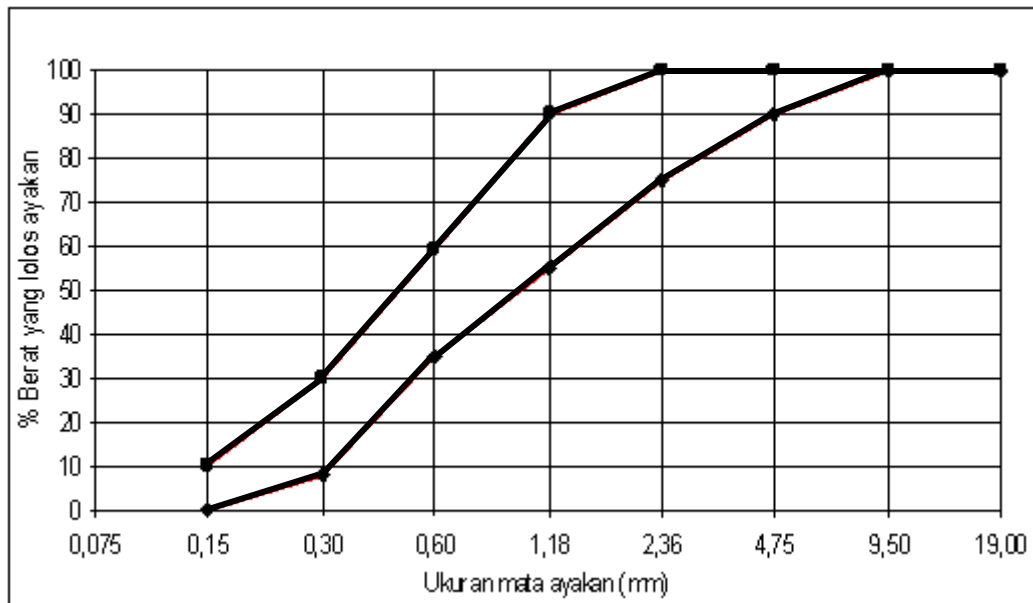
Tabel 2.2: Batas gradasi agregat halus (SK. SNI T-15-1990-03).

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

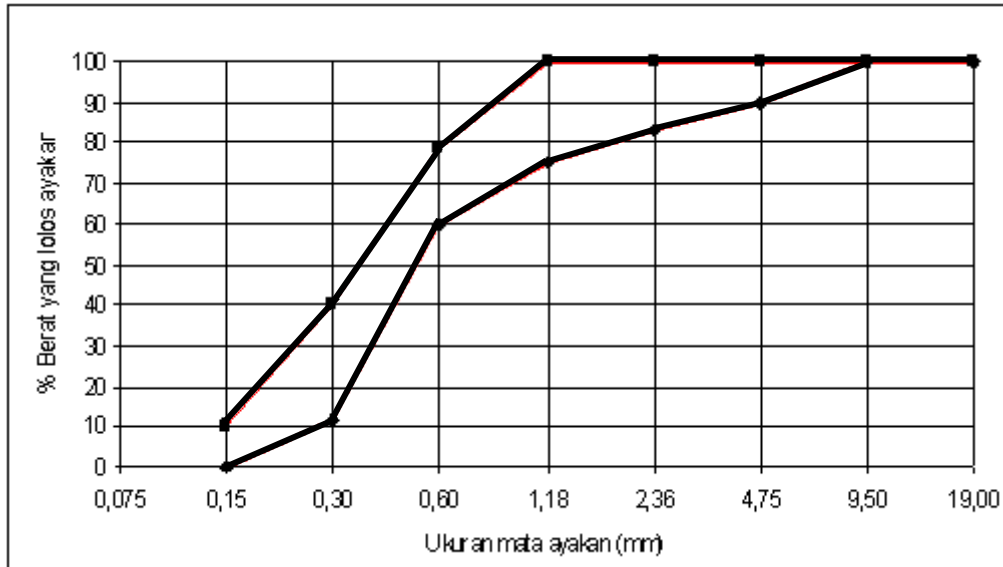
Keterangan: - Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
 - Daerah Gradasi II = Pasir Sedang
 - Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus
 - Daerah Gradasi IV = Pasir Halus.



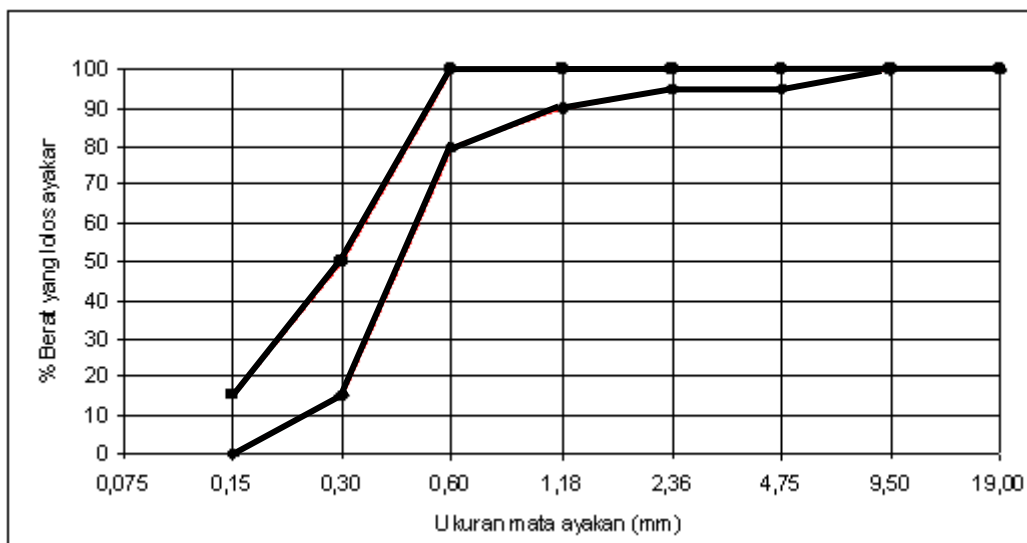
Gambar 2.1: Daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.2: Daerah gradasi pasir sedang (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.3: Daerah gradasi pasir agak halus (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.4: Daerah gradasi pasir halus (SNI 03-2834-1993).

Pemeriksaan material ini dilaksanakan sesuai dengan standar menurut SNI, agregat halus diteliti terhadap:

1. Modulus kehalusan.
2. Berat jenis.
3. Penyerapan (*Absorpsi*).

4. Kadar air.
5. Kadar lumpur.
6. Berat isi.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,75 mm (ASTM C33, 1986), yang biasanya disebut kerikil. Material ini merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau hasil dari industri pemecah batu. Butir-butir agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah ataupun hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.

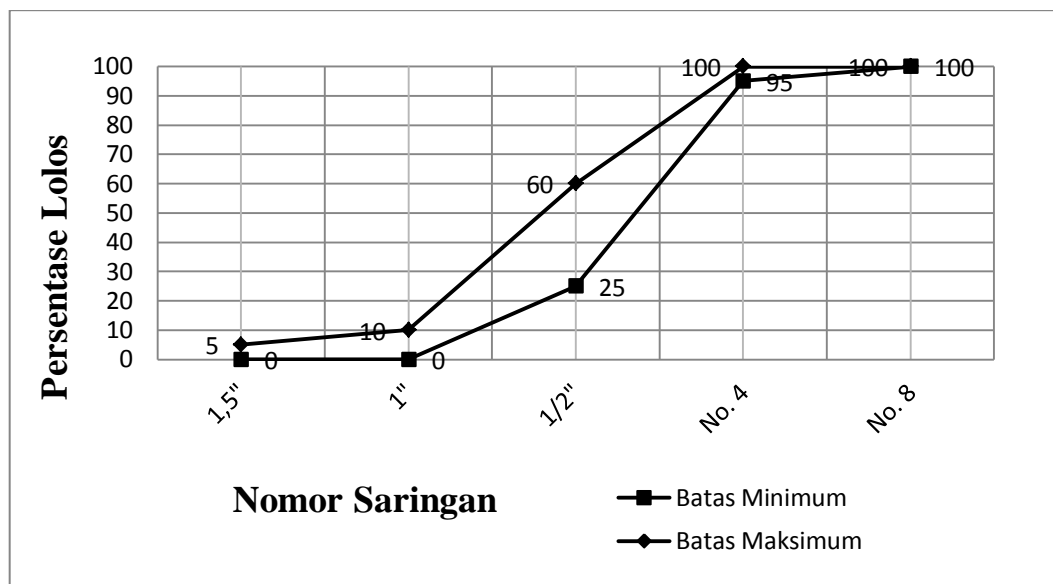
Menurut ASTM C33 (1986), agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat:
 - a. Sisa di atas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total
 - b. Sisa di atas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total
 - c. Selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.
4. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, $\frac{1}{3}$ dari tebal plat atau $\frac{3}{4}$ dari jarak besi minimum antara tulang-tulangan.

Menurut ASTM C33 (1986), batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.3. dan dijelaskan melalui Gambar 2.5 agar lebih memudahkan pemahaman.

Tabel 2.3: Batas gradasi agregat kasar (ASTM C33, 1986).

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Diameter Terbesar 37,5 mm	
	Minimum	Maksimum
37,5 (1,5 in)	0	5
25 (1 in)	0	10
12,5 (½ in)	25	60
4,75 (No. 4)	95	100
2,36 (No. 8)	100	100



Gambar 2.5: Batas gradasi agregat kasar (ASTM C33,1986).

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.

2.2.3. Air

Air juga tidak kalah penting dalam pelaksanaan pembuatan campuran beton. Pastinya air merupakan pemersatu proses pencampuran dari agregat dan semen, atau bahkan bahan tambah maupun zat *additive*. Air digunakan pada campuran beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah dalam pengerjaannya. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lain, bila dipakai untuk campuran beton maka akan menurunkan kekuatan beton dan juga dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Proporsi air yang sedikit akan memberikan kekuatan yang tinggi pada beton, tetapi kelecekan beton atau daya kerjanya menjadi berkurang, Sedangkan proporsi air yang agak besar dapat memberikan kemudahan pada waktu pelaksanaannya, tetapi kekuatan hancur beton akan menjadi rendah. Proporsi air ini dinyatakan dalam Faktor Air Semen (*water cement ratio*) atau yang sering kita singkat dengan FAS, yaitu angka yang menyatakan perbandingan antara berat air dibagi dengan berat semen dalam adukan beton tersebut.

Beton untuk konstruksi gedung biasanya memiliki nilai rasio semen sebesar 0,45 hingga 0,65. Dengan rasio tersebut dapat dihasilkan beton yang kedap air, namun mutu beton tetap dipengaruhi cara pemadatan dan daya kerjanya. Bilamana daya kerja beton rendah, maka diperlukan zat *additive*, sehingga daya kerja beton menjadi lebih baik, tanpa mempengaruhi kekuatan atau faktor air semen.

Menurut SNI 03-2874-2002, proses pengikatan, pengerasan semen atau hidrasi pada beton akan berjalan dengan baik jika menggunakan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak seperti bahan yang mengandung oli, asam, alkali, garam,

bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton dan tulangan.

b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau beton yang didalamnya tertanam logam Aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion Klorida dalam jumlah yang membahayakan.

c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:

- Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
- 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 sekurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm)” (ASTM C 109).

Berikut adalah Tabel 2.4 yang menjelaskan tentang konsentrasi maksimum kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan:

Tabel 2.4: Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan (Mulyono, 2005).

Kandungan Unsur kimia	Konsentrasi (Maksimum)
Chloride	
a. Beton prategang	500 ppm
b. Beton bertulang	1000 ppm
Alkali ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ k}_2\text{O}$)	600 ppm
Sulfat (SO_4)	1000 ppm
Total solid	50000 ppm

2.2.4. Arang Mangrove

Menurut Steenis (1978), yang dimaksud dengan mangrove adalah vegetasi hutan yang tumbuh diantara garis pasang surut, sehingga hutan mangrove dinamakan juga hutan pasang. Tetapi hutan mangrove tidak dapat tumbuh pada pantai karang, yaitu pada karang koral yang mati yang di atasnya ditimbuni selapis tipis pasir atau ditimbuni lumpur atau pantai berlumpur.

