

TUGAS AKHIR

**PENGARUH FAKTOR AIR SEMEN PADA KUAT TEKAN
BETON MUTU TINGGI DENGAN MEMPERGUNAKAN
CANGKANG KERANG KEPAH
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

RIDHO NOPRIANTO
1407210178



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ridho Noprianto

NPM : 1407210178

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Faktor Air Semen Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Mempergunakan Cangkang Kerang Kepah

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, Juli 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Ir. Ellyza Chairina, MSi

Dosen Pembimbing II/Penguji



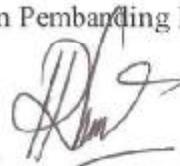
Tondi Amirsyah Putera, ST, MT

Dosen Pembimbing I / Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

Dosen Pembimbing II/Penguji



Rhini Wulan Dary, ST, MT

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ridho Noprianto

Tempat /Tanggal Lahir: Pekan Baru / 02 Nopember 1995

NPM : 1407210178

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh Faktor Air Semen Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Mempertgunakan Cangkang Kerang Kepah”.

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 diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

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

Medan, Juli 2018



Saya yang menyatakan,

Ridho Noprianto
Ridho Noprianto

ABSTRAK

PENGARUH FAKTOR AIR SEMEN PADA KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI DENGAN MEMPERGUNAKAN CANGKANG KERANG KEPAH

Ridho Noprianto

1407210178

Ir. Ellyza Chairina, MSi

Tondi Amirsyah Putera, ST, MT

Seiring dengan kemajuan besar yang terjadi dalam ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang rekayasa bangunan – bangunan sipil, menuntut para ahli – ahli keteknik sipil untuk selalu mengembangkan dan memperbaharui kinerja dan kualitas. Berdasarkan hal tersebut penelitian kali ini, menggunakan cangkang kerang kepah sebagai bahan pengganti semen pada campuran beton dengan nilai persentase sebesar 10% dan 20% yang bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton optimum. Dengan menggunakan 2 FAS yaitu 0,3 dan 0,4 yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh faktor air semen terhadap kuat tekan dari dua faktor air semen yang digunakan serta pengaruh penambahan cangkang kerang kepah sebagai bahan pengganti semen untuk campuran beton. Adapun hasil penelitian kuat tekan beton yang diperoleh adalah FAS 0,3 lebih tinggi dibandingkan dengan beton FAS 0,4 dan nilai kuat tekan optimum adalah sebesar 62,47 Mpa pada penambahan cangkang kerang kepah variasi 10% pada FAS 0,3. Dan persentase variasi optimal terjadi pada penggunaan FAS 0,4 sebesar 14,71%. Adapun pengaruh penambahan cangkang kerang kepah sebagai pengganti semen untuk campuran beton terdapat pada berkurangnya jumlah semen yang di pakai dalam proses pembuatan beton. Hal ini menyebabkan hilangnya fungsi utama dari semen, yaitu sebagai bahan pengikat campuran beton jika persentase variasi lebih dari 10%.

Kata kunci: Beton, optimum, FAS , cangkang kerang kepah, kuat tekan beton.

ABSTRACT

THE EFFECT OF WATER-CEMENT FACTOR ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF HIGH QUALITY CONCRETE USING SHELLS OF MUSSEL

Ridho Noprianto

1407210178

Ir. Ellyza Chairina, MSi

Tondi Amirsyah Putera, ST, MT

Along with the great progress that occurs in science and technology, especially in the field of civil engineering buildings. It demanded experts civil to always develop and renew performance and quality. Based on this research, this time using shells of mussel as a replacement for cement in the concrete mix by percentages of 10% and 20%. It aimed to find out the value of a strong press optimum concrete. By using the 2 FAS i.e. 0,3 and 0,4 which aims to find out the influence of water cement factors taking action against the powerful press of two water factors cement used as well as the influence of the addition of kepa shells as cement replacement materials for the concrete mix. As for the results of the research are strong press concrete are obtained is FAS 0,3 higher than concrete and strong value 0,4 FAS press optimum is 62,47 Mpa at the addition of shells kepa variations of 10% on the FAS 0,3. And the percentage of the optimal variation occurred in the use of FAS 0,4 of 14,71% variation shells kepa 10%. As for the influence of the addition of kepa shells as cement for the concrete mix replacement contained on a reduced number of cement used in the concrete manufacturing process. This led to the loss of the primary function of the cement binding materials, namely as a concrete mix if the percentage variation over 10%.

Keywords: Concrete, optimum, FAS, mussel shells, compressive strength of concrete,

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada 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 “Pengaruh Faktor Air Semen Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Mempergunakan Cangkang Kerang Kepah” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ibu Ir. Ellyza Chairina, MSi selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Tondi Amirsyah Putera, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansuri Siregar, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
6. Orang tua penulis: Bapak Ir. Prianto dan Ibu Hilda yanti yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa-doa terbaik yang tidak putus hingga hari ini.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Abangku Eko Febrianto, S.P dan kakakku Sylvia Priantika, S.Pd yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Sahabat-sahabat penulis : M. Yudha Pratama Siregar, Yuwinda Arthika, Retno Sri Ayu Ningsih, Sri Wahyunita, Nirma Rahmadia, Reza Suhwandi Harahap, M. Iqbal Hanafi, Yogi Ismayadi, Asrilia Syahfira Lubis, Fika Pratiwi Putri, Nurul Wisuda Yanti, Nur Pratiwi Handayani dan Keluarga Besar Teknik Sipil B1 pagi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

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

Medan, Juli 2018

Ridho Noprianto

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Beton	5
2.2. Pengaruh Beton Mutu Tinggi	7
2.3. Material Pembentuk Campuran Beton	9
2.3.1. Semen <i>Portland</i>	9
2.3.2. Agregat	11
2.3.2.1. Agregat Halus	12
2.3.2.2. Agregat Kasar	16
2.3.3. Air	18
2.3.4. Cangkang Kerang Kepah	20
2.4. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03- 2834-2000	21
2.5. <i>Slump Test</i>	32

2.6. Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	32
2.7. Pengujian Kuat Tekan Beton	33
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Umum	36
3.1.1. Metodologi Penelitian	36
3.2. Tempat Dan Waktu Penelitian	38
3.3. Bahan Dan Peralatan	38
3.3.1. Bahan	38
3.3.2. Peralatan	38
3.4. Persiapan Penelitian	39
3.5. Pemeriksaan Agregat	39
3.6. Pemeriksaan Agregat Halus	39
3.6.1. Kadar Air Agregat Halus	39
3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	40
3.6.3. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	41
3.6.4. Berat Isi Agregat Halus	42
3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus	43
3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar	46
3.7.1. Kadar Air Agregat Kasar	46
3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar	47
3.7.3. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	48
3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar	49
3.7.5. Analisa Saringan Agregat Kasar	50
3.7.6. Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	53
3.8. Perencanaan Campuran Beton	54
3.9. Pelaksanaan Penelitian	55
3.9.1. <i>Trial Mix</i>	55
3.9.2. Pembuatan Benda Uji	55
3.9.3. Pengujian Slump	55
3.9.4. Perawatan Beton	55
3.9.5. Pengujian Kuat Tekan	55

BAB 4 HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	57
4.1.1. Data-Data Campuran Beton	57
4.1.2. Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i>	64
4.2. Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	69
4.2.1. Data-Data Campuran Beton	69
4.2.2. Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i>	77
4.3. Pembuatan Benda Uji	82
4.4. <i>Slump Test</i>	83
4.5. Kuat Tekan Beton	85
4.5.1. Kuat Tekan Beton Normal	85
4.5.2. Kuat Tekan Beton Campuran Cangkang Kerang Kepah 10%	87
4.5.3. Kuat Tekan Beton Campuran Cangkang Kerang Kepah 20%	89
4.6. Pembahasan	91
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	100
5.2. Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Unsur pembentuk beton	5
Tabel 2.2	Persyaratan mutu dari sifat-sifat kimia semen (ASTM C150,1985)	10
Tabel 2.3	Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834, 2000)	13
Tabel 2.4	Batas gradasi agregat kasar (SNI 03-2834, 2000)	17
Tabel 2.5	Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan (Mulyono, 2005)	19
Tabel 2.6	Kandungan cangkang kerang kepah (Siti Maryam, 2006)	20
Tabel 2.7	Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI 03-2834,2000)	21
Tabel 2.8	Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004)	22
Tabel 2.9	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834,2000)	23
Tabel 2.10	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834,2000)	24
Tabel 2.11	Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat (SNI 03-2834, 2000)	25
Tabel 2.12	Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air (SNI 03-2834, 2000)	26
Tabel 2.13	Menganjurkan agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan (ASTM C-39, 1993)	34
Tabel 2.14	Koefisien perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodinuljo, 2007)	34
Tabel 2.15	Hubungan antara umur beton dan kuat tekan beton	35
Tabel 3.1	Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus	40
Tabel 3.2	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	40
Tabel 3.3	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	41
Tabel 3.4	Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus	42

Tabel 3.5	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus	43
Tabel 3.6	Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar	47
Tabel 3.7	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	48
Tabel 3.8	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	49
Tabel 3.9	Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar	50
Tabel 3.10	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	51
Tabel 3.11	Data-data dari hasil pengujian keausan agregat	53
Tabel 3.12	Jumlah sampel benda uji yang akan direncanakan	56
Tabel 4.1	Data-data pemeriksaan dasar	57
Tabel 4.2	Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834, 2000)	58
Tabel 4.3	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	61
Tabel 4.4	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	61
Tabel 4.5	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan untuk 24 benda uji	62
Tabel 4.6	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan untuk 24 benda uji	62
Tabel 4.7	Banyak cangkang kerang kepah yang tertahan saringan nomor 100 yang dibutuhkan untuk 24 benda uji	64
Tabel 4.8	Data-data pemeriksaan dasar	70
Tabel 4.9	Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834, 2000)	71
Tabel 4.10	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	74
Tabel 4.11	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	74
Tabel 4.12	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan untuk 24 benda uji	75
Tabel 4.13	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan untuk 24 benda uji	75