Menurut Soerianegara dan Indrawan (1980) menyatakan bahwa ciri-ciri hutan mangrove adalah sebagai berikut :

1. Tidak terpengaruh iklim
2. Terpengaruh pasang surut
3. Tanah tergenang air laut, tanah lumpur atau pasir terutama tanah liat
4. Tanah rendah pantai
5. Hutan tidak mempunyai struktur tajuk
6. Pohon-pohon dapat mencapai tinggi 30 meter
7. Jenis-jenis kayu mulai dari laut ke darat adalah : *Avicennia*, *Rhizophora*, *Sonneratia*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Lumnitzera*, *Excoecaria*, *Xylocarpus*, *Aegiceros*, *Scyphyphora* dan *Nypa*
8. Tumbuh-tumbuhan bawah terdiri dari : *Acrosticum aureum*, *Acanthus ilicifolius*, *Acanthus ebracteatus*
9. Tumbuh di pantai merupakan jalur.

Menurut Ketaran (1980), arang adalah bahan padat yang berpori-pori dan merupakan hasil pembakaran dari bahan yang mengandung unsur C. Sebagian besar dari pori-porinya masih tertutup dengan hidrokarbon, dan senyawa organik lain yang komponennya terdiri dari “*fixed carbon*”, abu, air, nitrogen dan sulfur.

Menurut Dyah, (2014) komposisi kimia dari arang mangrove dapat dilihat dari Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Komposisi Oksida arang Mangrove (Dyah, 2014).

Oksida	Komposisi (%)
C	61,27
S	10,56
P	7,49
Abu	4,48
Kadar air	5,39
Zat Mudah terbang	10,81

2.3. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-1993

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 2.5. Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Bila data uji lapangan untuk menghitung deviasi standar dengan bahan uji coba kurang dari 15, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan f_{cr} harus diambil tidak kurang dari ($f'_c + 12$ MPa).

Tabel 2.6: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia kurang dari 30 (SNI 03-2834-1993).

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

3. Perhitungan nilai tambah (margin) dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004).

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

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 Gambar 2.6.

8. Faktor air semen maksimum pada tabel 2.6.

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.

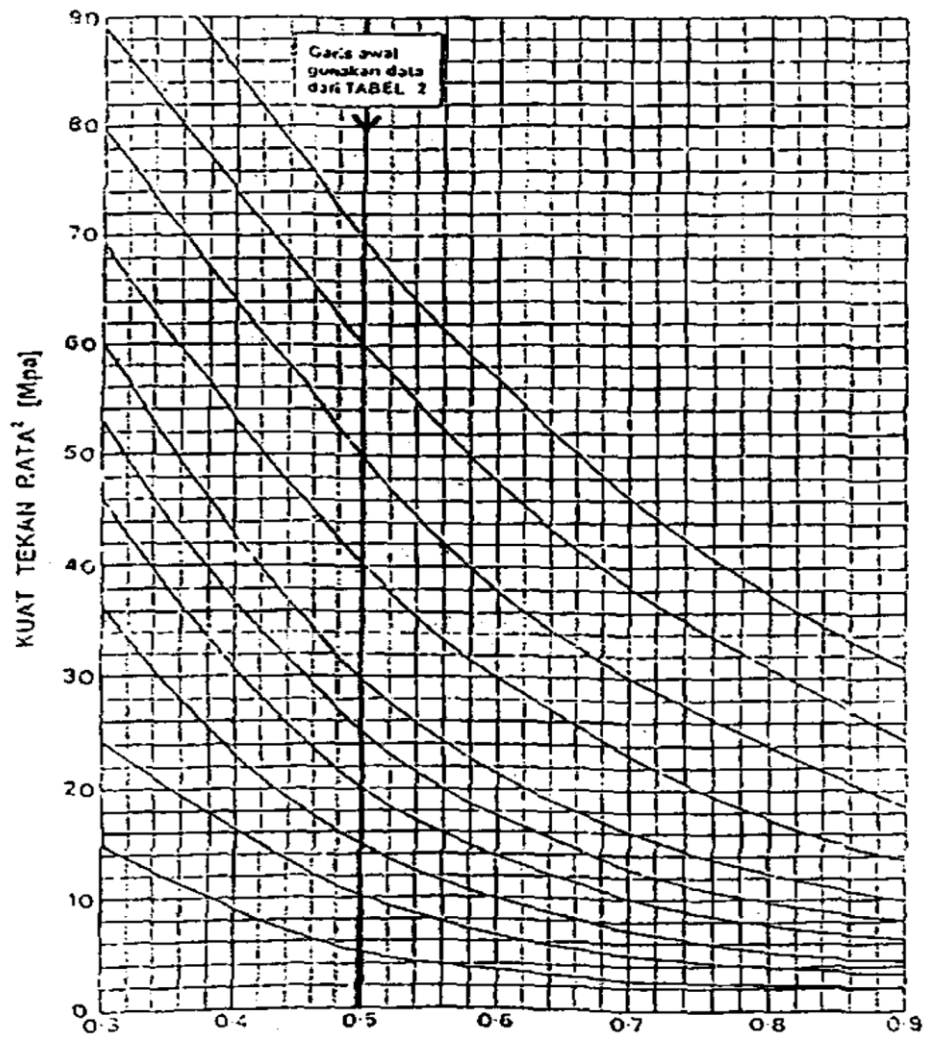
Penetapan besar butir maksimum agregat pada beton standar ada 3, yaitu 10 mm, 20 mm atau 40 mm.

11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.8 sebagai berikut:

Tabel 2.8: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834, 1993).

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



Gambar 2.6: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton (benda uji bentuk kubus 150 x 150 x 150 mm) (SNI 03-2834-1993).

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:

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

F_{as} = Faktor air per meter kubik beton

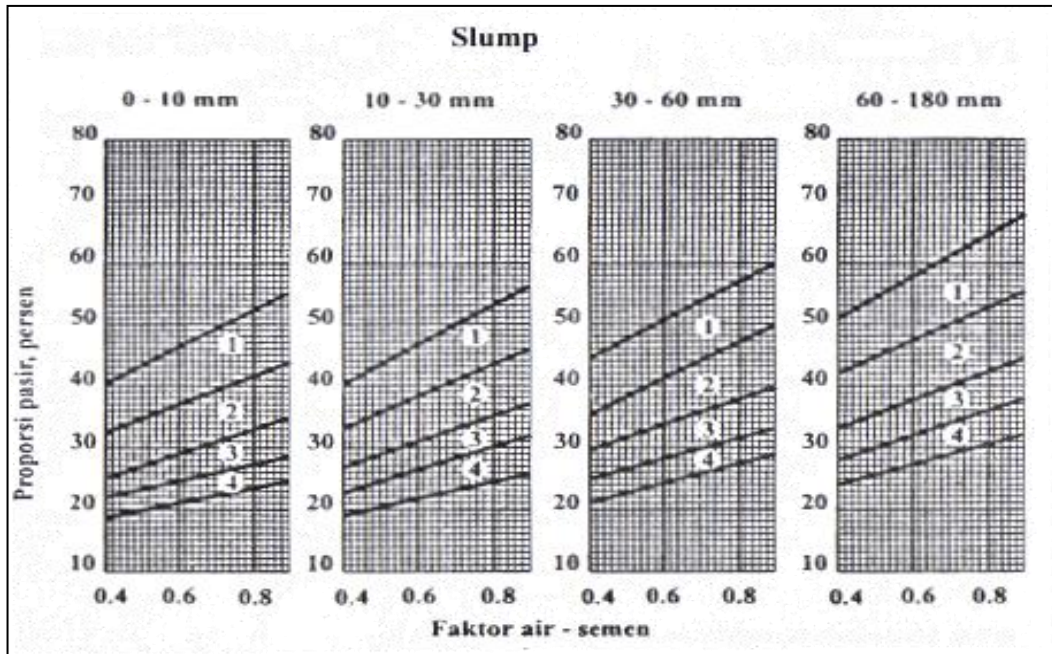
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.

14. Menentukan jumlah semen seminimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.9, 2.10, dan 2.11. Dari ketiga tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

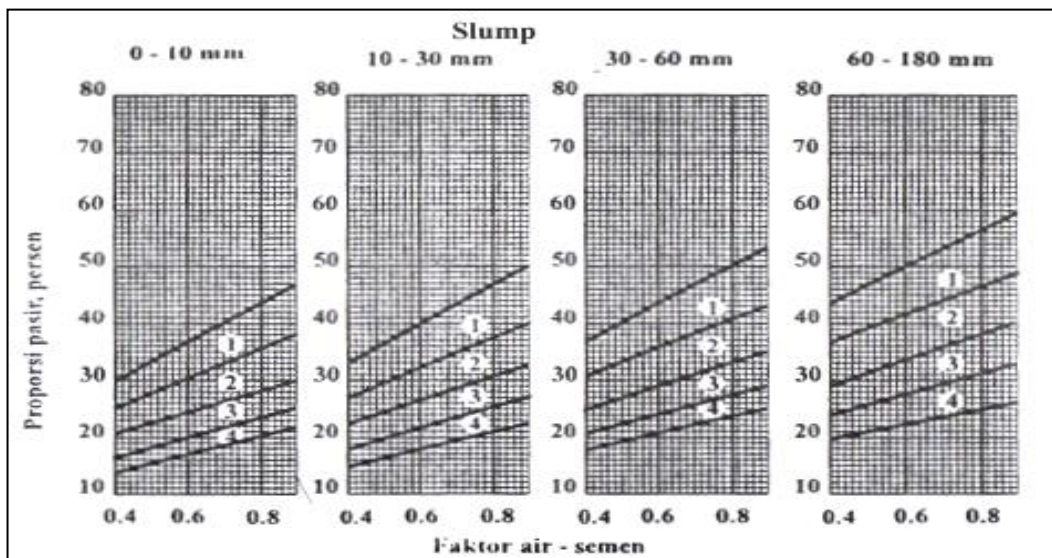
Tabel 2.9 : Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834-1993).

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 ruang 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

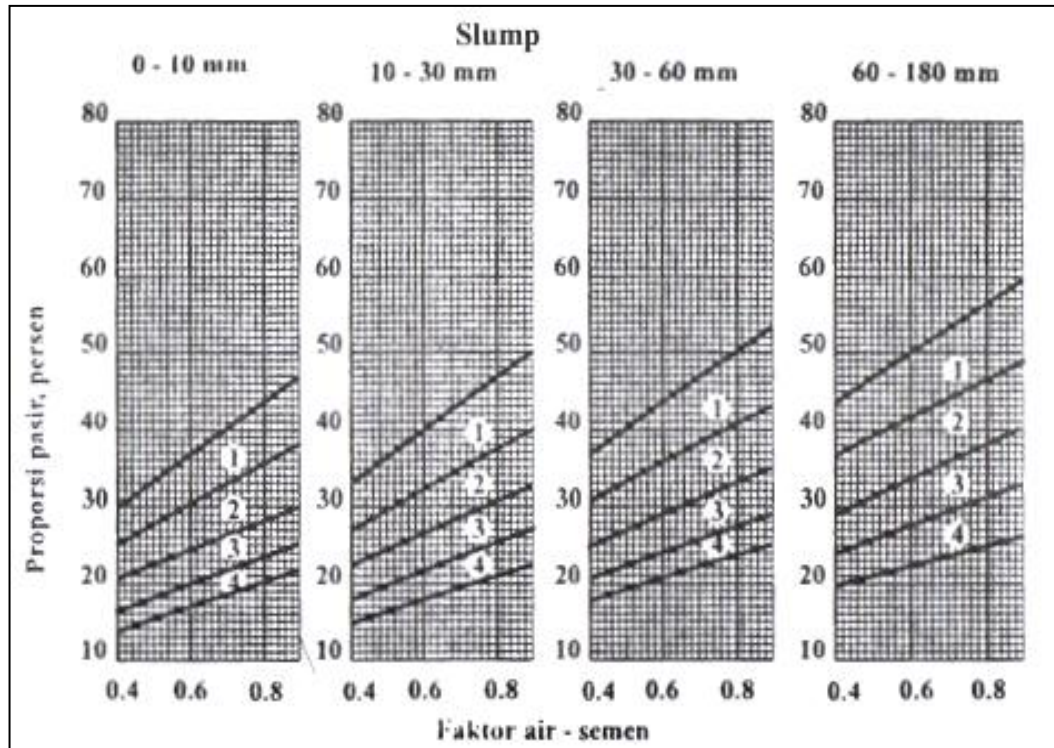
15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Penetapan jenis agregat halus: Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar (Gambar 2.1), Sedang (Gambar 2.2), agak halus (Gambar 2.3) dan pasir halus (Gambar 2.4).
17. Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.5.
18. Persen agregat halus terhadap agregat campuran.
 Persen agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan dengan faktor air semen menurut slump yang digunakan secara tegak lurus berpotongan yang dapat dilihat pada Gambar 2.7, Gambar 2.8, dan Gambar 2.9.



Gambar 2.7: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.8: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.9: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-1993).

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 2.10.

21. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus:

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

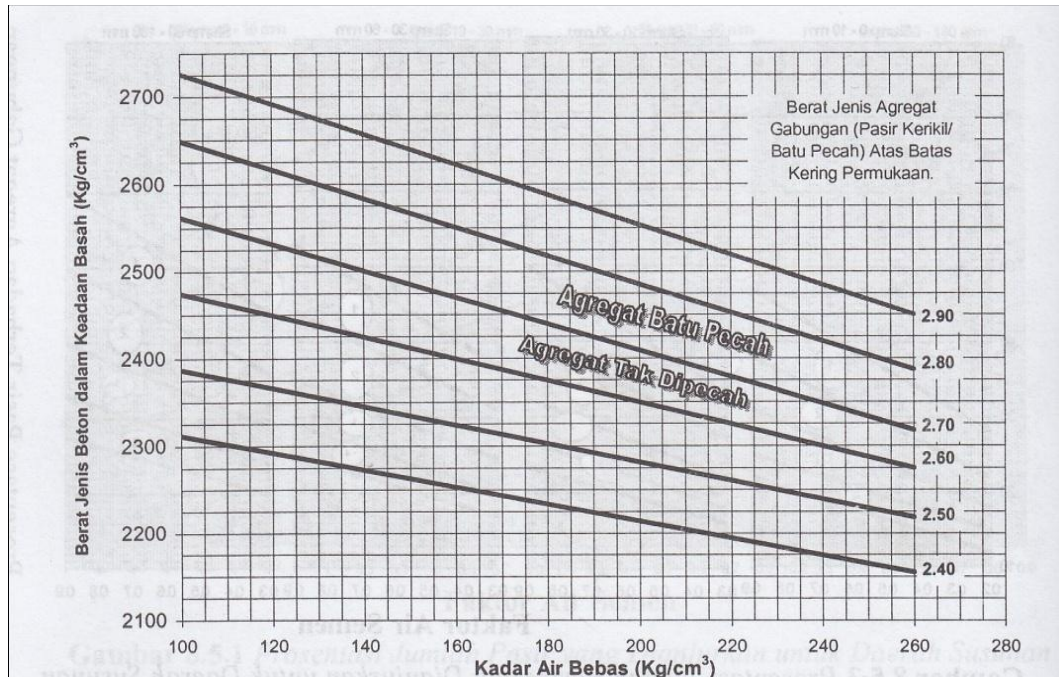
Dengan:

$W_{agr, \text{camp}}$ = 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 2.10: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-1993).

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:

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

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

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

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 (%)

2.4. Slump Test

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing-masing campuran baik pada beton standar maupun beton yang menggunakan *filler* dan bahan penambah (*admixture*). Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan

kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan *slump* dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat.

2.5. 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 seringkali 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.

2.6. 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/cm²)

P = Beban tekan (kg)

A = Luas penampang (cm²)

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 2.12.

Tabel 2.12: 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 kuta tekan dapat destimasi dengan cara membagi hasil kuat tekan pada umur tertentu dibagi dengan koefesien kuat tekan sesuai jumlah umur pengujian.

Estimasi kuat tekan dilakukan terhadap kuat tekan umur 28 hari:

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

Dimana:

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

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

koefisien = koefisien dari umur beton

Koefisien dari umur beton diperoleh dari jumlah hari beton selesai dicetak hingga beton di tes kuat tekannya. Pada Tabel 2.13 dijelaskan beberapa koefisien umur hari pada beton.

Tabel 2.13: Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodimuljo, 2007).

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

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

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

1. Data primer

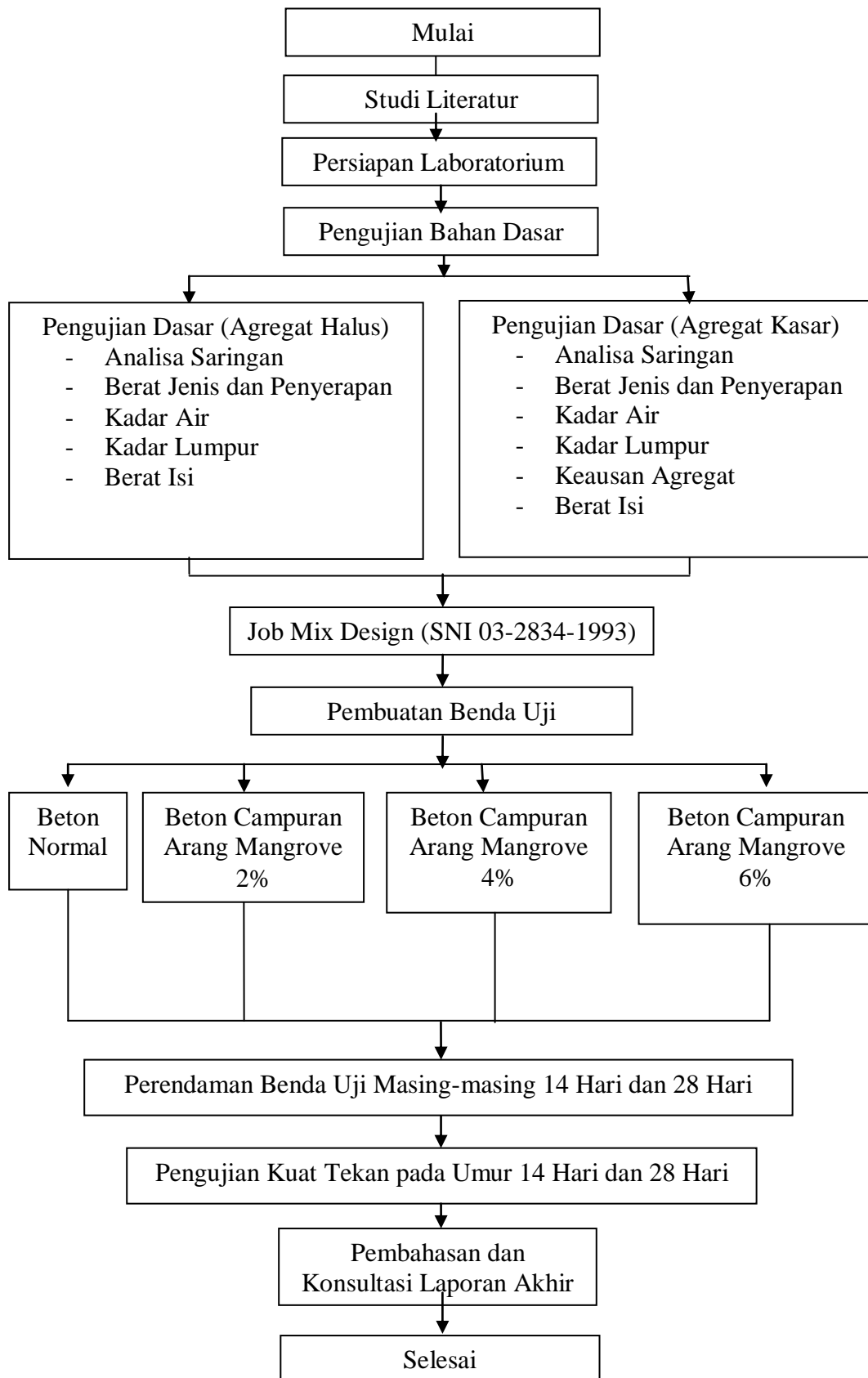
Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- 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 SNI-03-2834 (1993), 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: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Maret 2017 hingga Agustus 2017. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl.Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan. Dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandart.

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 1 PPC (*Portland Pozolan Cement*).

b. Agregat Halus

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

c. Agregat Kasar

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

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

e. Arang Mangrove

Arang mangrove yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil dari sisa pembakaran rumah tangga yang tidak digunakan lagi, yang di dapat di daerah Percut Sei Tuan, yang selanjutnya di tumbuk untuk mendapatkan serbuk, kemudian diayak menggunakan saringan no.30 tertahan pada saringan 50.

3.3.2. Peralatan

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

- a. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar.

- b. Satu set alat untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus dan kasar.
- c. Timbangan.
- d. Alat pengaduk beton (*mixer*).
- e. Cetakan benda uji berbentuk kubus.
- f. Alat kuat tekan (*compression*).
- g. Mesin *Los Angeles*.
- h. Satu set alat *Slump test*.

3.4. Persiapan Penelitian

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

3.5. Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat serta menurut ASTM.

3.6. Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian 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

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566, serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	1473	1523	1498
Berat contoh SSD	1300	1350	1325
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	1445	1494	1470
Berat wadah (W3)	173	173	173
Berat air (W1-W2)	28	29	29
Berat contoh kering (W2-W3)	1272	1321	1297
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	2,20	2,20	2,20

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

3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C117-90 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.2 sehingga diketahui kadar lumpur agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering : A (gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	485	486	485,5
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci: C (gr)	15	14	14,5
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	3	2,8	2,9

Berdasarkan Tabel 3.2 pemeriksaan 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 2,8%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 2,9%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu $< 5\%$.

3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 128-88 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.3 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa..

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)	492	491	491,5
Berat piknometer penuh air (D)	701	702	701,5
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air (C)	1004	1005	1004,5
Berat jenis contoh kering $E/(B+D-C)$	2,50	2,49	2,49
Berat jenis contoh SSD $B/(B+D-C)$	2,54	2,54	2,54
Berat jenis contoh semu $E/(E+D-C)$	2,60	2,61	2,61
Penyerapan $((B-E)/E) \times 100\%$	1,63	1,83	1,73

Berdasarkan Tabel 3.3 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan. Pada tabel 3.3 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 $2,49 \text{ gr/cm}^3 < 2,54 \text{ gr/cm}^3 < 2,61 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,73%. 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

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

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)	19743	20380	21155	20426
2	Berat wadah (gr)	5300	5300	5300	5300
3	Berat contoh (gr)	14443	15080	15855	15126
4	Volume wadah (cm ³)	10952,23	10952,23	10952,23	10952,23
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,319	1,377	1,448	1,38

Berdasarkan Tabel 3.4 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar 1,38 gr/cm³. 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 gr/cm³.

3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 136-84a serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.2, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

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

No. Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	130	121	251	7,25	7,25	92,75
2.36 (No. 8)	187	193	380	10,97	18,22	81,78

Tabel 3.5: *Lanjutan.*

No. Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%		
					Tertahan	Lolos
(No.16)	274	260	370	15,42	33,63	66,37
(No.30)	349	342	691	19,95	53,58	46,42
0.30 (No. 50)	367	361	728	21,02	74,60	25,40
0.15 (No. 100)	286	297	583	16,83	91,43	8,57
Pan	154	143	297	8,57	100,00	0,00
Total	1747	1717	3464	100		

Berdasarkan Tabel 3.5 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-1993, 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 = 3464 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{251}{3464} \times 100\% = 7,25\%$$

$$\text{No.8} = \frac{380}{3464} \times 100\% = 10,97\%$$

$$\text{No.16} = \frac{370}{3464} \times 100\% = 15,42\%$$

$$\text{No.30} = \frac{691}{3464} \times 100\% = 19,95\%$$

$$\text{No.50} = \frac{728}{3464} \times 100\% = 21,02\%$$

$$\text{No.100} = \frac{583}{3464} \times 100\% = 16,83\%$$

$$\text{Pan} = \frac{297}{3464} \times 100\% = 8,57\%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

No.4	=	0	+	7,25	=	7,25	%
No.8	=	7,25	+	10,97	=	18,22	%
No.16	=	18,22	+	15,42	=	33,63	%
No.30	=	33,63	+	19,95	=	53,58	%
No.50	=	53,58	+	21,02	=	74,60	%
No.100	=	74,60	+	16,83	=	91,43	%
Pan	=	91,43	+	8,57	=	100,00	%

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 279 %

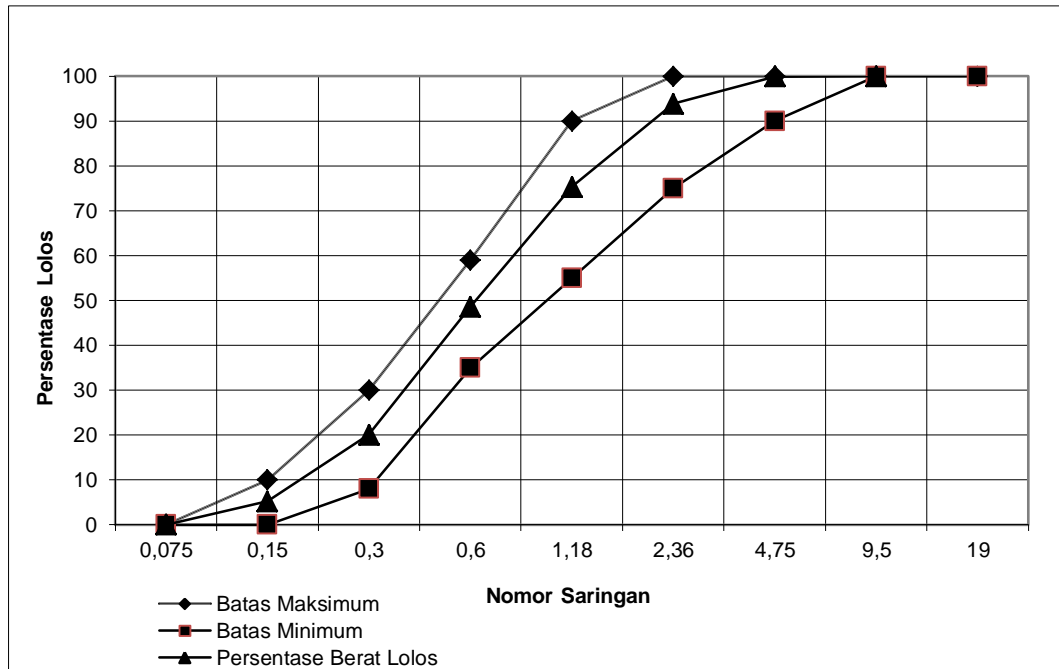
$$\text{FM (Modulus kehalusan)} = \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100}$$

$$= \frac{279}{100}$$

$$\text{FM} = 2,79$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

No.4	=	100	-	7,25	=	92,75	%
No.8	=	100	-	18,22	=	81,78	%
No.16	=	100	-	33,63	=	66,37	%
No.30	=	100	-	53,58	=	46,42	%
No.50	=	100	-	74,60	=	25,40	%
No.100	=	100	-	91,43	=	8,57	%
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 2,79 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

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.
- *Los Angeles* (keausan)

3.7.1. Kadar Air Agregat Kasar

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

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

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD & berat wadah (W1)	3693	3745	3719
Berat contoh SSD	3200	3250	3225
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	3675	3723	3699
Berat wadah (W3)	493	495	494
Berat air (W1-W2)	18	22	20
Berat contoh kering (W2-W3)	3182	3228	3205
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	0,57	0,68	0,62

Berdasarkan Tabel 3.6 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar yang menggunakan dua sampel yang kemudian dirata-ratakan. Dari hasil pengujian didapat nilai kadar air agregat kasar pada contoh pertama sebesar 0,57%, pada contoh kedua sebesar 0,68%. Sedangkan nilai rata-rata kadar air pada agregat kasar yang diteliti adalah sebesar 0,62% dan hasil tersebut telah memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu 0,5% - 1,5%.

3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 117 – 90, serta mengikuti Buku Panduan Praktikum. 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)	2500	2500	2500
Berat contoh setelah dicuci: B (gr)	2491	2494	2493
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci: C (gr)	9	6	7,5
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,36	0,24	0,3

Berdasarkan Tabel 3.7 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel yang menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 0,36%, dan sampel kedua sebesar 0,24%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,3%. Menurut PBI 1971 hasil pemeriksaan kadar lumpur diatas telah memenuhi syarat yaitu $< 1\%$.

3.7.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 127 -88, serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang 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)	3200	3250	3225
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	3176	3226	3201
Berat contoh jenuh (B)	2021	2056	2038,5
Berat jenis contoh kering ($C/(A-B)$)	2,69	2,70	2,70
Berat jenis contoh SSD ($A/(A-B)$)	2,71	2,72	2,72
Berat jenis contoh semu ($C/(C-B)$)	2,75	2,76	2,75
Penyerapan ($(A-C)/C \times 100\%$)	0,76	0,74	0,75

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) pada agregat halus yang diteliti. Pada tabel 3.8 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar 2,70 gr/cm³, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,72 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,75 gr/cm³. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,75% dan berdasarkan ASTM C 127 nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-1993 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat isi agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.9 sehingga diketahui berat isi 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)	30550	31860	32962	31790,67
2	Berat wadah (gr)	6440	6440	6440	6440
3	Berat contoh (gr)	24110	25420	26522	25351

Tabel 3.9: Lanjutan

4	Volume wadah (cm ³)	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,559	1,644	1,715	1,639

Berdasarkan *Tabel 3.9* menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,639 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 1,559 gr/cm³. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,644 gr/cm³. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,715 gr/cm³ dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yang yaitu > 1,125 gr/cm³.

3.7.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 136 – 84a dan ASTM D 448 – 86, serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.10 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

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

No Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1	Contoh 2	Total Berat	%	Tertahan	Lolos
	(gr)	(gr)	(gr)			
38,1 (1.5 in)	118	122	240	3,72	3,72	96,28
19.0 (3/4 in)	1407	1354	2761	42,85	46,57	53,43
9.52 (3/8 in)	934	957	1891	29,35	75,92	24,08
4.75 (No. 4)	788	764	1552	24,08	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	3247	3197	6444	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 tata cara perencanaan campuran beton menurut SNI 03-2834-1993. Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut:

Total berat batu pecah = 6444 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= \frac{240}{6444} \times 100\% = 3,72 \% \\
 3/4 &= \frac{2761}{6444} \times 100\% = 42,85 \% \\
 3/8 &= \frac{1891}{6444} \times 100\% = 29,35 \% \\
 \text{No. 4} &= \frac{1552}{6444} \times 100\% = 24,08 \%
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 0 + 3,72 = 3,72 \% \\
 \frac{3}{4} &= 3,72 + 42,85 = 46,57 \% \\
 \frac{3}{8} &= 46,57 + 29,35 = 75,92 \% \\
 \text{No.4} &= 75,92 + 24,08 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

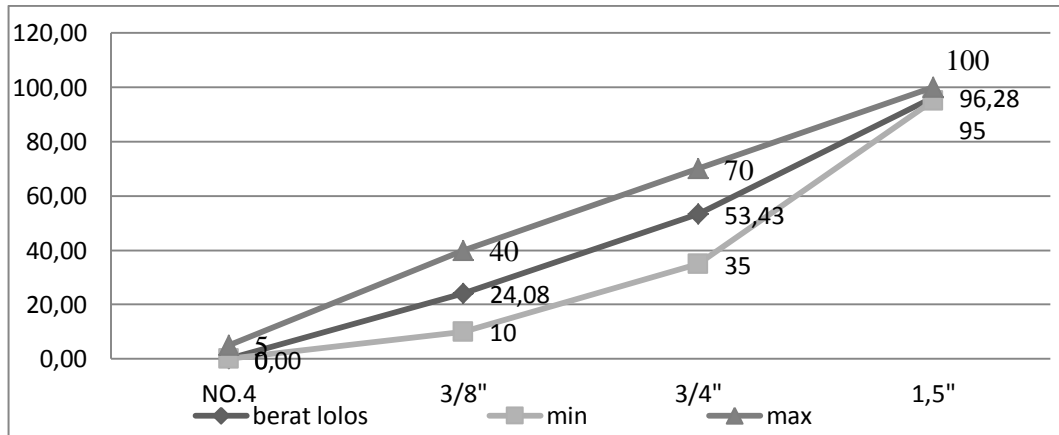
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 726,21

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{726,21}{100} \\
 \text{FM} &= 7,26
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 100 - 3,72 = 96,28 \% \\
 \frac{3}{4} &= 100 - 46,57 = 53,43 \% \\
 \frac{3}{8} &= 100 - 75,92 = 24,08 \% \\
 \text{No. 4} &= 100 - 100 = 0 \%
 \end{aligned}$$

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 03-2834-1993, 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*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 131 - 89 & ASTM C 535 – 89, serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang kekerasan agregat dengan Mesin *Los Angeles*.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat sampel sebelum pengujian = 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	1545
9,50 (3/8 in)	2500	546
4,75 (No. 4)	-	935
2,36 (No. 8)	-	443
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-
0,30 (No. 50)	-	-
0,15 (No. 100)	-	-
Pan	-	818
Total	5000	4287
	Berat lolos saringan No. 12	713
	<i>Abrasion</i> (Keausan) (%)	14,26%

$$\begin{aligned}
 \text{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5000 - 4287}{5000} \times 100\% = 14,26\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan di dapat pada Tabel 3.11 diketahui bahwa berat akhir setelah melakukan pengujian keausan agregat adalah sebesar 4287 gr dan nilai *abrasion* (keausan) sebesar 14,26 %. Nilai tersebut telah memenuhi standar PBI 1971 bahwa nilai keausan agregat tidak lebih dari 50%.

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 kubus dengan sisi berukuran 15 cm yang berjumlah 32 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

3.9.3. Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2834-1993.

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 14 dan umur 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 14 hari : 4 buah.
- Beton normal umur 28 Hari : 4 buah.
- Beton variasi 2 % umur 14 hari : 4 buah.
- Beton variasi 2 % umur 28 hari : 4 buah.

- Beton variasi 4 % umur 14 hari : 4 buah.
- Beton variasi 4 % umur 28 hari : 4 buah.
- Beton variasi 6 % umur 14 hari : 4 buah.
- Beton variasi 6 % umur 28 hari : 4 buah.

Total : 32 buah.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Campuran Beton

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

Dari hasil percobaan didapati data-data sebagai berikut:

- Berat jenis agregat halus = 2,72gr/cm³
- Berat jenis agregat kasar = 2,54/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar = 0,3%
- Kadar lumpur agregat halus = 2,9 %
- Berat isi agregat kasar = 1,64 gr/cm³
- Berat isi agregat halus = 1,38 gr/cm³
- FM agregat kasar = 7,26
- FM agregat halus = 2,79
- Kadar air agregat kasar = 0,62%
- Kadar air agregat halus = 2,22%
- Penyerapan agregat kasar = 0,75%
- Penyerapan agregat halus = 1,73%
- Nilai slump rencana = 30-60 mm
- Ukuran agregat maksimum = 40 mm

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 30 MPa yang terlampir pada Tabel 4.1 berdasarkan SNI 03-2834-1993.

Tabel 4.1: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-1993).

Perencanaan campuran beton SNI 03-2834-1993					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji kubus)	Ditetapkan		30 Mpa	
2	Deviasi standar	-		12 Mpa	
3	Nilai tambah (margin)	-		5,7 Mpa	
4	kuat tekan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		47,7	
5	Jenis semen			Tipe I	
6	Jenis agregat :	Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
	halus Kasar	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
7	Faktor air semen bebas			0,44	
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		30-60 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7		170	
12	Jumlah semen	11:07		386,36	
13	jumlah semen maksimum	Ditetapkan		386,36	
14	jumlah semen minimum	Ditetapkan		275	
15	Faktor air semen yang d disesuaikan	-		0,44	
16	Susunan besar butir agregat halus			Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan			Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus			34%	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Ditetapkan		2,66	
20	Berat isi beton			2437,5	
21	kadar agregat gabungan	20-(12-11)		1881,14	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		639,59	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1241,55	
24	Proporsi campuran	semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	Tiap m ³	386,36	170	639,59	1241,55
	Tiap campuran uji m ³	1	0,44	1,66	3,21
Tiap campuran uji 0,003375 m ³ (1 kubus)	1,30	0,57	2,16	4,19	

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

Koreksi proporsi campuran					
25	Tiap m ³	386,36	168,67	642,53	1239,94
	Tiap campuran uji m ³	1	0,44	1,66	3,21
	Tiap campuran uji 0,003375 m ³ (1 kubus)	1,30	0,57	2,17	4,18

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

$$\begin{array}{cccccc}
 \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu pecah} & : & \text{Air} \\
 386,36 & : & 642,85 & : & 1239,94 & : & 168,67 \\
 1 & : & 1,66 & : & 3,21 & : & 0,44
 \end{array}$$

a. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan kubus dengan ukuran:

$$\begin{aligned}
 \text{Sisi} & = 15 \text{ cm} \\
 \text{Volume Kubus} & = \text{Sisi} \times \text{Sisi} \times \text{Sisi} \\
 & = 15 \times 15 \times 15 \\
 & = 3375 \text{ cm}^3 \\
 & = 0,003375 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 $= \text{Banyak semen} \times \text{Volume 1 benda uji}$
 $= 386,36 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 $= 1,30 \text{ kg}$
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 $= \text{Banyak pasir} \times \text{Volume 1 benda uji}$
 $= 642,85 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 $= 2,17 \text{ kg}$
- Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 $= \text{Banyak kerikil} \times \text{Volume 1 benda uji}$
 $= 1239,94 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 $= 4,18 \text{ kg}$
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
&= \text{Banyak air} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
&= 168,67 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3 \\
&= 0,57 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

$$\begin{array}{cccccc}
\text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu pecah} & : & \text{Air} \\
1,30 & : & 2,17 & : & 4,18 & : & 0,57
\end{array}$$

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.2 dan 4.3.