Tabel 4.14	Banyak cangkang kerang kepah yang tertahan saringan nomor 100 yang dibutuhkan untuk 24 benda uji	77
Tabel 4.15	Hasil pengujian nilai <i>slump</i> beton normal	84
Tabel 4.16	Hasil pengujian nilai <i>slump</i> beton campuran cangkang kerang kepah 10%	84
Tabel 4.17	Hasil pengujian nilai <i>slump</i> beton campuran cangkang kerang kepah 20%	84
Tabel 4.18	Hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan FAS 0,3	86
Tabel 4.19	Hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan FAS 0,4	86
Tabel 4.20	Hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan FAS 0,3	88
Tabel 4.21	Hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan FAS 0,4	88
Tabel 4.22	Hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan FAS 0,3	89
Tabel 4.23	Hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan FAS 0,4	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834, 2000)	14
Gambar 2.2	Daerah gradasi pasir sedang (SNI 03-2834, 2000)	14
Gambar 2.3	Daerah gradasi pasir agak halus (SNI 03-2834, 2000)	15
Gambar 2.4	Daerah gradasi pasir halus (SNI 03-2834, 2000)	15
Gambar 2.5	Batas gradasi agregat kasar (SNI 03-2834, 2000)	17
Gambar 2.6	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton (SK.SNI 03-2000)	23
Gambar 2.7	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000)	28
Gambar 2.8	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000)	28
Gambar 2.9	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000)	29
Gambar 2.10	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000)	30
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	37
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang)	46
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm	53
Gambar 4.1	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton (SNI 03-2834-2000)	65
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000)	67
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000)	68
Gambar 4.4	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton (SNI 03-2834-2000)	78

Gambar 4.5	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000)	79
Gambar 4.6	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000)	80
Gambar 4.7	Beban tekan pada benda uji silinder	85
Gambar 4.8	Grafik kuat tekan rata-rata umur 28 hari dengan FAS 0,3	91
Gambar 4.9	Grafik kuat tekan rata-rata umur 28 hari dengan FAS 0,4	92
Gambar 4.10	Grafik kuat tekan rata-rata umur 28 hari dengan FAS 0,3	92
Gambar 4.11	Grafik kuat tekan rata-rata umur 28 hari dengan FAS 0,4	93
Gambar 4.12	Grafik perbandingan kuat tekan rata-rata umur 28 hari dengan FAS 0,3 dan FAS 0,4	93
Gambar 4.13	Grafik perbandingan kuat tekan rata-rata umur 14 hari dengan FAS 0,3 dan FAS 0,4	94
Gambar 4.14	Persentase kuat tekan beton 28 hari dengan FAS 0,3	96
Gambar 4.15	Persentase kuat tekan beton 28 hari dengan FAS 0,4	96
Gambar 4.16	Persentase kuat tekan beton 14 hari dengan FAS 0,3	97
Gambar 4.17	Persentase kuat tekan beton 14 hari dengan FAS 0,4	98
Gambar 4.18	Perbandingan persentase kuat tekan beton 28 hari dengan FAS 0,3 dan FAS 0,4	98
Gambar 4.19	Perbandingan persentase kuat tekan beton 14 hari dengan FAS 0,3 dan FAS 0,4	99

DAFTAR NOTASI

A	= luas penampang(cm^2)	
B _j	= berat jenis	(gr/mm^3)
B _{jh}	= berat jenis agregat halus	(gr/mm^3)
B _{j_{camp}}	= berat jenis agregat campuran	(gr/mm^3)
FM	= modulus kehalusan	-
f'c	= kuat tekan	(MPa)
n	= jumlah benda uji	(Buah)
P	= beban tekan	(kg)
t	= tinggi benda uji	(cm)
V	= volume	(cm^3)
W	= berat	(kg)
Kh	= persentasi berat agregat halus terhadap agregat campuran	(%)
C _a	= absorpsi air pada agregat halus	(%)
C _k	= kadar air pada agregat halus	(%)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan besar yang terjadi dalam ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang rekayasa bangunan – bangunan sipil, menuntut para ahli – ahli keteknik sipil untuk selalu mengembangkan dan memperbaharui kinerja dan kualitas. Hal ini sangat diperlukan bagi perkembangan bidang konstruksi Teknik Sipil, terlebih khusus bagi perkembangan pelaksanaan pekerjaan beton. Beton yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil, dapat di manfaatkan untuk banyak hal. Dalam teknik sipil, struktur beton digunakan untuk bangunan pondasi, kolom, balok, pelat atau pelat cangkang. Dalam teknik sipil hidro, beton digunakan untuk bangunan air seperti bendung, bendungan, saluran, dan drainase perkotaan. Beton juga digunakan dalam teknik sipil transportasi untuk pekerjaan *rigid pavement* (lapis keras permukaan yang kaku).

Beton bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambahan (*admixture* atau *additive*). Beton juga dikatakan sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Dengan demikian, masing – masing komponen tersebut perlu dipelajari sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Dimana komponen – komponen tersebut sangat berpengaruh dalam menghasilkan produksi beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus dan sedikit mengalami perubahan volume.

Salah satu komponen yang sangat berpengaruh adalah semen. Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen merupakan komponen pengikat utama pada campuran beton. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai komponen pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan – perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan. Semen yang bereaksi dengan air

akan memiliki sifat *adhesive* atau sifat kohesif yang dapat mengikat agregat – agregat dan membentuk suatu batuan massa yang padat. Semen *Portland* adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton di Indonesia.

Guna menyikapi pengaruh – pengaruh yang timbul dari permintaan yang banyak akan penggunaan semen sebagai bahan pengikat menuntut kita untuk mencoba mencari bahan baru yang bisa menggantikan fungsi semen yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan. Salah satu yang dilakukan adalah dengan memanfaatkan material cangkang kepah sebagai bahan pengganti semen yang dapat meningkatkan mutu beton. Berdasarkan kutipan hasil penelitian Syahroni, ST dkk (2013) dengan melakukan penelitian kuat tekan beton menggunakan abu cangkang siput sudu atau kupang sebagai bahan tambahan dengan persentase 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. Hasil dari penelitian yang diperoleh nilai kuat tekan beton pada umur 14 hari adalah 66,67 kg/cm², 35,56 kg/cm², 25,93 kg/cm², 24,44 kg/cm², 22,22 kg/cm². Atau mengalami penurunan di setiap persentase penambahan abu cangkang siput sudu atau kupang.

Berdasarkan penjelasan di atas, di lakukan penelitian dengan membandingkan kuat tekan beton normal dengan menggunakan cangkang kerang kepah sebagai bahan pengganti semen pada campuran beton. Dimana penelitian ini di lakukan untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam teknologi beton dengan memanfaatkan limbah yang tidak memiliki nilai jual, sehingga nantinya campuran beton tersebut memiliki nilai yang lebih ekonomis.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh kuat tekan beton setelah penambahan menggunakan cangkang kerang kepah sebagai filler pada semen untuk campuran beton umur 14, dan 28 hari?
2. Bagaimana kuat tekan beton optimum dengan faktor air semen yang bervariasi untuk beton umur 14, dan 28 hari?
3. Bagaimana persentase variasi optimal penambahan campuran cangkang kerang kepah untuk umur beton 14, dan 28 hari?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton optimum setelah penambahan cangkang kerang kepah sebagai bahan pengganti semen pada umur beton 14, dan 28 hari.
2. Untuk mengetahui pengaruh faktor air semen yang berbeda pada kuat tekan beton mutu tinggi dengan menggunakan cangkang kerang kepah sebagai bahan pengganti semen.
3. Untuk mengetahui persentase variasi optimal penambahan campuran cangkang kerang kepah sebagai filler pada semen untuk campuran beton.

1.4. Batasan Masalah

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Metode untuk perencanaan campuran menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000).
2. Untuk mengetahui pengaruh faktor air semen dari pemakaian cangkang kerang kepah terhadap campuran yang akan dibuat, apakah terjadi penurunan ataupun kenaikan pada kuat tekan beton.
3. Variasi faktor air semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,3 dan 0,4.
4. Waktu yang direncanakan untuk kuat tekan beton adalah 14 hari dan 28 hari, dengan persentase cangkang kerang kepah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 10% dan 20% sebagai bahan pengganti semen.
5. Benda uji yang direncanakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas kuat tekan beton normal dengan beton yang memakai bahan pengisi cangkang kerang kepah dengan persentase yang telah ditentukan dan apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap

selanjutnya, baik itu penggunaan pada tahap pelaksanaan di lapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk penulisan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Faktor Air Semen Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Mempergunakan Cangkang Kerang Kepah” ini tersusun dari 5 bab, dan tiap – tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir, dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

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

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton berasal dari kata “*concretus*“, yang artinya “tumbuh bersama“. Ini berarti gambaran mengenai penggabungan partikel-partikel lepas menjadi suatu massa yang utuh (Raina, 1989).

Dalam konstruksi, beton dibentuk oleh bahan penyusun yang terdiri dari bahan campuran semen, agregat kasar (batu pecah atau kerikil), agregat halus, air, udara dan bahan tambah dari zat kimia hingga limbah yang tidak ada nilai jualnya dengan perbandingan persentase tertentu. Beton normal ialah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah.

Beton normal dengan kualitas yang baik yaitu beton yang mampu menahan kuat desak/hancur yang diberi beban berupa tekanan dengan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan atau *workability*, faktor air semen (f.a.s) dan zat tambahan atau *admixture* bila diperlukan.

Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Mulyono, 2005). Secara proporsi, komposisi unsur pembentuk beton terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Unsur pembentuk beton.

Nama Bahan	Jumlah (%)
Agregat kasar dan halus	60-75
Semen	7-15
Air	14-21
Udara	1-2

Seperti yang terlihat pada Tabel 2.1 pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1%-2%, semen 7-15%, air 14-21% dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60%-75% (Mulyono, 2005).

Beton pada umumnya digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, pondasi, jalan, jembatan penyebrangan, struktur parkir dan sebagainya. Hal ini dikarenakan beton memiliki berbagai macam keuntungan, antara lain:

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

Dalam pembuatan beton normal, langkah-langkah pekerjaannya meliputi :

- a. Pemeriksaan sifat bahan dasar.
- b. Penentuan kekuatan beton yang diinginkan.
- c. Perencanaan campuran adukan beton.
- d. Percobaan campuran adukan beton.
- e. Pengendalian (pemantauan dan evaluasi) selama pekerjaan pembetonan.