Tabel 4.2: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat batu pecah	
1,5	3,72	$\frac{3,72}{100}$	x 4,18	0,156
¾	42,85	$\frac{42,85}{100}$	x 4,18	1,793
3/8	29,35	$\frac{29,35}{100}$	x 4,18	1,228
No. 4	24,08	$\frac{24,08}{100}$	x 4,18	1,008
Total				4,18

Berdasarkan Tabel 4.2 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,156 kg, saringan ¾ sebesar 1,793 kg, saringan 3/8 sebesar 1,228 kg dan saringan no 4 sebesar 1,008 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 4,18 kg.

Tabel 4.3: Banyak agregat halus yang dibutuhkan 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	7,25	$\frac{7,25}{100}$	x 2,17	0,16
No.8	10,97	$\frac{10,97}{100}$	x 2,17	0,24
No.16	15,42	$\frac{15,42}{100}$	x 2,17	0,33
No.30	19,95	$\frac{19,95}{100}$	x 2,17	0,43
No.50	21,02	$\frac{21,02}{100}$	x 2,17	0,46
No.100	16,83	$\frac{16,83}{100}$	x 2,17	0,36
Pan	8,57	$\frac{8,57}{100}$	x 2,17	0,19
Total				2,17

Berdasarkan Tabel 4.3 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,16 kg, saringan no 8 sebesar 0,24 kg, saringan no 16 sebesar 0,34 kg, saringan no 30 sebesar 0,43 kg, saringan no 50 sebesar 0,46 kg, saringan no 100 sebesar 0,36 kg, dan pan sebesar 0,19 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 2,17 kg.

b. Bahan pengganti agregat halus

Untuk penggunaan bahan pengganti agregat halus tertahan saringan nomor 50 menggunakan serbuk arang mangrove sebesar 2%, 4% dan 6% dapat dilihat pada Tabel 4.4.

- Serbuk arang mangrove yang dibutuhkan sebanyak 2% untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2}{100} \times \text{Berat agregat halus no 50} \\
 &= \frac{2}{100} \times 0,46 \text{ kg} \\
 &= 0,0092 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah $= 0,46 - 0,0092$
 $= 0,45$ kg

- Serbuk arang mangrove yang dibutuhkan sebanyak 4% untuk 1 benda uji.

$$= \frac{4}{100} \times \text{Berat agregat halus no 50}$$

$$= \frac{4}{100} \times 0,46 \text{ kg}$$

$$= 0,0184 \text{ kg}$$

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah $= 0,46 - 0,0184$
 $= 0,44$ kg

- Serbuk arang mangrove yang dibutuhkan sebanyak 6% untuk 1 benda uji.

$$= \frac{6}{100} \times \text{Berat agregat halus no 50}$$

$$= \frac{6}{100} \times 0,46 \text{ kg}$$

$$= 0,0276 \text{ kg}$$

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah $= 0,46 - 0,0276$
 $= 0,43$ kg

Tabel 4.4: Banyak serbuk arang mangrove dan agregat halus No.50 yang dibutuhkan untuk 1 benda uji.

Penggunaan Bahan Ganti	Berat Serbuk Arang Mangrove (kg)	Berat Agregat halus No.50 (kg)
2%	0,0092	0,45
4%	0,0184	0,44
6%	0,0276	0,43

Berdasarkan Tabel 4.4 menjelaskan jumlah penggunaan bahan Pengganti dan agregat halus No.50 sebesar 2 % adalah 0,0092 kg untuk berat serbuk arang mangrove dan 0,45 kg untuk berat agregat halus, jumlah bahan pengganti dan agregat halus No.50 sebesar 4% adalah 0,0184 kg untuk berat serbuk arang

mangrove dan 0,44 kg untuk berat agregat halus, dan jumlah bahan pengganti serta agregat halus No.50 sebesar 6 % adalah 0,0276 kg untuk berat serbuk arang mangrove dan 0,43 kg untuk agregat halus.

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
 - = Banyak semen 1 benda uji x 32 benda uji
 - = 1,30 x 32
 - = 41,73 kg
- Pasir tertahan saringan No.50 yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 - ❖ Untuk beton normal
 - = banyak pasir untuk 1 benda uji x 8
 - = 0,46 x 8
 - = 3,67 kg
 - ❖ Untuk beton bahan pengganti 2%
 - = banyak pasir untuk 1 benda uji x 8
 - = 0,4508 x 8
 - = 3,606 kg
 - ❖ Untuk beton bahan pengganti 4%
 - = banyak pasir untuk 1 benda uji x 8
 - = 0,4416 x 8
 - = 3,533 kg
 - ❖ Untuk beton bahan pengganti 6%
 - = banyak pasir untuk 1 benda uji x 8
 - = 0,4324 x 8
 - = 3,459 kg

Maka, jumlah pasir tertahan No.50 yang dibutuhkan untuk 48 benda uji adalah: $3,67 + 3,606 + 3,533 + 3,459 = 14,268$ kg

Sedangkan untuk jumlah tiap ayakan secara keseluruhan pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji.

- Pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 32

$$= 2,17 \times 32$$

$$= 69,39 \text{ kg}$$

- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 - = Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 32
 - = $4,18 \times 32$
 - = 133,91 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 - = Banyak air untuk 1 benda uji x 32
 - = $0,570 \times 32$
 - = 18,22 kg

Perbandingan untuk 32 benda uji dalam satuan kg adalah:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu pecah} & : & \text{Air} \\ 41,73 & : & 69,39 & : & 133,91 & : & 18,22 \end{array}$$

Berdasarkan analisa saringan untuk 32 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat batu pecah	
1,5	3,75	$\frac{3,75}{100}$	x 133,91	4,98
$\frac{3}{4}$	42,85	$\frac{42,85}{100}$	x 133,91	57,38
3/8	29,35	$\frac{29,35}{100}$	x 133,91	39,30
No. 4	24,08	$\frac{24,08}{100}$	x 133,91	32,25
Total				133,91

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji adalah saringan 1,5 sebesar 4,98 kg, saringan $\frac{3}{4}$ sebesar 57,38 kg, saringan $\frac{3}{8}$ sebesar 39,30 kg dan

saringan no 4 sebesar 32,25 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 133,91 kg.

Tabel 4.6: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	7,25	$\frac{7,25}{100}$	x 69,39	5,03
No.8	10,97	$\frac{10,97}{100}$	x 69,39	7,61
No.16	15,42	$\frac{15,42}{100}$	x 69,39	10,70
No.30	19,95	$\frac{19,95}{100}$	x 69,39	13,84
No. 50	21,02	$\frac{21,02}{100}$	x 69,39	14,59
No.100	16,83	$\frac{16,83}{100}$	x 69,39	11,68
Pan	8,57	$\frac{8,57}{100}$	x 69,39	5,95
Total				69,39

Berdasarkan Tabel 4.6 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 5,03 kg, saringan no 8 sebesar 7,61 kg, saringan no 16 sebesar 10,70 kg, saringan no 30 sebesar 13,84 kg, saringan no 50 sebesar 14,59 kg, saringan no 100 sebesar 11,68 kg dan pan sebesar 5,95 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 69,39 kg.

4.1.1. Metode Pengerjaan Mix Design

Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan 30 MPa untuk umur 28 hari.
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.6.
3. Nilai tambah (margin) 5,7 MPa berdasarkan Tabel 2.7.
4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

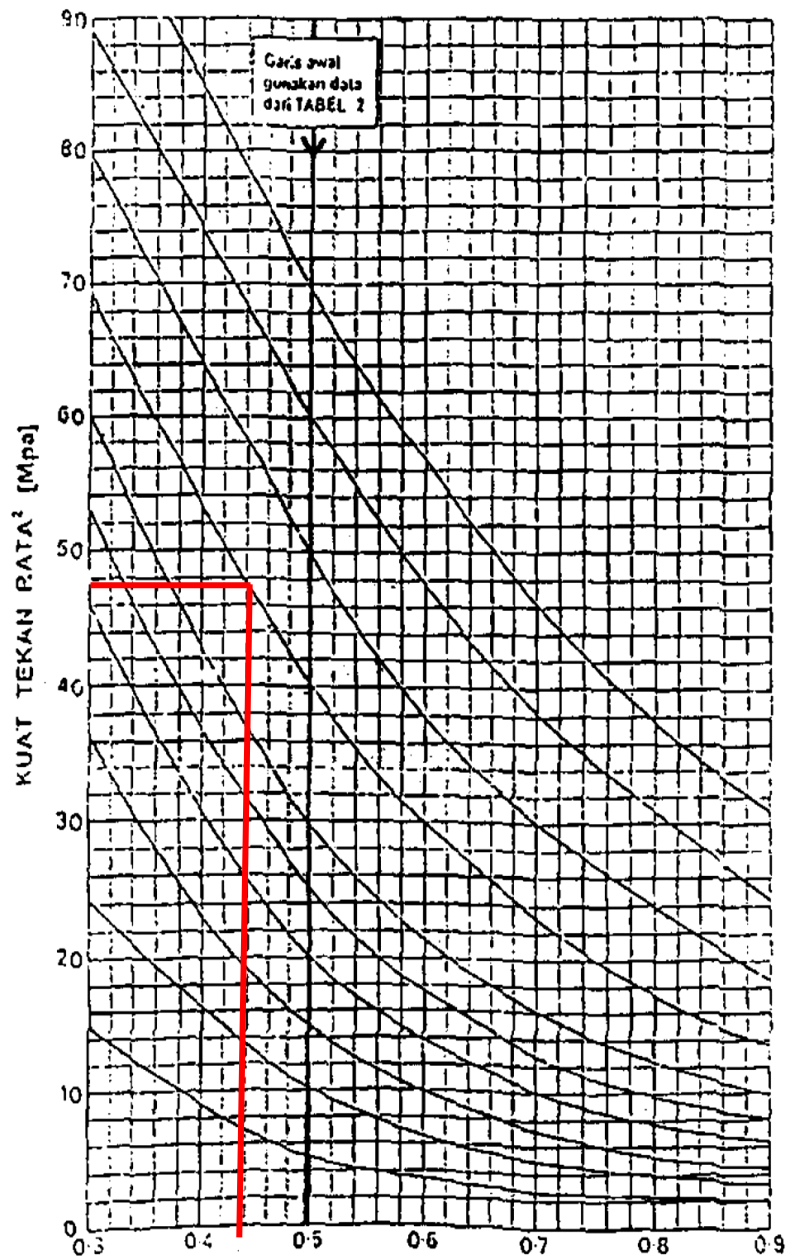
Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.1.

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

$$f'_{cr} = 30 + 17,7$$

$$= 47,7 \text{ MPa}$$

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 47,7 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 kubus beton (SNI 03 2834-1993).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60 berdasarkan Tabel 2.9. 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 2.9.
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.

11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 2.8 yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

Slump (mm)	30-60	
Ukuran besar butir agregat maksimum (mm)	batu tak dipecahkan	batu pecah
40	160	190

Setelah interpolasi memakai Pers. 4.1.

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (4.1)$$

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

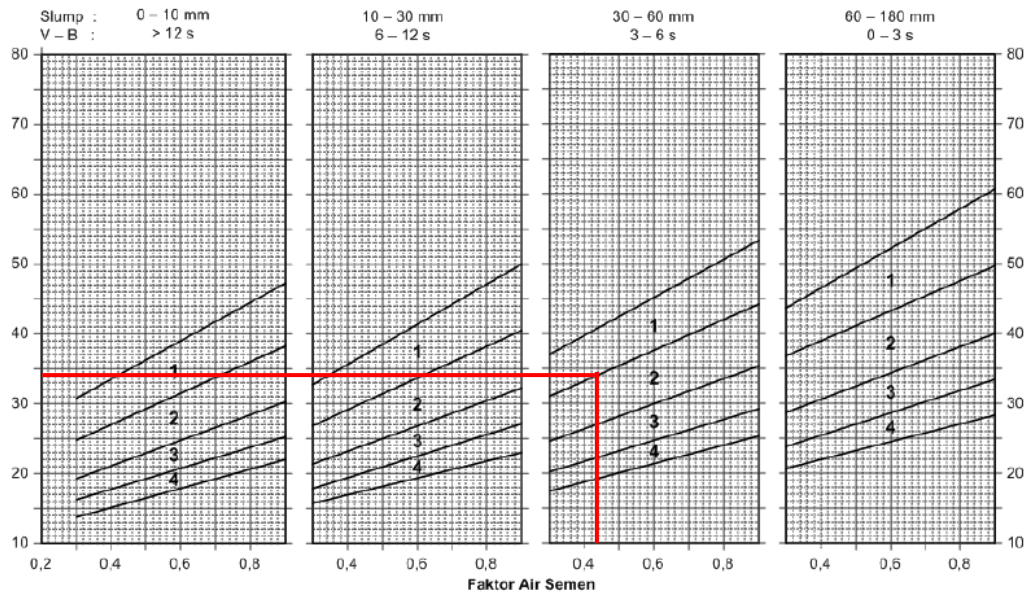
W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

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

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

12. Jumlah semen, yaitu : $170 : 0.44 = 386,36 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan Tabel 2.9. 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 2.2.
17. Susunan besar butir agregat kasar ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.5.
18. Persen bahan yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 2.9 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60

mm dan nilai faktor air-semen 0,44. 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 03-2834-1993).

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 :

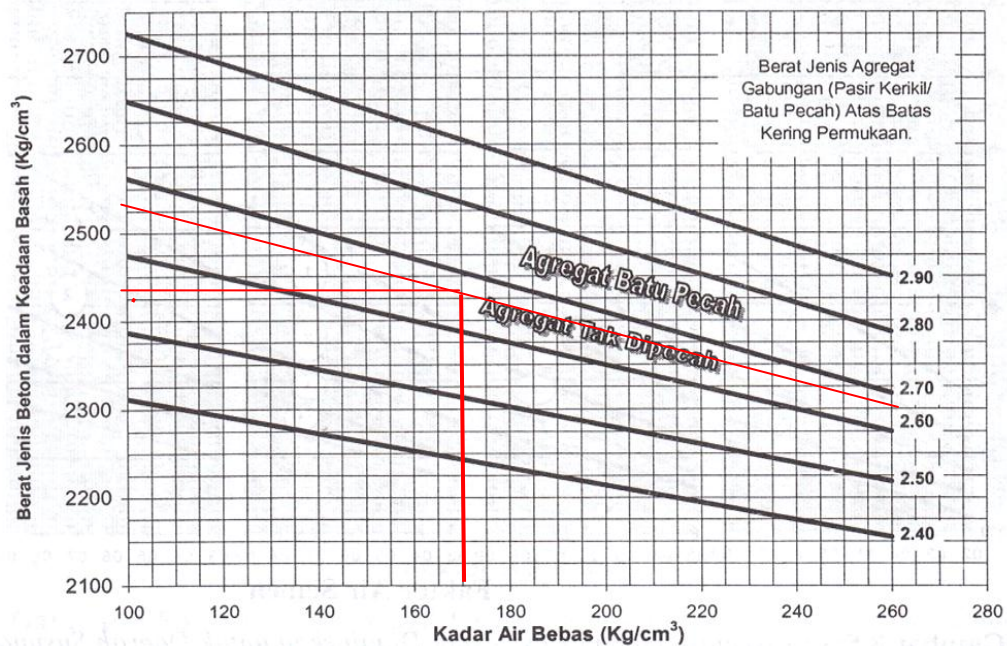
– BJ agregat halus = 2,54

– BJ agregat kasar = 2,72

– BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,34 \times 2,54) + (0,66 \times 2,72)$
= 2,66

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.3 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,66. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air bebas

(dalam hal ini 170 kg/m^3), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka $2437,5 \text{ kg/m}^3$.



Gambar 4.3: Kadar air bebas (SNI 03-2834-1993).

21. Kadar agregat gabungan = (berat isi beton) – (jumlah kadar semen + kadar air)

$$= 2437,5 - (386,36 + 170) = 1881,14 \text{ kg/m}^3$$
22. Kadar agregat halus = (Persen agregat halus) x (Kadar agregat gabungan)

$$= \frac{34}{100} \times 1881,14 = 639,59 \text{ kg/m}^3$$
23. Kadar agregat kasar = Kadar agregat gabungan - Kadar agregat halus

$$= 1881,14 - 639,59 = 1241,55 \text{ kg/m}^3$$
24. Proporsi campuran dari langkah (1) hingga (23) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis.

untuk tiap m^3 sebagai berikut:

- Semen = 386,36 kg
- Air = 170 kg/lt
- Agregat halus = 639,59 kg
- Agregat kasar = 1241,55 kg

25. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakaisebagai 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:

$$\begin{aligned}
 &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 170 - (2,19 - 1,73) \times \frac{639,59}{100} - (0,62 - 0,75) \times \frac{1241,55}{100} \\
 &= 168,672 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\
 &= 639,59 + (2,19 - 1,73) \times \frac{639,59}{100} \\
 &= 642,528 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 1241,55 + (0,62 - 0,75) \times \frac{1220,12}{100} \\
 &= 1239,94 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

4.2. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan kubus sebagai benda uji dengan ukuran sisi 15 cm, jumlah benda uji yang di buat adalah sebanyak 32 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

a. Pengadukan beton

Beton diaduk dengan menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Mula-mula sebagian air (kira-kira 75 % dari jumlah air yang ditetapkan) dimasukkan kedalam bejana pengaduk, lalu agregat kasar, agregat halus, dan semen. Setelah diaduk rata, kemudian sisa air yang belum dimasukkan kedalam bejana

dimasukkan ke bejana. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan campuran tampak homogen. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

b. 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 sekop. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu di lakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk menggunakan 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 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

c. Pemeliharaan beton

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

4.3. *Slump Test*

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 harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa

gangguan dalam waktu tidak lebih $2\frac{1}{2}$ menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

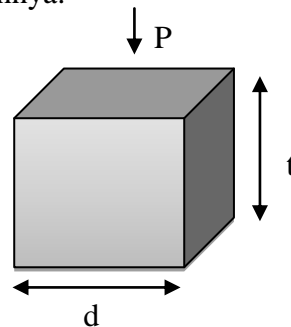
Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar adalah dengan pengujian *Slump*, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. Pada tabel ini dijelaskan nilai *slump* pada masing masing pencetakan beton. Seperti yang kita ketahui, 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 4.8: Hasil Pengujian Nilai *Slump*.

	Beton normal		Beton dengan pengganti serbuk arang mangrove %					
			2		4		6	
Hari	14	28	14	28	14	28	14	28
<i>Slump</i>	3,5	3,5	4	4	3,5	4	3	4,5
(cm)	4	3,5	4	4	3,5	4	3	4,5

4.4. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa kubus dengan lebar 15 cm dan tinggi 15 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 kubus.

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 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.9: Hasil pengujian kuat tekan beton normal

Benda Uji	Bahan pengganti	Beban tekan (kg)	$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,88$ (MPa) (estimasi 28 hari)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
I	-	60000	30,30	30,05
II	-	59000	29,80	
III	-	61500	31,06	
IV	-	57500	29,04	
Umur 28 hari			$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/1$ (MPa)	
I	-	69000	30,67	31,17
II	-	72000	32,00	
III	-	70500	31,33	
IV	-	69000	30,67	

Berdasarkan hasil kuat tekan beton normal, didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 14 hari rata-rata Estimasi 28 hari sebesar 30,05 MPa, Sedangkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari didapat rata-rata sebesar 31,17 MPa. Penelitian beton normal ini memenuhi persyaratan karena nilai kuat tekan umur beton 28 hari yang dihasilkan melebihi dari nilai kuat tekan rencana sebesar 30 MPa.

4.4.2. Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk arang *mangrove* 2%

Pengujian beton campuran Serbuk arang *mangrove* 2% dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran Serbuk arang *mangrove* 2% dapat dilihat pada Tabel 4.10. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan pada beton campuran Serbuk arang *mangrove* sebesar 2% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 31,44 Mpa, Sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 32,00 MPa. Dari hasil tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa penggunaan Serbuk arang *mangrove* sebesar 2% dapat menaikkan kuat tekan beton, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 30 MPa.

Tabel 4.10: Hasil pengujian kuat tekan beton campuran Serbuk arang *mangrove* 2%.

Benda Uji	Bahan Pengganti	Beban tekan (P) (kg)	$A = 225\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)0,88$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
I	Serbuk arang <i>mangrove</i>	64500	32,58	31,44
II	Serbuk arang <i>mangrove</i>	61500	31,06	
III	Serbuk arang <i>mangrove</i>	63000	31,82	
IV	Serbuk arang <i>mangrove</i>	60000	30,30	
Umur 28 hari			$A = 225\text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/1$ (MPa)	32,00
I	Serbuk arang <i>mangrove</i>	70500	31,33	
II	Serbuk arang <i>mangrove</i>	73500	32,67	
III	Serbuk arang <i>mangrove</i>	75000	33,33	
IV	Serbuk arang <i>mangrove</i>	69000	30,67	

4.4.3. Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk Arang *Mangrove* 4%

Pengujian Beton Campuran Serbuk arang *mangrove* 4% dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran Serbuk arang *mangrove* 4% dapat dilihat pada Tabel 4.11. Didalam tabel ini didapat kuat tekan rata-rata pengujian pada

umur 14 hari sebesar 34,60 MPa. Sedangkan untuk pengujian pada saat umur beton 28 hari, nilai kuat tekan rata-rata mencapai 35,06 MPa. Dari hasil kuat tekan rata-rata yang didapat pada penambahan serbuk arang mangrove ini, dapat disimpulkan bahwa kenaikan kuat tekan rata-rata cukup signifikan apabila dibandingkan dengan kuat tekan rencana beton normal sebesar 30 Mpa.

Tabel 4.11: Hasil pengujian kuat tekan beton Campuran Serbuk arang *Mangrove* 4%.

Benda Uji	Bahan Pengganti	Beban tekan (P) (kg)	$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,88$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
I	Serbuk arang <i>mangrove</i>	67500	34,09	34,60
II	Serbuk arang <i>mangrove</i>	71500	36,11	
III	Serbuk arang <i>mangrove</i>	67500	34,09	
IV	Serbuk arang <i>mangrove</i>	67500	34,09	
Umur 28 hari			$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/ 1$ (MPa)	
I	Serbuk arang <i>mangrove</i>	73000	32,44	35,06
II	Serbuk arang <i>mangrove</i>	88500	39,33	
III	Serbuk arang <i>mangrove</i>	81000	36,00	
IV	Serbuk arang <i>mangrove</i>	73000	32,44	

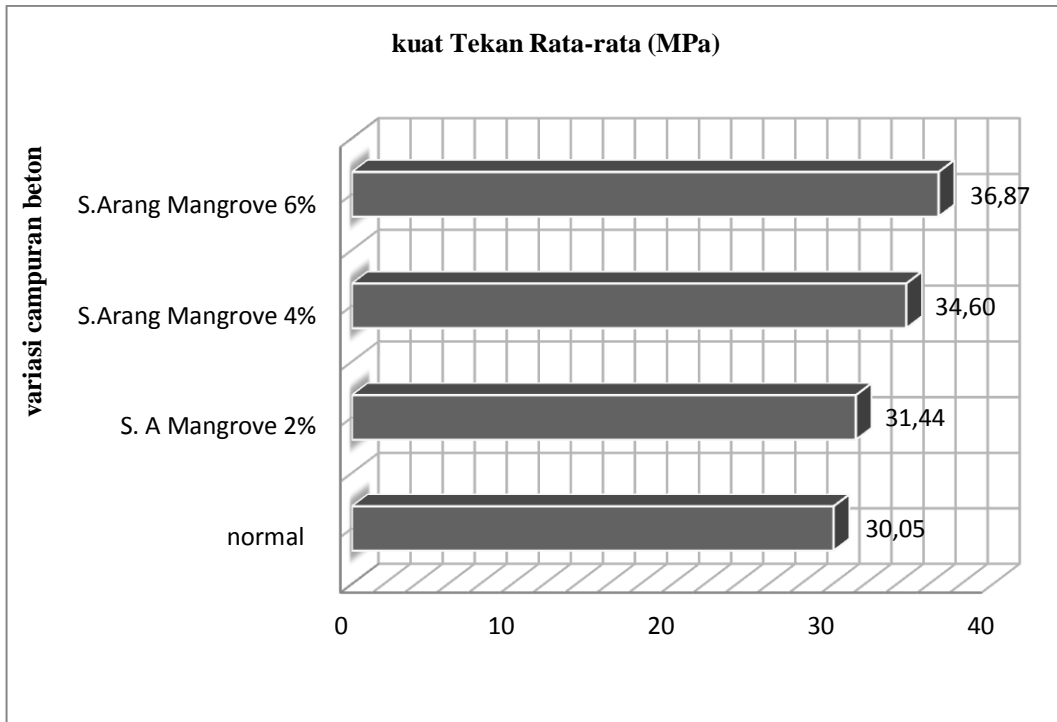
4.4.4. Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk Arang *Mangrove* 6 %