Adapun kelebihan dari penggunaan beton yaitu:

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

Adapun kekurangan dari penggunaan beton yaitu:

- a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
- b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- c. Beban yang berat.
- d. Daya pantul suara yang besar.
- e. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu, perlu diberi baja tulangan atau tulang kasa.

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

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

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

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

a. Beton Ringan (*Light Weight Concrete/LWC*)

Beton ringan mempunyai berat 1800 kg/m^3 . Pada beton ini terdapat banyak sekali agregat yang diterapkan misalnya agregat sintesis (agregat alam) yang diproses atau dibentuk sehingga berubah karakteristik mekanisnya.

b. Beton Normal (*Normal Weight Concrete*)

Beton yang mempunyai berat $2200 - 2500 \text{ kg/m}^3$ dan mengandung pasir, kerikil alam dan batu pecah sebagai agregat.

c. Beton Berat (*Heavy Weight Concrete*)

Beton ini selalu digunakan sebagai pelindung terhadap radiasi yang beratnya $> 3200 \text{ kg/m}^3$.

2.2. Pengertian Beton Mutu Tinggi

Beton mutu tinggi adalah sebuah istilah untuk menggambarkan beton dengan ciri khusus dimana tidak dimiliki oleh beton normal. Beton mutu tinggi dapat diartikan sebagai beton yang memiliki satu atau lebih karakteristik seperti: susut yang kecil, permeabilitas yang rendah, modulus elastisitas yang tinggi atau kuat tekan yang tinggi. Menurut *American Concrete Institute (ACI)*: "Beton mutu tinggi adalah beton dengan perlakuan khusus dan persyaratan yang seragam yang tidak dapat selalu dicapai secara rutin hanya dengan penggunaan material konvensional dan pencampuran secara normal, penempatan dan cara perawatannya. Disyaratkan terdapat control terhadap pemilihan dan *design* dari material penyusun beton dengan penambahan bahan tambah yang tepat".

Dalam hubungannya dengan kuat tekan beton, pengertian istilah beton mutu tinggi telah mengalami perubahan secara *significant* dalam beberapa tahun sebelumnya. Pada waktu tertentu kuat tekan 40 MPa telah dipertimbangkan sebagai beton mutu tinggi, untuk kemudian kekuatan 60 MPa telah ditetapkan

sebagai beton mutu tinggi. “Definisi beton mutu tinggi adalah beton yang dapat diterapkan dan memiliki kuat tekan lebih besar dari 70 MPa yang dibuat dengan metode seperti pada beton normal namun dengan unsur-unsur yang terpilih”. (Parrot, 1988). “Beton mutu tinggi didefinisikan sebagai beton dengan kuat tekan yang lebih besar dari 6000 psi atau 42 MPa pada umur 28 hari” (Nawy, 1996). Pada umumnya beton mutu tinggi (*High Strength Concrete*) dengan $f'c$ 40 MPa atau lebih (6000 psi) memiliki sifat-sifat sebagai berikut (Wahyudi dkk, 1999):

- a. Kandungan semen tinggi.
- b. Rasio air-semen rendah.
- c. Penggunaan agregat yang mutunya lebih kuat.
- d. Agregat berkadar air rendah.
- e. Penggunaan material *pozzolan*, *fly ash*, *ground granulated blastfurnace slag*, *silica fume*, dan sebagainya.

Manfaat beton mutu tinggi dibidang teknik sipil (Parrot, 1988):

- a. Menghasilkan beton dengan ketahanan tinggi (*high durability*).
- b. Menghasilkan beton dengan kuat tekan awal yang tinggi dan mempercepat pelaksanaan konstruksi.
- c. Meningkatkan nilai modulus elastisitas dan mengurangi efek rangkakan (*creep*).
- d. Memungkinkan pembangunan konstruksi bangunan tingkat tinggi (*high rise construction*).
- e. Memperkecil dimensi kolom, sehingga penggunaan ruang lantai lebih efisien.
- f. Secara ekonomi dapat meningkatkan penggunaan *box girder* dan *solid girder bridge* dengan *design* yang lebih simpel.

Adapun kelemahan penggunaan beton mutu tinggi adalah (Parrot, 1988):

- a. Meningkatkan biaya beton perunit volume.
- b. Memerlukan kontrol kualitas terhadap mutu beton dan kebutuhan produksi.
- c. *Workability* kurang baik dan seringkali menurun dengan cepat setelah waktu pencampuran.
- d. Waktu pengangkutan beton dan penambahan *superplasticizer* sangat kritis.

- e. Waktu perkerasan beton sangat cepat.
- f. Menghasilkan panas hidrasi yang tinggi sehingga perlu menurunkan hidrasi semennya.
- g. Membutuhkan waktu lebih dari 28 hari untuk mencapai kuat tekan yang spesifik.

2.3. Material Pembentuk Campuran Beton

Material yang digunakan pada campuran beton yang dipakai sebagai bahan penyusun utama yaitu semen, agregat kasar, agregat halus dan air dan bila mana diperlukan dapat menambahkan bahan tambah dengan persentase tertentu. Pada campuran ini, akan digunakan cangkang kerang kepah sebagai pengganti semen. Dalam pembuatan campuran beton, material yang digunakan harus mempunyai kualitas yang baik dan memenuhi syarat yang telah ditentukan sehingga menghasilkan beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi. Material-material yang akan digunakan antara lain:

2.3.1. Semen Portland

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat ini memainkan peranan yang penting dalam proses pengikatan adukan beton segar dan juga sebagai bahan pengisi. Salah satu jenis semen yang biasa dipakaidalam 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* didefenisikan 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). Berikut adalah tabel yang menjelaskan persyaratan mutu dari sifat-sifat berbagai tipe semen berdasarkan ASTM C150 (1985). Pada Tabel 2.2 ini, disebutkan persentase batas-batas maksimum zat yang terkandung pada tipe semen. Tipe semen sendiri ada 5 macam, mulai dari tipe I, II, III, IV, dan V.

Keseluruhan tipe ini memiliki perbedaan antara satu dengan yang lain, baik itu secara fungsional, tempat pemakaian, maupun ketahanan dan kelemahan terhadap zat tertentu.

Tabel 2.2: Persyaratan mutu dari sifat-sifat kimia semen (ASTM C150, 1985).

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

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.

2.3.2. Agregat

Agregat adalah salah satu bahan utama pembentuk beton yang berfungsi sebagai pengisi dan penguat beton. Agregat menempati 60%-80% volume beton, sehingga karakteristik agregat akan menentukan kualitas beton (Murdock dkk, 1999). Ditinjau dari aspek ekonomis, agregat dalam satuan berat yang sama jauh lebih murah dari pada semen. Agregat merupakan bahan yang bersifat kaku dan memiliki stabilitas volume dan durabilitas yang baik dari pada semen.

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 hidrolis atau adukan (SNI T-15-1990-03).

Berdasarkan ukurannya, agregat ini dapat dibedakan menjadi:

2.3.2.1. 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 SNI 03-2834-2000 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

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.

Dari bentuk fisiknya, agregat halus mempunyai butiran yang tajam, keras dan butirannya tidak mudah pecah karena cuaca. Pengambilan sumber agregat halus dapat ditemukan pada sungai, galian dan laut. Hasil penghancuran batu pecah juga disebut sebagai agregat halus. Namun untuk beton, agregat dari laut tidak diperbolehkan kecuali ada penanganan khusus.

Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai dengan spesifikasi SNI 03-2834-2000, yaitu:

1. Mempunyai butiran yang halus.
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
3. Tidak mengandung zat organik lebih dari 0,5%. Untuk beton mutu tinggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.
4. Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

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

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

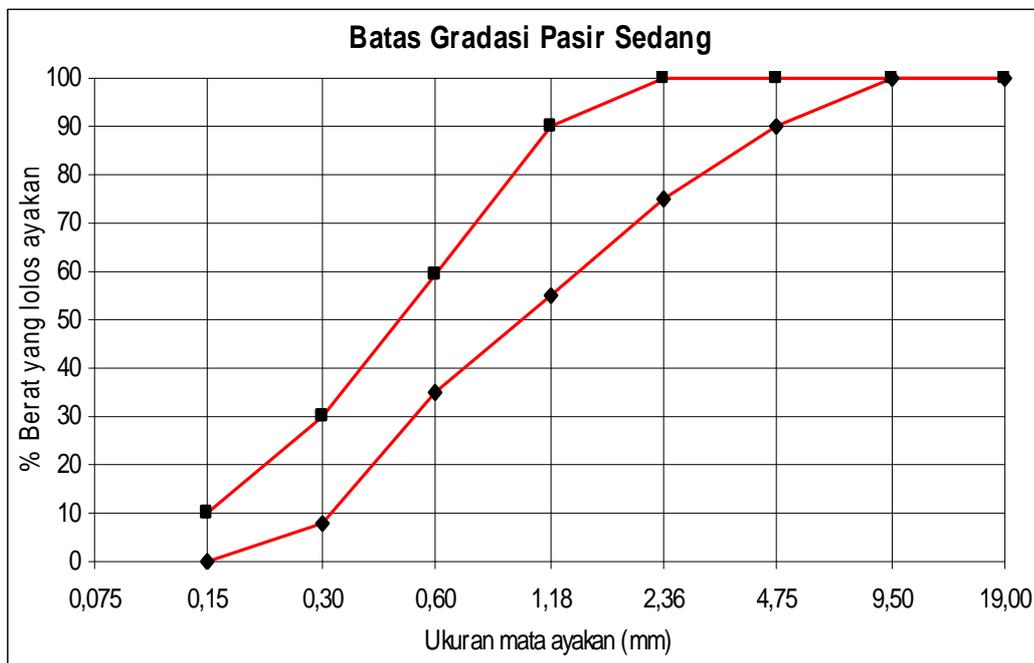
Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4,8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No.100	0-10	0-10	0-10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

Keterangan :

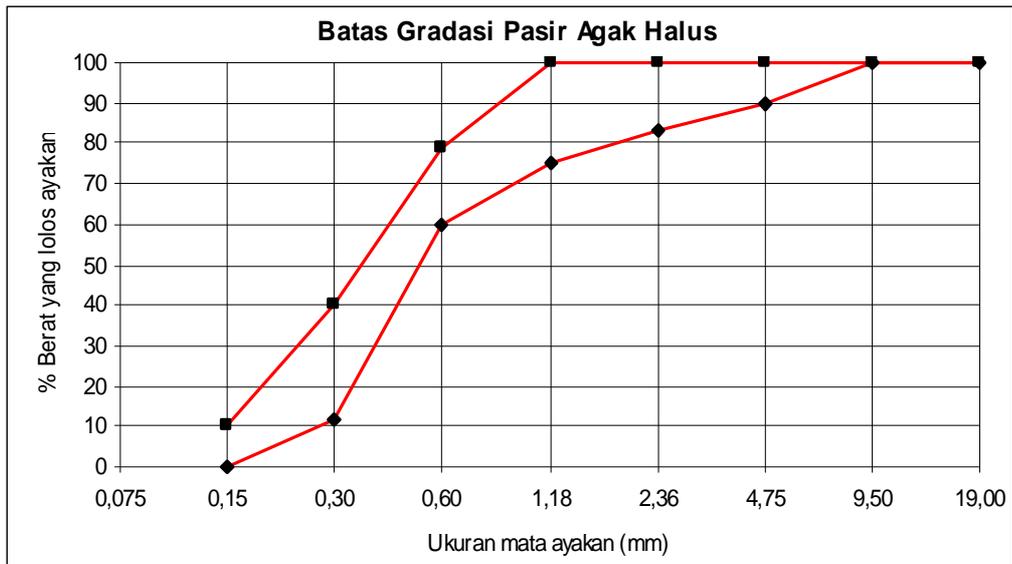
- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
- Daerah Gradasi II = Pasir Agak Kasar
- Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus
- Daerah Gradasi IV = Pasir Halus



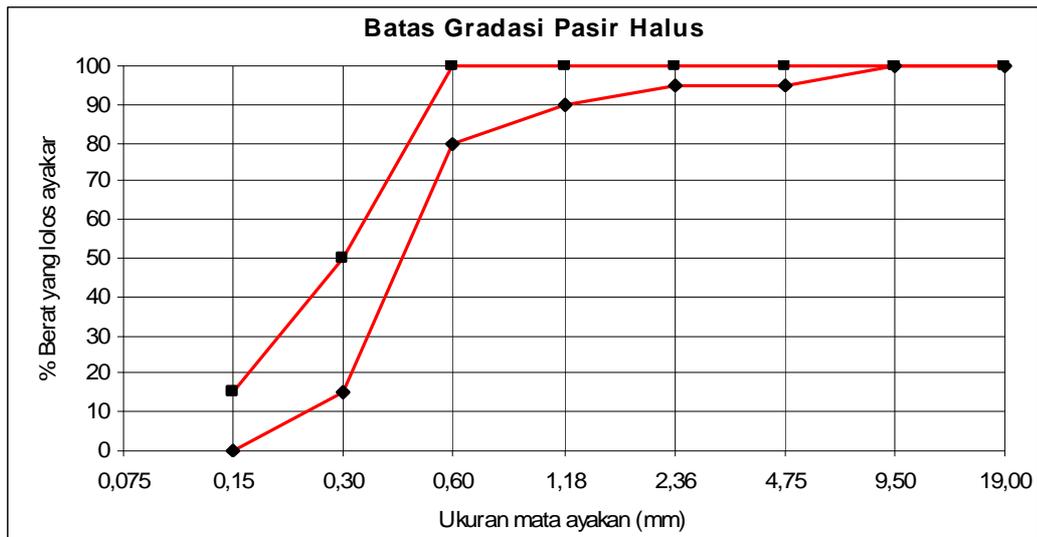
Gambar 2.1: Daerah Gradasi Pasir Kasar (SNI 03-2834, 2000).



Gambar 2.2: Daerah Gradasi Pasir Sedang (SNI 03-2834, 2000).



Gambar 2.3: Daerah Gradasi Pasir Agak Halus (SNI 03-2834, 2000).



Gambar 2.4: Daerah Gradasi Pasir Halus (SNI 03-2834, 2000).

Pemeriksaan dasar ini dilaksanakan sesuai dengan standar menurut SNI 03-2834-2000 agregat halus diteliti terhadap:

1. Modulus kehalusan.
2. Berat jenis.
3. Penyerapan (*Absorpsi*).
4. Kadar air.
5. Kadar lumpur.

6. Berat isi.

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.

2.3.2.2. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,75 mm (SNI 03-2834-2000), 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 SNI 03-2834-2000 agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

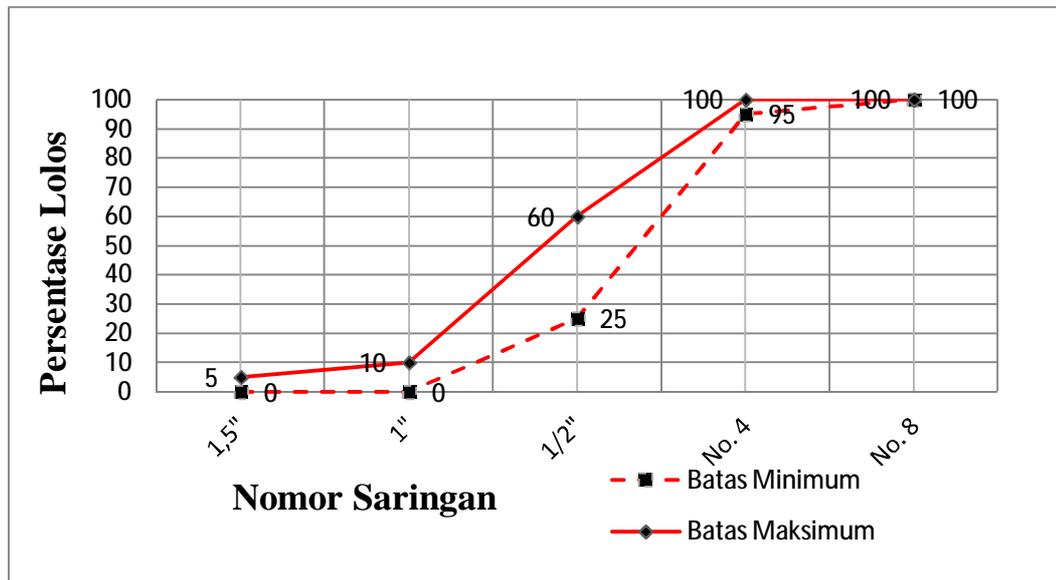
1. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat:
 - a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total
 - b. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total
 - c. Selisih antara sisa-sisa kumulatif diatas 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 SNI 03-2834-2000 batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.4 dan dijelaskan melalui Gambar 2.5 agar lebih memudahkan pemahaman.

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

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 (SNI 03-2834, 2000).

Pemeriksaan material agregat kasar ini sesuai dengan standar (SNI 03-2834-2000), 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.

2.3.3. Air

Air merupakan faktor 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.

Dalam pelaksanaan pembuatan beton sangat bergantung pada air untuk mendapatkan beton yang mudah dilaksanakan tetapi dengan kekuatan yang tetap, harus dipertahankan jumlah air dengan semennya atau bisa disebut faktor air semen (*water cemen ratio*). Air yang digunakan dalam pembuatan beton adalah air yang bebas dari bahan-bahan yang merugikan. Pengerasan semen atau hidrasi pada beton akan berjalan dengan baik jika menggunakan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Air harus bersih, tidak berbau, tidak mempunyai rasa, dan dapat dikonsumsi sebagai air minum.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak, benda-benda terapung yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak mengandung alkali atau garam-garam yang terlarut dan dapat merusak beton.
4. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2gr/lit.

5. Kandungan klorida tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 ppm sebagai SO_4 , dimana ppm adalah singkatan dari *part permillion* yaitu kandungan zat kimia yang masih diperbolehkan.
6. Dianalisa secara kimia dan mutunya dievaluasi menurut pemakaian.
7. Bila dibandingkan kekuatan tekannya dengan yang mengandung air suling sebagai pencampuran maka persentase kekuatan tekan yang terjadi tidak boleh lebih dari 10%.

Pemakaian air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai. Sebagai akibatnya beton yang akan dihasilkan akan berkurang kekuatannya. Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan dapat di lihat pada Tabel 2.5 agar lebih memudahkan pemahaman.

Tabel 2.5: 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 ($Na_2O + 0,658 k_2O$)	600 ppm
Sulphate (SO_4)	1000

Proporsi air yang sedikit akan memberikan kekuatan yang tinggi pada beton, tetapi kelecakan 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.

2.3.4. Cangkang Kerang Kepah.

Cangkang adalah rangka luar pada kerang. Cangkang ini dibentuk oleh sel – sel cangkang (epitel mantel). Cangkang terdiri dari 3 lapisan luar kedalam adalah:

- a. *Periostracum*, yang berwarna hitam, terbuat dari bahan tanduk yang disebut coochiolin.
- b. *Prismatic*, yang tersusun dari kristal-kristal kalsium karbonat (zat kapur yang berbentuk prisma).
- c. Lapisan *nacreas* (mutiara), juga terdiri dari kristal – kristal kalsium karbonat (zat kapur yang berbentuk prisma tetapi susunannya lebih rapat. Engsel cangkang dibentuk oleh jaringan ikat yang disebut ligamentum. Kedua cangkang dapat membuka dan menutup, karena adanya dua otot adductor, satu terletak di bagian anterior dan satunya lagi terdapat di bagian posterior.

Secara morfologis cangkang berfungsi untuk melindungi organ tubuh bagian dalam yang lunak dari serangan predator dan faktor lingkungan yang lain. Sedangkan fungsi lainnya adalah untuk mengatur aliran air secara tetap melalui insang untuk pertukaran udara dan pengumpulan makanan.