Pengujian beton campuran Serbuk Arang *Mangrove* 6 % dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan campuran Serbuk Arang *Mangrove* 6 % dapat dilihat pada Tabel 4.12. Untuk variasi penambahan persentase pada Serbuk Arang

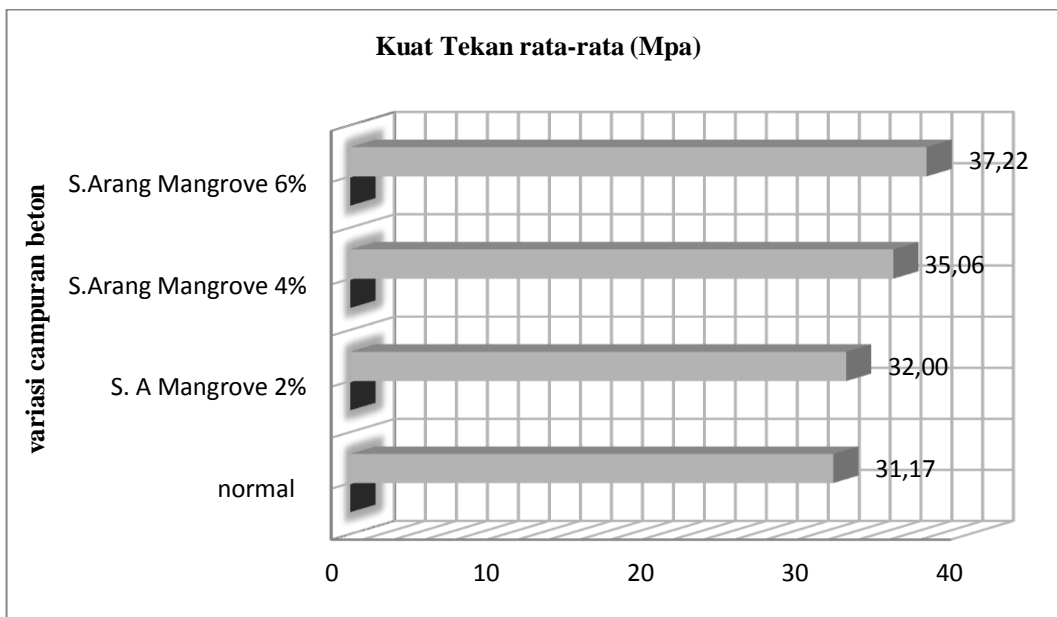
Mangrove 6 % ini, dapat dilihat kenaikan kuat tekan rata-rata yakni pada saat umur beton 14 hari sebesar 36,87 MPa, sedangkan pada saat umur beton 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapat sebesar 37,22 MPa. Apabila dibandingkan dengan variasi sebelumnya yakni dengan Serbuk Arang *Mangrove 4 %* seperti yang terlampir pada Tabel 4.11 terjadi kenaikan kuat tekan rata-rata yang tidak terlalu signifikan. Namun sebaliknya apabila dibandingkan dengan kuat tekan rencana yakni sebesar 30 MPa.

Tabel 4.12: Hasil pengujian kuat tekan beton campuran Serbuk Arang *Mangrove 6 %*

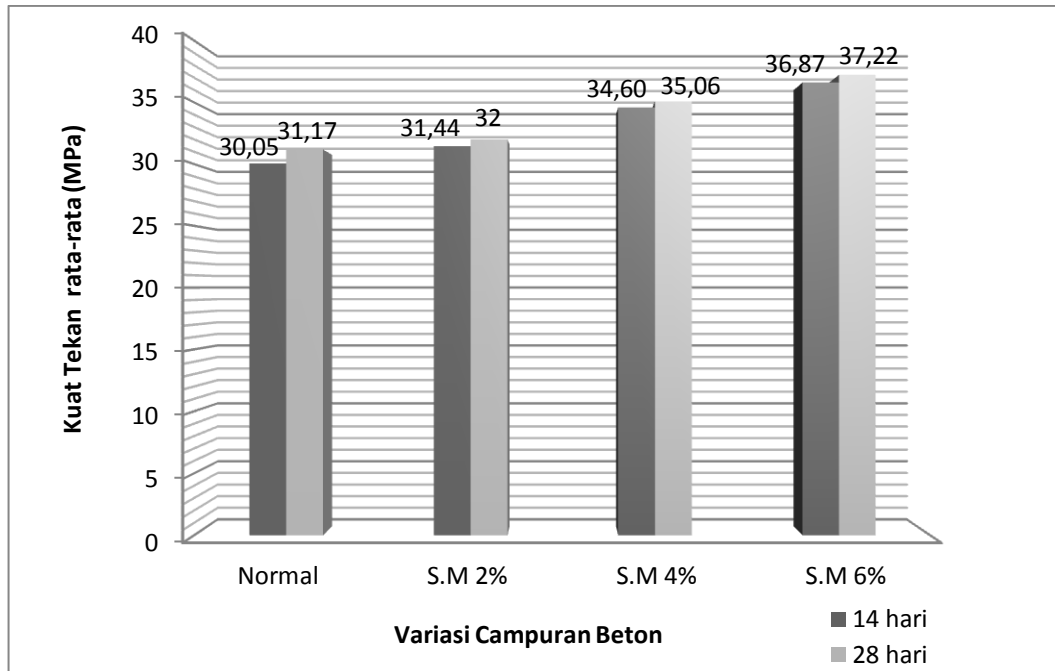
Benda Uji	Bahan Pengganti	Beban tekan (P) (kg)	A= 225 cm ² $f'_c = (P/A)/0,88$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
I	Serbuk Arang <i>Mangrove</i>	74500	37,63	36,87
II	Serbuk Arang <i>Mangrove</i>	71500	36,11	
III	Serbuk Arang <i>Mangrove</i>	73000	36,87	
IV	Serbuk Arang <i>Mangrove</i>	73000	36,87	
Umur 28 hari			A = 225 cm ² $f'_c = (P/A)/1$ (MPa)	
I	Serbuk Arang <i>Mangrove</i>	86500	38,44	37,22
II	Serbuk Arang <i>Mangrove</i>	81000	36,00	
III	Serbuk Arang <i>Mangrove</i>	81000	36,00	
IV	Serbuk Arang <i>Mangrove</i>	86500	38,44	



Gambar 4.5 : Grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari



Gambar 4.6 : Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari



Gambar 4.7 : grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari dan 28 hari

Dari hasil Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 dapat dilihat pada Gambar 4.7 bahwa persentase kenaikan kuat tekan beton pada penganti serbuk arang mangrove 2%, 4% dan 6% terjadi kenaikan pada umur 14 hari dan 28 hari.

4.5. Pembahasan

Apabila kita membandingkan antara nilai kuat tekan akhir beton normal dengan beton yang menggunakan bahan pengganti, maka dapat kita lihat adanya peningkatan nilai kuat tekan pada beton yang menggunakan bahan pengganti. Persentase peningkatannya dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- Pengganti Serbuk Arang Mangrove 2 %

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan (umur 14 hari)} &= \frac{31,44 - 30,05}{30,05} \times 100\% \\ &= 4,63\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan (umur 28 hari)} &= \frac{32,00 - 31,17}{31,17} \times 100\% \\ &= 2,66\% \end{aligned}$$

- Pengganti Serbuk Arang Mangrove 4 %

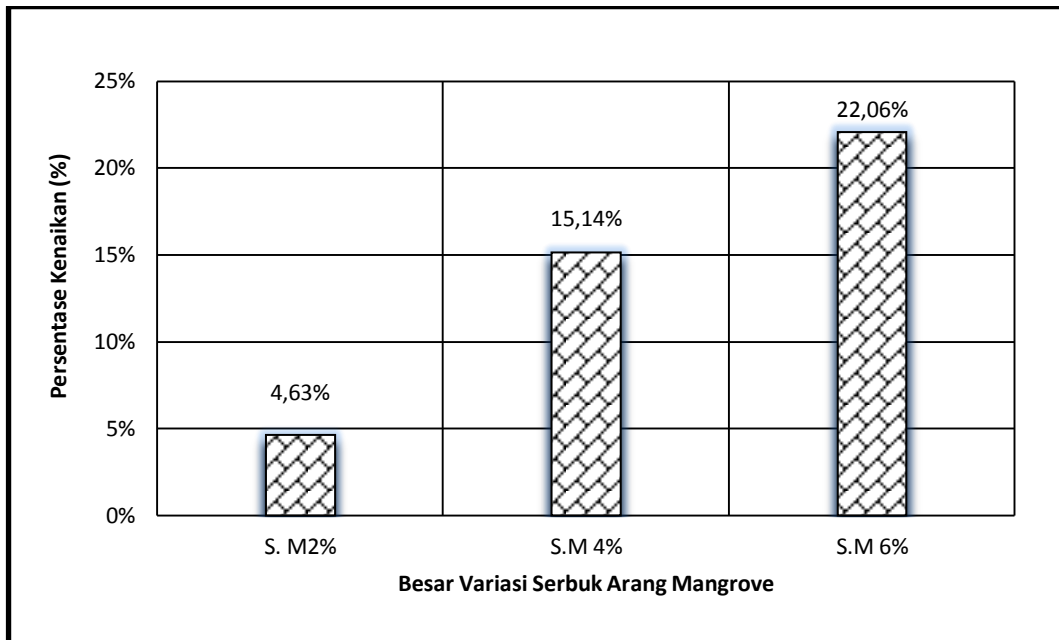
$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan (umur 14 hari)} &= \frac{34,60 - 30,05}{30,05} \times 100\% \\ &= 15,14\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan (umur 28 hari)} &= \frac{35,06 - 31,17}{31,17} \times 100\% \\ &= 12,48\% \end{aligned}$$

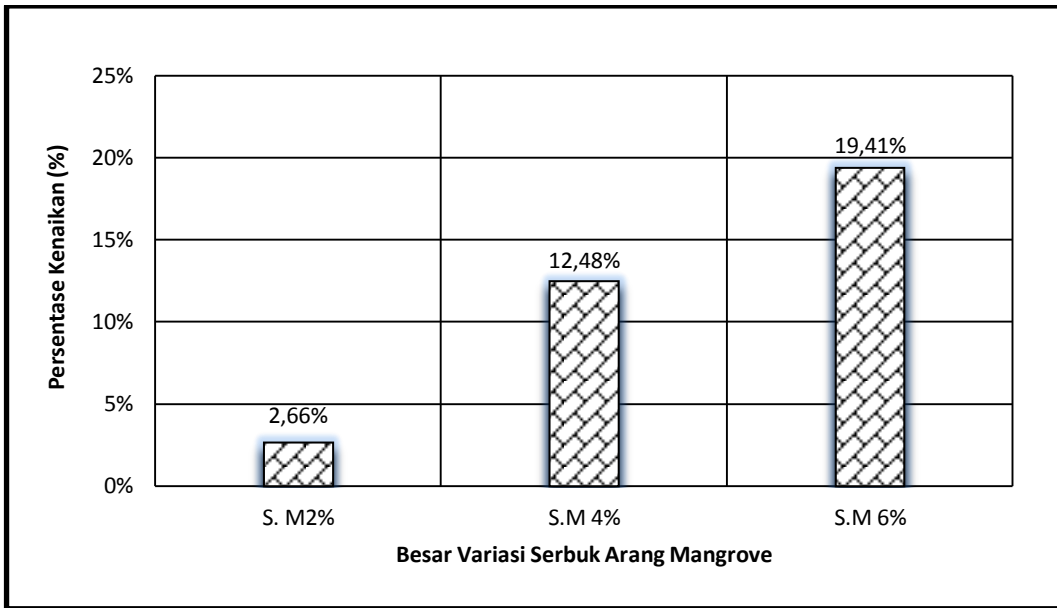
- Pengganti Serbuk Arang Mangrove 6 %

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan (umur 14 hari)} &= \frac{36,68 - 30,05}{30,05} \times 100\% \\ &= 22,06\% \end{aligned}$$

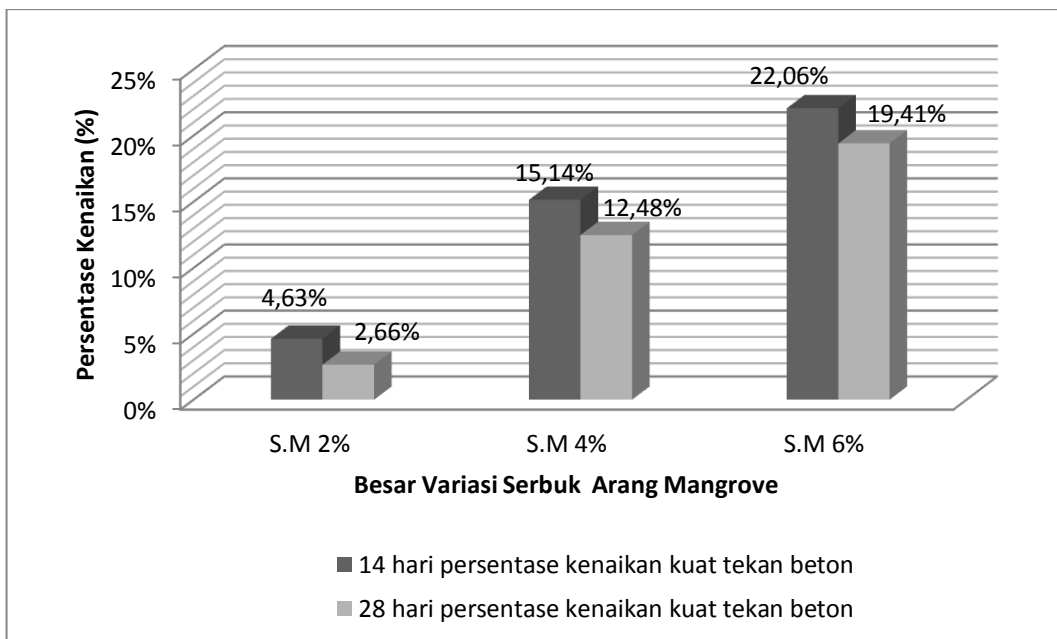
$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan (umur 28 hari)} &= \frac{37,22 - 31,17}{31,17} \times 100\% \\ &= 19,41\% \end{aligned}$$



Gambar 4.8: Grafik besar persentase kenaikan kuat tekan beton 14 hari.