Cangkang kerang kepah dapat diperoleh dengan mudah di tempat wisata kuliner yang berlokasi di sekitaran pantai. Seiring berkembangnya zaman, kali ini akan dilakukan penelitian menggunakan cangkang kerang kepah sebagai bahan pengganti semen pada pembuatan beton. Komposisi yang terkandung di dalam cangkang kerang kepah ditunjukkan pada Tabel 2.6 agar mempermudah pemahaman.

Tabel 2.6: Kandungan cangkang kerang kepah (Siti Maryam, 2006).

Senyawa Kimia	Persentase (%)
CaO (Kalsium Oksida)	66.70

Tabel 2.6: *Lanjutan.*

SiO ₂ (Silikon Dioksida)	7,88
Fe ₂ O ₃ (Ferri Oksida)	0,03
MgO (Magnesium Oksida)	22.28
Al ₂ O ₃ (Alumunium Oksida)	1,25
Lain-lain	1,86

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

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

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

Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji < 30 dapat dilihat pada Tabel 2.7. Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Tabel 2.7: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI 03-2834, 2000).

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

3. Penghitungan nilai tambah/margin (m) ditentukan menggunakan Pers. 2.1 di bawah ini :

$$m = f'_c + 12 \quad (2.1)$$

Tingkat mutu pekerjaan pembetonan akan dijelaskan pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004).

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

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

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan menggunakan Pers. 2.2:

$$f'_{cr} = f'_c + m \quad (2.2)$$

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 type I.

6. Penetapan jenis agregat:

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

7. Penetapan nilai faktor air semen bebas:

Nilai faktor air semen bebas dapat diambil dari Gambar 2.6 berikut yang menjelaskan tentang hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder, (SNI 03-2834-2000):

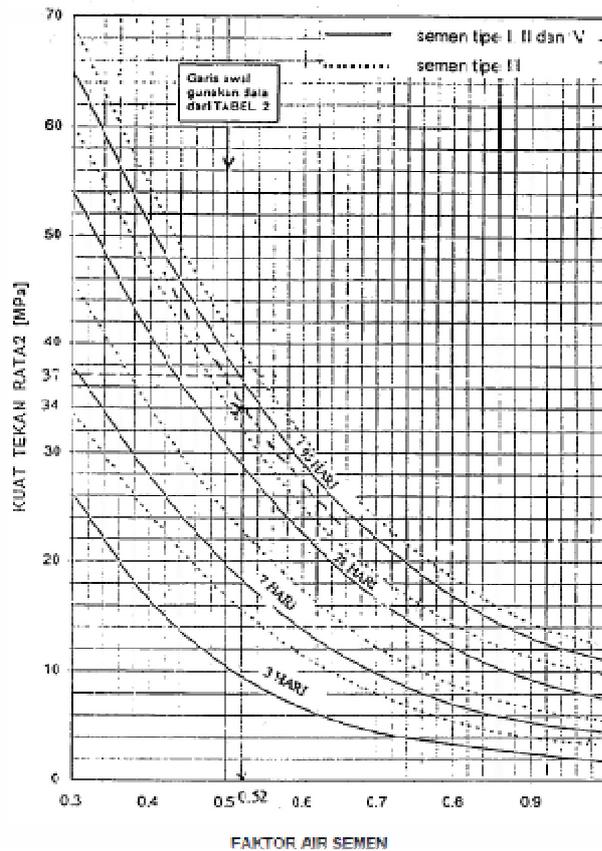
8. Faktor air semen maksimum.

9. Penetapan nilai slump.

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

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

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



Gambar 2.6: Hubungan faktor-air-semen dan kuat tekan silinder beton (SNI 03-2834,2000).

11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan Tabel 2.9 untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 2.9: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834, 2000).

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

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung dengan menggunakan Pers. 2.3.

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (2.3)$$

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

12. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton dihitung dengan menggunakan Pers. 2.4.

$$W_{s_{mn}} = 1/Fas * W \text{ air} \quad (2.4)$$

Fas = Faktor air per meter kubik beton

13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.10. Dari tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya. Dan ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dapat di lihat pada Tabel 2.11, serta ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air dapat di lihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2.10: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834, 2000).

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

Tabel 2.10: *Lanjutan.*

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 2.1
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		Lihat Tabel 2.12
b. Air laut		

Tabel 2.11: Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat (SNI 03-2834, 2000).

Kadar sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂			Tipe Semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³)			F.A.S
	Dalam Tanah		SO ₃ dalam air tanah g/l					
1.	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	80	300	350	0,5
2.	0,2 - 0,5	1,0 - 0,9	0,3 - 1,2	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	290	330	350	0,5
				Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	270	310	360	0,55

Tabel 2.11: Lanjutan.

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

Tabel 2.12: Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air (SNI 03-2834-2000).

Jenis beton	Kondisi lingkungan yang berhubungan dengan	Faktor air maks.	Tipe semen	Kandungan semen minimum (kg/m ³)	
				Ukuran nominal Maksimum agregat	
				40	20 mm
Bertulang atau Pra tegang	Air tawar	0,50	Tipe-V	280	300

Tabel 2.12: *Lanjutan.*

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

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

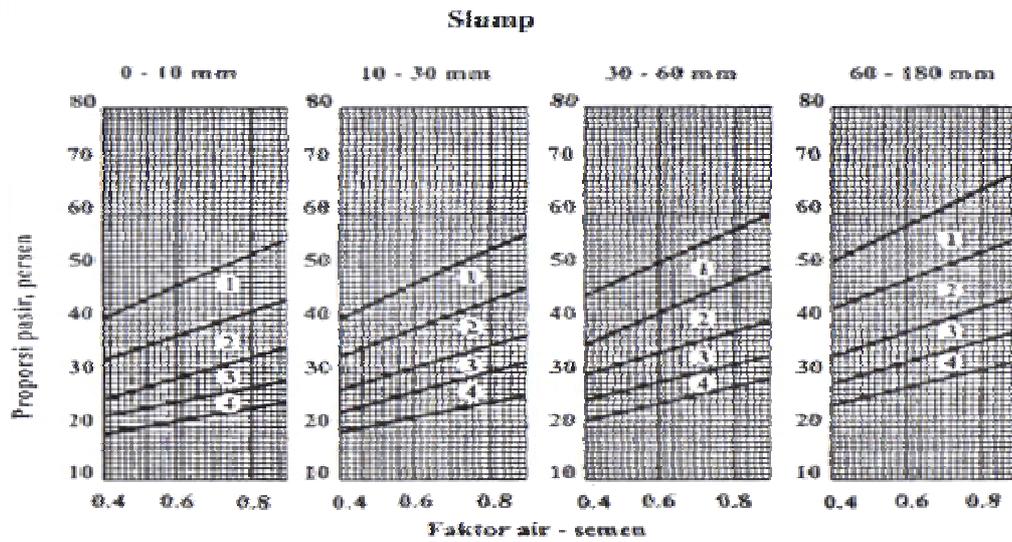
16. Penetapan jenis agregat halus

Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar (Gambar 2.1), agak kasar (Gambar 2.2), agak halus (Gambar 2.3) dan pasir halus (Gambar 2.4).

17. Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.5.

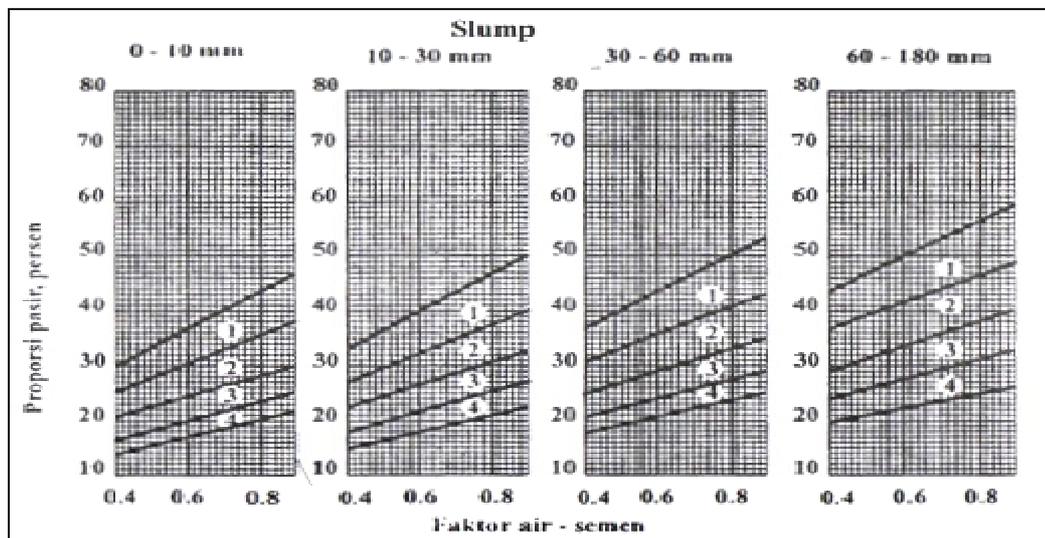
18. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.

Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut slump yang digunakan secara tegak lurus berpotongan yang dapat dilihat pada Gambar 2.7 untuk persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm.



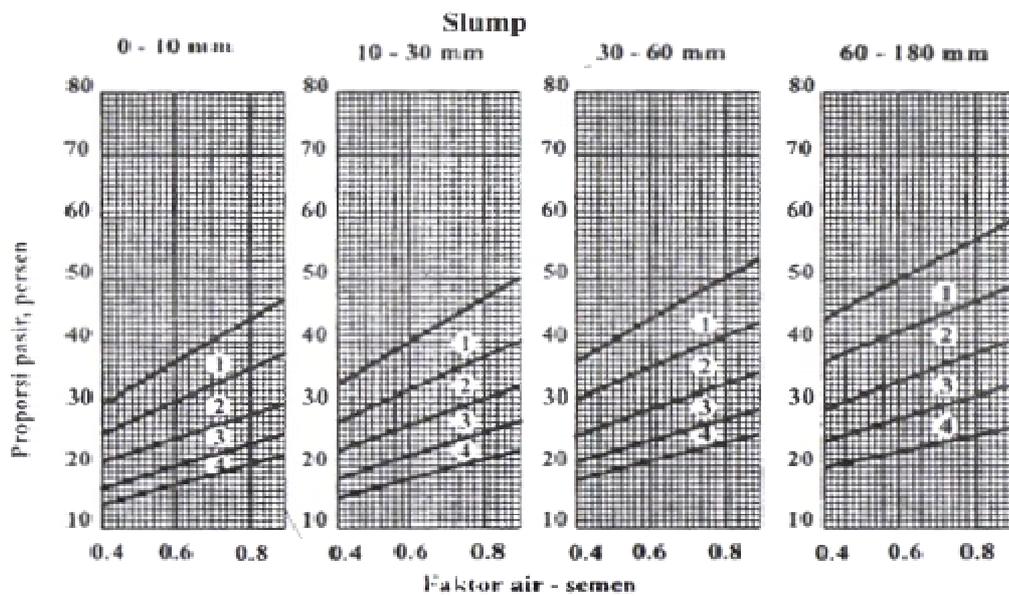
Gambar 2.7: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834, 2000).