Gambar 4.9: Grafik besar persentase kenaikan kuat tekan beton 28 hari.



Gambar 4.10: Perbandingan grafik besar persentase kenaikan kuat tekan beton 14 hari dan 28 hari.

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa persentase peningkatan kuat tekan beton pada penambahan bahan pengganti berupa serbuk arang *mangrove* sebanyak 2%, 4% dan 6% terjadi perbedaan peningkatan kuat tekan yang cukup signifikan pada umur 14 hari dan 28 hari. namun kenaikan yang paling tinggi terjadi pada variasi beton dengan 6% arang mangrove sebesar 19,41%.

Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat mengakibatkan cacat atau kurang tepatnya nilai target kuat tekan yang direncanakan. Adapun faktor-faktor yang dapat yang 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.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa semakin besar persentase penggantian serbuk arang mangrove maka semakin tinggi kuat tekan beton yang di dapat. Hal ini dikarenakan unsur kimia yang terkandung didalam serbuk arang mangrove dan semen memiliki persentase kimia yang tinggi dan hal itu yang mengakibatkan kuat tekan beton semakin meningkat. Dari kuat tekan yang dihasilkan bahwa beton dengan bahan pengganti serbuk arang mangrove 2% didapat kuat tekan rata-rata untuk 14 hari sebesar 31,44 MPa pada estimasi 28 hari. Kuat tekan yang dihasilkan bahan pengganti serbuk arang mangrove 4 % didapat kuat tekan rata-rata untuk 14 hari sebesar 34,58 MPa pada estimasi 28 hari dan kuat tekan yang dihasilkan dengan bahan pengganti serbuk arang mangrove 6% didapat kuat tekan rata-rata untuk 14 hari sebesar 36,60 MPa pada umur 28 hari.
2. Berdasarkan data dari kuat tekan beton yang di dapat, bahwa beton diberi bahan pengganti dengan serbuk serbuk arang mangrove mempunyai kuat tekan yang tinggi dibandingkan dengan beton normal tanpa bahan pengganti. Pada beton normal didapat kuat tekan sebesar 30,05 MPa dengan umur 14 hari sedangkan yang umur 28 hari memiliki kuat tekan beton sebesar 31,17 MPa dan pada beton dengan bahan pengganti serbuk arang mangrove umur 14 hari di dapat sebagai berikut:
 - Bahan pengganti serbuk arang mangrove sebesar 2% didapati kenaikan sebesar 9,16%.
 - Bahan pengganti serbuk arang mangrove sebesar 4% didapati kenaikan sebesar 14,47%.
 - Bahan pengganti serbuk arang mangrove sebesar 6% didapati kenaikan sebesar 19,82%.

5.2. Saran

1. Disarankan untuk melakukan penelitian yang mendalam mengenai sifat-sifat fisis dan kimiawi dari serbuk arang mangrove, jika ingin melakukan penggantian semen pada penelitian selanjutnya.
2. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk kuat tarik dan lentur akibat pengaruh pada pengisian serbuk arang mangrove dalam campuran beton.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 211 (1993) Guide for Selecting Proportions for Normal Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91). American Concrete Institute. Detroit Michigan.
- American Society for Testing and Materials C 127 Standards test method for relative density (specific gravity) and absorption of coarse aggregate. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C 128 Standards test method for relative density (specific gravity) and absorption of fine aggregate. Philadelphia: ASTM
- American Society for Testing and Materials C 136 Standards test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C 150 (1985) Standards Specification For Portland Cement. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C 29 Standards test for bulk density (unit weight) and voids in aggregate. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C 33 (1982, 1986) Standards Specification For Aggregates. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C 39 (1993) Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. Philadelphia: ASTM.
- Amrulloh, Iqbal Fahmi. (2013) *Analisa Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Halus Gelas Dan Serbuk Halus Arang Briket*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Anonim (2017) mangrove – Wikipedia bahasa indonesia, Ensiklopedia Bebas, Februari 24, 2017, <http://id.wikipedia.org/mangrove>
- Dinas Pekerjaan Umum (2004) *Semen Portland* (SNI 15-2049-2004) pusbang – Balitbang PU, Indonesia
- Dinas Pekerjaan Umum (2002) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* (SK SNI 03-2847- 2002). Yayasan Lembaga Penyelidik Masalah Bangunan Indonesia.
- 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* (SK SNI T-15-1990-03). Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1993) *Metode Pengujian Kadar Air Agregat* (SNI 03-2834-1993). Pusbang-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1993) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* (SNI 03-2834-1993). Pusbang-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1996) *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 Mm)* (SNI 03-4142-1996). Pusbang-Balitbang PU.

- Dinas Pekerjaan Umum (2002) Tata cara perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. (SNI 03-2847-2002). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 1969:2008). Pusjatan-Balitbang PU.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat halus (SNI 1969:2008). Pusjatan-Balitbang PU.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles (SNI 2147:2008). Pusjatan-Balitbang PU.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) Cara Uji Slump Beton (SNI 1972:2008). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dyah Widias Toely, D (2014) *Bertanam Anggrek* . Niaga Swadaya. Jakarta
- Ketaran, S.G, (1980) “ *Petunjuk Praktek Pengolahan Hasil Pertanian 3* “. Depdikbud. Jakarta.
- Laboratorium Beton Teknik Sipil. Buku Pedoman Praktikum Beton. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Mulyono, T . (2004) *Teknologi Beton* . Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Raina, V.K (1989) *Concrete For Contruction Facts & Practice*, Tata McGraw Hill. New Delhi.
- Soerianegara dan Indrawan. (1980) *Ekologi Hutan Indonesia*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Stenis, V. C. G. G. I. (1978) *Flora*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Winter, G. & Nilson, A. H. (1993) *Design of concrete structures*. McGraw Hill Book Company Inc. New York.

LAMPIRAN

LAMPIRAN:

Tabel L1: Satu set saringan agregat kasar

Nomor Saringan	Ukuran Lubang		Keterangan
	mm	inchi	
-	76,20	3	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 2 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh: 35 kg
-	63,50	2,5	
-	50,80	2	
-	37,50	1,5	
-	25,00	1	
-	50,80	2	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 467 (diameter agregat antara ukuran 50 mm – 4,76 mm) Berat minimum contoh: 35 kg
-	37,50	1,5	
-	25,00	1	
-	19,10	$\frac{3}{4}$	
-	12,50	$\frac{1}{2}$	
-	9,50	$\frac{3}{8}$	
-	4,76	-	
-	25,00	1	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 67 (diameter agregat antara ukuran 25 mm – 2,38 mm) Berat minimum contoh: 10 kg
-	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	-	

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	-	

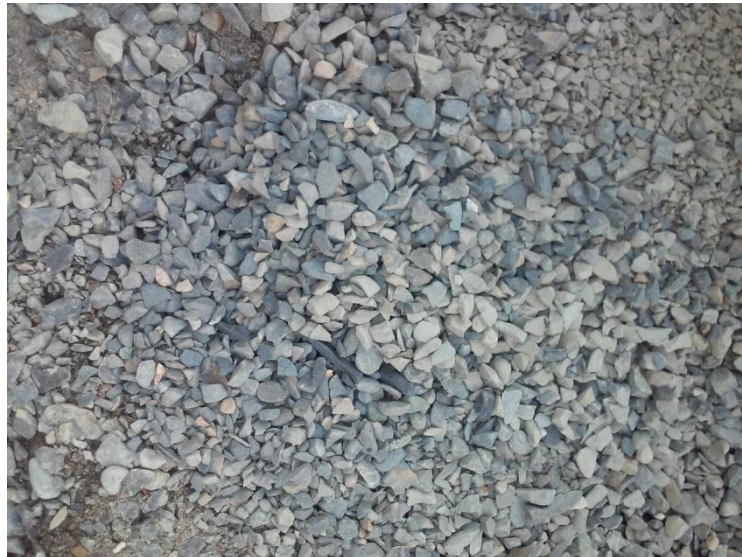
Tabel L3: Perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur (hari)

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

Tabel L4: Perbandingan kekuatan beton pada beberapa benda uji

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

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



Gambar L1 : Material agregat kasar yang akan digunakan



Gambar L2 : Material agregat halus yang akan digunakan



Gambar L3 : Semen Padang Tipe 1 PPC



Gambar L4 : Arang Mangrove yang di Pakai



Gambar L5 : Proses pencampuran agregat



Gambar L6: Proses pengambilan data slump test



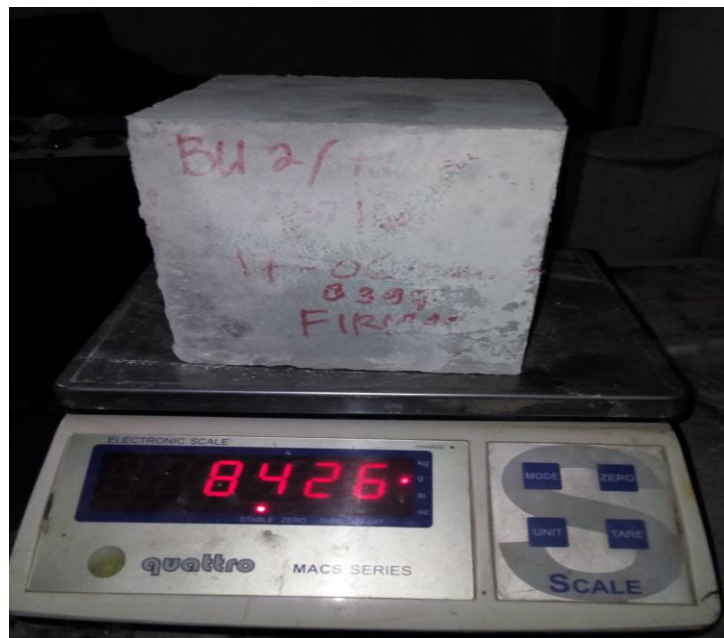
Gambar L7 : Hasil pengujian slump test



Gambar L8 : Proses Perendaman benda uji



Gambar L9: Benda uji yang sedang dijemur



Gambar L10: Beton di timbang sebelum diuji Tekan



Gambar L11: Beton Setelah diuji Tekan

Gambar L11: Uji kuat tekan beton dengan abu arang mangrove 28 hari: 67,5 T



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Firmansyah Lubis
Panggilan : Firman
Tempat, Tanggal Lahir : Binjai, 07 Desember 1994
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Jl. Danau Batur, Komplek Royal Wahidin Blok B No.10
Kec.Binjai Timur,Kel.SM Rejo Kota Binjai
Sumatera Utara
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Eman Sulaiman Lubis
Ibu : Syarifah Anim
No. HP : 081360387694
E-mail : Fsyah624@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1307210258
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 1 BAHOROK	2006
2	SMP	MTSN NEGERI BAHOROK	2009
3	SMA	SMK NEGERI 2 BINJAI	2012
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2013 sampai selesai.		