Jika ukuran butir maksimum sebesar 20 mm dapat dilihat pada Gambar 2.8 untuk mencari proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.



Gambar 2.8: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834, 2000).

Jika ukuran butir maksimum sebesar 40 mm dapat dilihat pada Gambar 2.9 untuk mencari proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.



Gambar 2.9: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834, 2000).

19. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan menggunakan Pers. 2.4:

$$\text{Dengan : } b_{j \text{ camp}} = k_h/100 \times b_{jh} + k_k/100 \times b_{jk} \quad (2.4)$$

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.

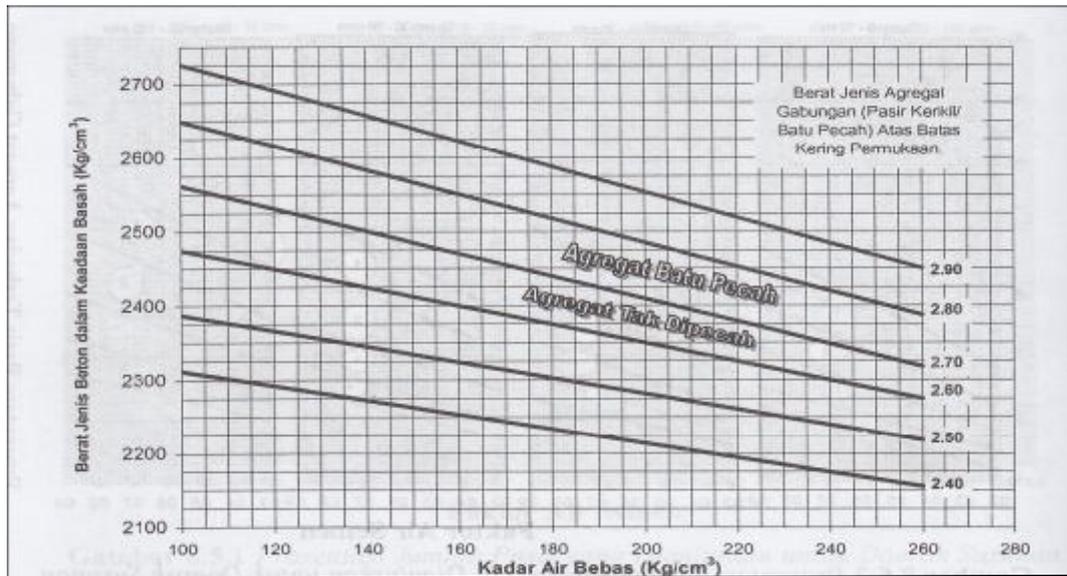
Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, namun jika belum ada maka dapat diambil sebesar :

B_j = 2,60 untuk agregat tak pecah/alami

B_j = 2,70 untuk agregat pecah.

20. Perkiraan berat beton

Perkiraan berat beton diperoleh dari :



Gambar 2.10: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834, 2000).

21. Dihitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan menggunakan Pers. 2.5.

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

Dengan :

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

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

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

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

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

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan menggunakan Pers. 2.6.

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

Dengan:

k_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran

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

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

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

Dengan :

k_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran

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

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

25. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan

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

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

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

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

Dengan :

B adalah jumlah air (kg/m³)

C adalah agregat halus (kg/m³)

D adalah jumlah agregat kasar (kg/m³)

C_n adalah absorbs 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 (%)

2.5. Slump Test

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing – masing campuran baik pada beton standar maupun beton yang menggunakan *additive* dan bahan pengisi (*filler*). Penguji *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 seperti yang di jelaskan pada SNI 1972-2008.

2.6. Perawatan Beton (Curing)

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. *Saeled* atau *wropping*

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

4. *Steam Curing* (perawatan uap)

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

2.7. Pengujian Kuat Tekan Beton

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.

Karena sifat utama dari beton adalah sangat kuat jika menerima beban tekan, maka mutu beton pada umumnya hanya ditinjau terhadap kuat tekan beton tersebut. Sifat yang lain seperti kuat tarik, dan modulus elastis beton dapat dikorelasi terhadap kuat tekan beton. Menurut peraturan beton di Indoensia (PBI-1971, diperbaiki dengan SK SNI T-15-1991-03 dan SNI 03-2847-2000), kuat tekan beton dinotasikan dengan f_c' , yaitu kuat tekan silinder beton yang disyaratkan pada waktu berumur 28 hari.

Mutu beton dibedakan atas 3 macam menurut kuat tekannya, yaitu:

- Mutu beton dengan f_c' kurang dari 10 Mpa, digunakan untuk beton non struktur (misalnya: kolom praktis, balok praktis).
- Mutu beton dengan f_c' antara 10 Mpa sampai 20 Mpa, digunakan untuk beton struktural (misalnya: balok, kolom, pelat, maupun pondasi).
- Mutu beton dengan f_c' sebesar 20 Mpa keatas, digunakan untuk struktur beton yang direncanakan tahan gempa.

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 menggunakan Pers. 2.8.

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

Dimana :

- f (saat pengujian) = Kuat tekan saat pengujian (kg/cm²)
 P = Beban tekan (kg)
 A = Luas penampang (cm²)

Tabel 2.13: Menganjurkan Agar Pengujian Kuat tekan Tidak Keluar dari Batasan Waktu yang Telah Ditoleransikan (ASTM C-39, 1993).

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

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

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

Dimana :

- f (estimasi 28 hari) = kuat tekan estimasi 28 hari (kg/cm²)
 f (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm²)
koefesien = koefesien dari umur beton

Tabel 2.14: Koefesien Perbandingan Kekuatan Tekan Beton pada Berbagai Umur (Tjokrodinuljo, 2007).

Umur (hari)	7	14	21	28
Koefisien	0,65	0,88	0,95	1.00

Beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton yaitu:

- a. Pengaruh faktor air semen terhadap kuat tekan beton. Pada gambar hubungan antara Faktor air semen dan kuat tekan silinder beton. Tampak bahwa makin

besar nilai fas, makin rendah kuat tekan beton yang dihasilkan. Sebaliknya, makin kecil nilai fas, semaik tinggi pula kuat tekan beton yang dihasilkan.

- b. Pengaruh umur terhadap kuat tekan beton. Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut. Karena beton ini termasuk bahan yang sangat awat (ditinjau dari segi pemakaiannya), maka sebagai standar kuat tekan ditetapkan pada waktu beton berumur 28 hari. Menurut PBI-1971, hubungan antara umur dan kekuatan tekan beton dapat dilihat pada Tabel 2.15.

Tabel 2.15: Hubungan antara umur beton dan kuat tekan beton.

Umur beton (hari)	Kuat tekan beton (%)
3	40
7	65
14	88
21	95
28	100
90	120
365	135

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

3.1.1. Metodologi Penelitian

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

1. Data primer

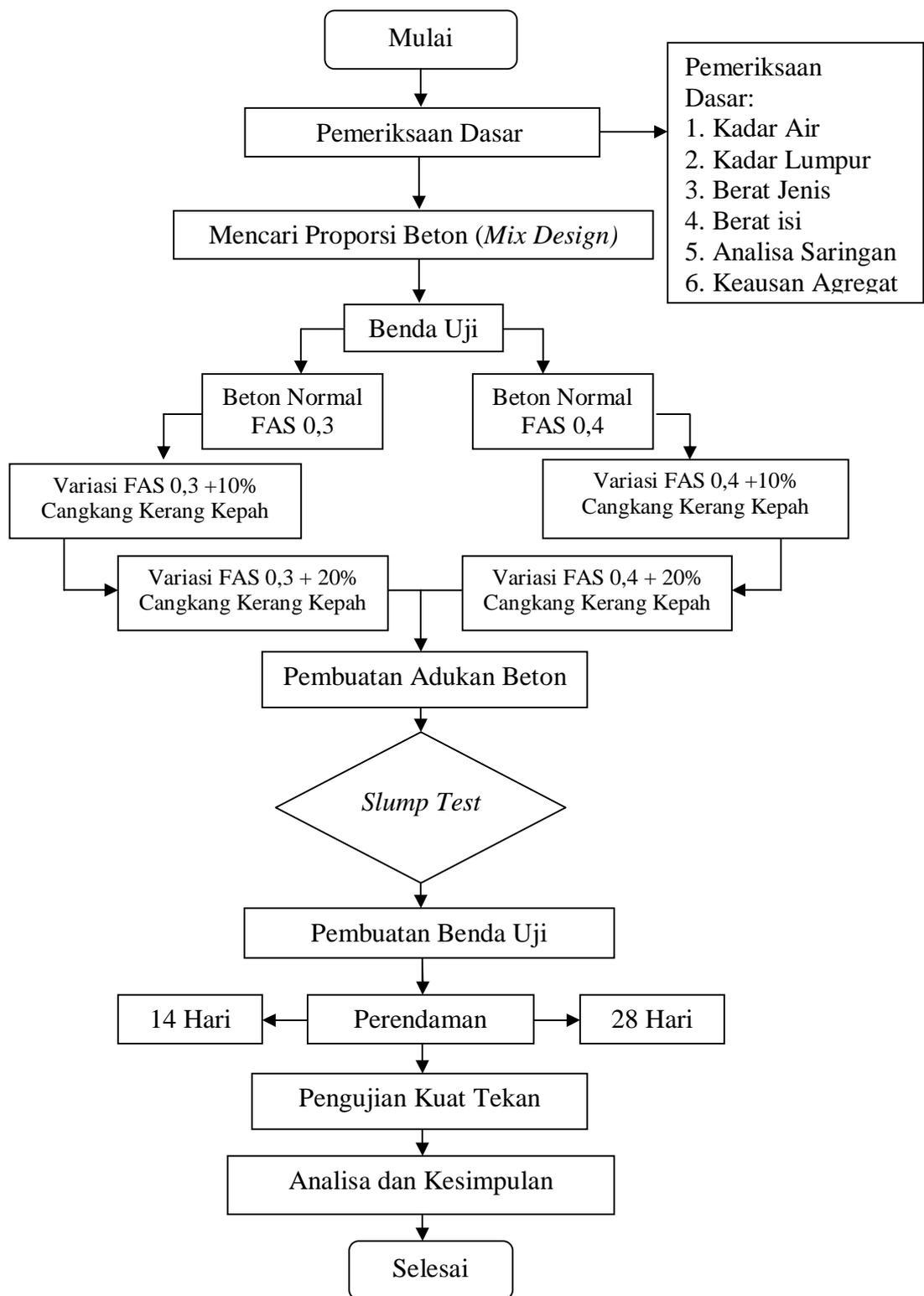
Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

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

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Beton di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis yang di dapatkan berasal dari SNI-03-2834 (2000), PBI (Peraturan Beton Indonesia) (1971), ASTM C33 (1986) serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang yang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) dapat dilihat pada Gambar 3.1 untuk mempermudah pemahaman.



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Februari 2018 hingga Mei 2018. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

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 Andalas PPC (*Portland Pozzolan Cement*).

b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari 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. Cangkang Kerang Kepah

Cangkang kerang kepah yang saya gunakan diperoleh dari Restoran Seafood Pantai Bali Lestari.

3.3.2. Peralatan

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

a. Alat-alat pendukung pengujian material.

b. Timbangan digital.

c. Alat pengaduk beton (*mixer*).

d. Cetakan benda uji berbentuk kubus.

e. Mesin kompres (*compression 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 03-2834-2000 tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara..

3.6. Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- a. Pemeriksaan kadar air.
- b. Pemeriksaan kadar lumpur.
- c. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- d. Pemeriksaan berat isi.
- e. Pemeriksaan analisa saringan.

3.6.1. Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000, ASTM C 566, serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) tentang pemeriksaan kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian tersebut, 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)	557	564	560
Berat contoh SSD	500	500	500
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	546	553	549
Berat wadah(W3)	57	64	60
Berat air(W1-W2)	11	11	11
Berat contoh kering(W2-W3)	489	489	489
Kadar air ((W1-W2)/(W2-W3)) x 100%	2,25	2,25	2,25

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 2,25%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama, kadar air yang didapat sebesar 2,25%, sedangkan contoh kedua didapat kadar air sebesar 2,25%. 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 SNI 03-2834-2000, ASTM C 117 – 90, serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Hasil dari penelitian kadar lumpur dapat di lihat pada tabel 3.2.

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

Tabel 3.2: *Lanjutan.*

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	478	476	477
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci C(gr)	22	24	23
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	4,4	4	4,2

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 4,4%, dan sampel kedua sebesar 4%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 4,2%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan yaitu <5%.

3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan, dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000, ASTM C 128 – 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 3.3 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)	632	634	633

Tabel 3.3: *Lanjutan.*

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air(C)	934	934	934
Berat jenis contoh kering $E/(B+D-C)$	2,48	2,46	2,47
Berat jenis contoh SSD $B/(B+D-C)$	2,53	2,5	2,52
Berat jenis contoh semu $E/(E+D-C)$	2,59	2,57	2,58
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 terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata $2,47 \text{ gr/cm}^3 < 2,52 \text{ gr/cm}^3 < 2,58 \text{ gr/cm}^3$ 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 SNI 03-2834-2000, 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)	19765	19978	19875	19872,67

Tabel 3.4: *Lanjutan.*

2	Berat wadah (gr)	5400	5400	5400	5400
3	Berat contoh (gr)	14365	14578	14475	14473
4	Volume wadah (cm ³)	10952,23	10952,23	10952,23	10952,23
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,323	1,342	1,333	1,332

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 1,332 gr/cm³. Hasil ini didapat dari rata-rata kedua 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 SNI 03-2834-2000 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 3.5 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
9.52 (3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	143	35	178	7,17	7,17	92,83
2.36 (No. 8)	47	78	125	5,03	12,20	87,80
1.18 (No.16)	102	168	270	10,87	23,07	76,93
0.60 (No. 30)	359	258	617	24,84	47,91	52,09
0.30 (No. 50)	489	278	767	30,88	78,79	21,21
0.15 (No. 100)	298	123	421	16,95	95,74	4,26

Tabel 3.5: *Lanjutan.*

No Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
	Pan	48	58	106		
Total	1486	998	2584	100		

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

Total berat pasir = 2100 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{178}{2484} \times 100\% = 7,17 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{125}{2484} \times 100\% = 5,03 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{270}{2484} \times 100\% = 10,87 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{617}{2484} \times 100\% = 24,84 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{767}{2484} \times 100\% = 30,88 \%$$

$$\text{No.100} = \frac{421}{2484} \times 100\% = 16,95 \%$$

$$\text{Pan} = \frac{106}{2484} \times 100\% = 4,27 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\text{No.4} = 0 + 7,17 = 7,17 \%$$

$$\text{No.8} = 7,17 + 5,03 = 12,20 \%$$

$$\text{No.16} = 12,20 + 10,87 = 23,07 \%$$

$$\text{No.30} = 23,07 + 24,84 = 47,91 \%$$

$$\begin{aligned}
 \text{No.50} &= 47,91 + 30,88 = 75,79 \% \\
 \text{No.100} &= 75,79 + 16,95 = 95,74 \% \\
 \text{Pan} &= 95,74 + 4,27 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

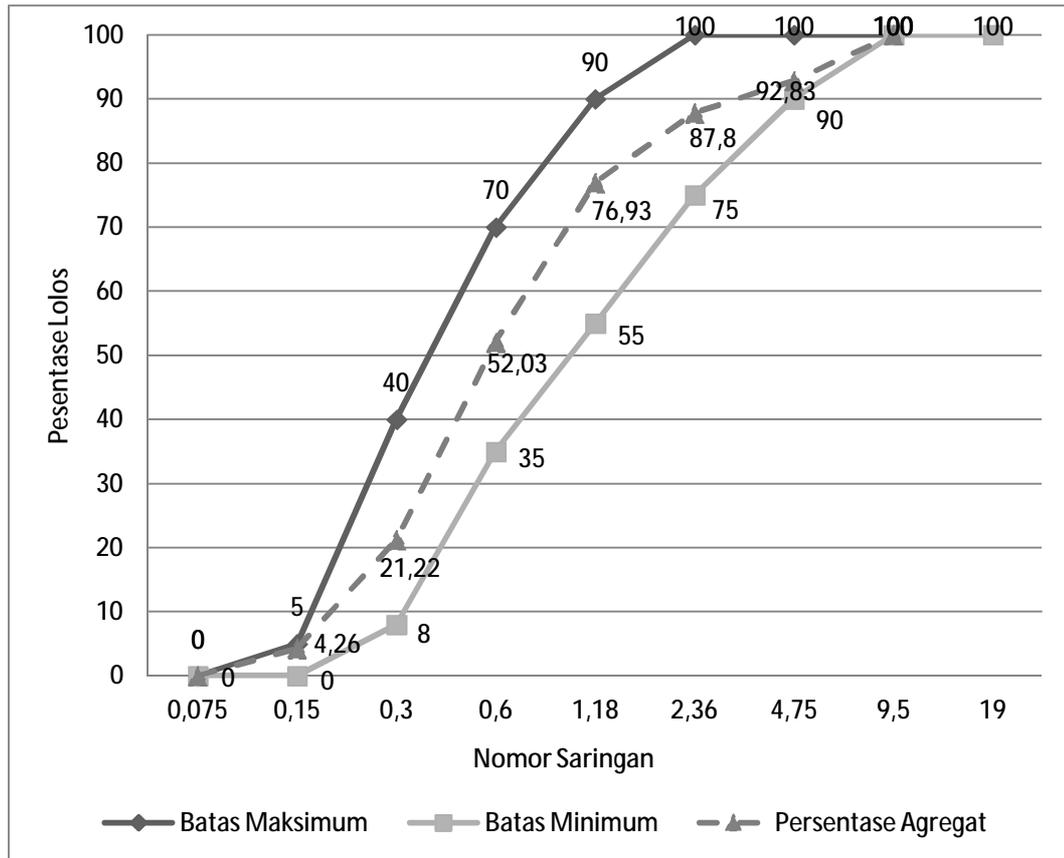
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 264,87%

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{264,87}{100} \\
 \text{FM} &= 2,65
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
 \text{No.4} &= 100 - 7,17 = 92,83 \% \\
 \text{No.8} &= 100 - 12,20 = 87,80 \% \\
 \text{No.16} &= 100 - 23,07 = 76,93 \% \\
 \text{No.30} &= 100 - 47,91 = 52,09 \% \\
 \text{No.50} &= 100 - 78,28 = 21,21 \% \\
 \text{No.100} &= 100 - 95,74 = 4,26 \% \\
 \text{Pan} &= 100 - 100,00 = 0,00 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada Tabel 3.5 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,65 dan untuk grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) termasuk di zona 2, yang dikategorikan pasir sedang. Dan berdasarkan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus yang di lakukan dapat di jelaskan pada Gambar 3.2 untuk memudahkan pemahaman:



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

3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- a. Pemeriksaan kadar air.
- b. Pemeriksaan kadar lumpur.
- c. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- d. Pemeriksaan berat isi.
- e. Pemeriksaan analisa saringan.
- f. Pemeriksaan keausan agregat dengan mesin *los angeles*.

3.7.1. Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000, ASTM C 566, 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 3.6 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)	1110	1100	1105
Berat contoh SSD	1000	1000	1000
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	1104	1095	1099,5
Berat wadah (W3)	110	100	105
Berat air (W1-W2)	6	5	5,5
Berat contoh kering (W2-W3)	994	1095	1044
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	0,60	0,50	0,55

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 0,60%, pada contoh kedua sebesar 0,50%. Sedangkan nilai rata-rata kadar air pada agregat kasar yang diteliti adalah sebesar 0,55% 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 SNI 03-2834-2000, ASTM C 117 – 90, serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Dari hasil penelitian yang telah di dilakukan dapat di lihat pada Tabel 3.7 untuk memudahkan pemahaman. Dari tabel tersebut dapat diketahui nilai kadar lumpur agregat kasar yang telah diperiksa pada saat penelitian.

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)	1600	1600	1600
Berat contoh setelah dicuci: B (gr)	1585	1587	1586
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci: C(gr)	15	13	14
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200setelah dicuci (%)	0,94	0,81	0,88

Berdasarkan Tabel 3.7 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar yang 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 dan di bagi dengan 100%, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama didapat sebesar 0,94%, dan sampel kedua didapat sebesar 0,81%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,88%. 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 SNI 03-2834-2000, ASTM C 127 - 88, serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Dari hasil penelitian yang telah di dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), dapat di lihat pada Tabel 3.8 untuk memudahkan pemahaman. Dari tabel tersebut dapat diketahui nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang telah 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) gr	2000	2000	2000
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C) gr	1985	1986	1985,5
Berat contoh (SSD) di dalam air (B) gr	1253	1265	1259
Berat jenis contoh kering (C/(A-B))	2,66	2,70	2,68
Berat jenis contoh SSD (A/(A-B))	2,68	2,72	2,7
Berat jenis contoh semu (C/(C-B))	2,71	2,75	2,73
Penyerapan ((A-C)/C)x100%	0,76	0,71	0,735

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) pada agregat halus yang diteliti. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar 2,68 gr/cm³, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,7 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,73 gr/cm³. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,735%.

3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000, ASTM C 29, serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), tentang berat isi agregat kasar. Untuk memudahkan pemahaman hasil penelitian berat isi agregat kasar yang telah dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), dapat di lihat pada Tabel 3.9. Dari tabel tersebut dapat diketahui nilai berat isi agregat kasar yang telah diperiksa.

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

No	Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	31456	32458	31350	31754,67
2	Berat wadah (gr)	6400	6400	6400	6400
3	Berat contoh (gr)	24956	25958	24850	25255
4	Volume wadah (cm)	15465,2	15465,2	15465,2	15465,2
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,614	1,678	1,607	1,633

Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,633 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 1,614 gr/cm³. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,678 gr/cm³. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,607 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 SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), tentang analisa saringan agregat kasar. Untuk memudahkan pemahaman hasil penelitian berat isi agregat kasar yang telah dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), dapat di lihat pada Tabel 3.10. Dari tabel tersebut dapat diketahui nilai analisa saringan kasar yang telah diperiksa.

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

No Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
	38,1 (1.5 in)	119	121	240		
19.0 (3/4 in)	1242	1280	2522	42,06	46,06	53,94
9.52 (3/8 in)	769	797	1566	26,12	72,18	27,82
4.75 (No. 4)	869	299	1668	27,82	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	2999	2497	5996	100		

Berdasarkan Tabel 3.10, didapatkan nilai kumulatif agregat dan modulus kehalusan agregat kasar yang diperoleh dari persentase jumlah keseluruhan kumulatif tertahan agregat. Percobaan ini dilakukan dua kali, nomor saringan yang dipakai diambil berdasarkan metode ASTM C33 (1986), yang pada pengerjaan *Job Mix Design* nantinya dimodifikasi agar sesuai dengan tatacara perencanaan campuran beton menurut SNI 03-2834-2000. Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut:

Total berat pasir = 5996gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 = \frac{240}{5996} \times 100\% = 4,00 \%$$

$$\frac{3}{4} = \frac{2522}{5996} \times 100\% = 46,06 \%$$

$$\frac{3}{8} = \frac{1566}{5996} \times 100\% = 26,12 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{1668}{5996} \times 100\% = 27,82 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

1,5	=	0	+	4,00	=	4,00	%
$\frac{3}{4}$	=	4,00	+	42,06	=	46,06	%
$\frac{3}{8}$	=	53,94	+	26,12	=	72,18	%
No.4	=	72,18	+	27,82	=	100,00	%

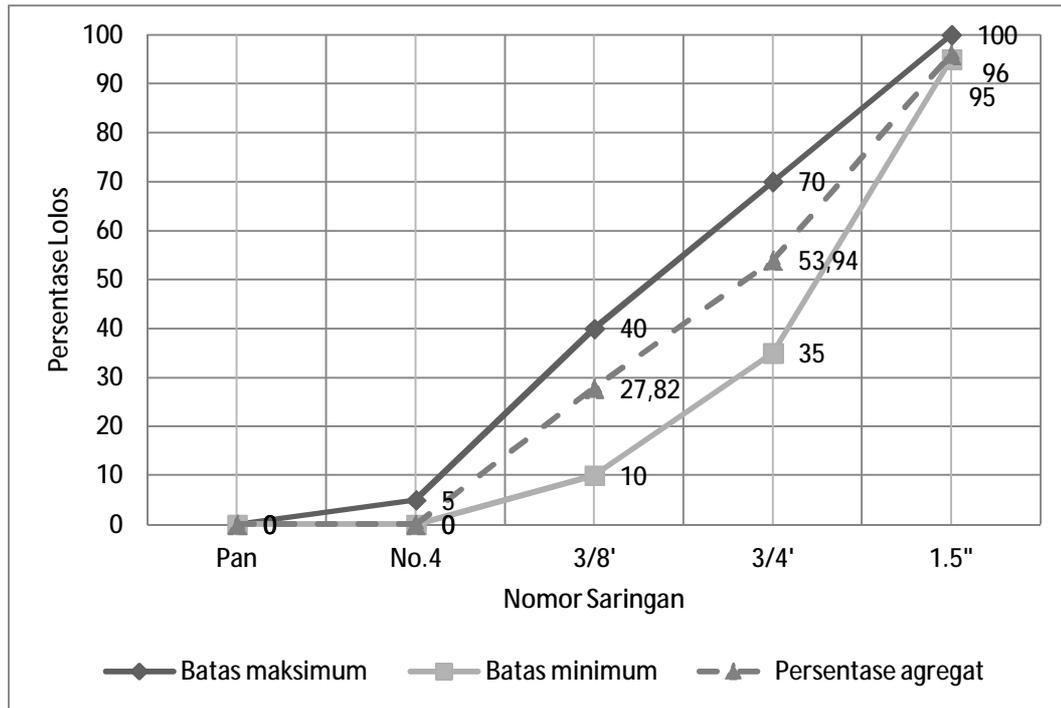
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 722,24

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{722,24}{100} \\ \text{FM} &= 7,22 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

1,5	=	100	-	4,00	=	96,00	%
$\frac{3}{4}$	=	100	-	46,06	=	53,94	%
$\frac{3}{8}$	=	100	-	72,18	=	27,82	%
No. 4	=	100	-	100	=	0	%

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



Gambar 3.3: Grafik gradasi agregat kasardiameter maksimum 40 mm.

3.7.6. Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 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	1141

Tabel 3.11: *Lanjutan.*

9,50 (3/8 in)	2500	1260
4,75 (No. 4)	-	955
2,36 (No. 8)	-	351
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-
0,30 (No. 50)	-	-
0,15 (No. 100)	-	-
Pan	-	178
Total	5000	3885
	Berat lolos saringan No. 12	1115
	<i>Abrasion</i> (Keausan) (%)	22,3%

$$\begin{aligned}
 \textit{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5000 - 3885}{5000} \times 100\% = 22,3\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan di dapat pada Tabel 3.11 diketahui bahwa berat akhir setelah melakukan pengujian keausan agregat adalah sebesar 3885 gr dan nilai *abrasion* (keausan) sebesar 22,3%. Nilai tersebut telah memenuhi standar PBI 1971 bahwanilai 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. *Mix Design*

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

3.9.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan sisi yang berjumlah 48 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 03-2834-2000.

3.9.4. Perawatan Beton

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengancara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tekan dilakukan, yaitu pada umur 14 dan 28 hari.

3.9.5. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Jumlah sampel pengujian untuk setiap variasi direncanakan dapat di lihat pada tabel 3.12 untuk memudahkan pemahaman.

Tabel 3.12: Jumlah sampel benda uji yang akan direncanakan .

Benda Uji (B.U)	Hari	Jumlah B.U
Beton normal dengan FAS 0,3	14	4
Beton normal dengan FAS 0,4		4
Beton dengan FAS 0,3 dan variasi CKK 10%		4
Beton dengan FAS 0,4 dan variasi CKK 10%		4
Beton dengan FAS 0,3 dan variasi CKK 20%		4
Beton dengan FAS 0,4 dan variasi CKK 20%		4
Beton normal dengan FAS 0,3	28	4
Beton normal dengan FAS 0,4		4
Beton dengan FAS 0,3 dan variasi CKK 10%		4
Beton dengan FAS 0,4 dan variasi CKK 10%		4
Beton dengan FAS 0,3 dan variasi CKK 20%		4
Beton dengan FAS 0,4 dan variasi CKK 20%		4
	Total	48

BAB 4

HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

4.1.1 Data-Data Campuran Beton

Dalam hal ini penulis ingin menganalisis dari data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung, sehingga didapat campuran beton yang di inginkan. Dari hasil percobaan pemeriksaan dasar yang telah di lakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), didapati data-data yang terdapat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1: Data-data pemeriksaan dasar.

Jenis Data	Nilai
Berat jenis agregat kasar	2,70 gram/cm ³
Berat jenis agregat halus	2,52 gram/cm ³
Kadar lumpur agregat kasar	0,88%
Kadar lumpur agregat halus	4,6%
Absorpsi agregat kasar	0,735%
Absorpsi agregat halus	1,73%
Berat isi agregat kasar	1,633 gram/cm ³
Berat isi agregat halus	1,332 gram/cm ³
FM agregat kasar	7,22
FM agregat halus	2,65
Kadar air agregat kasar	0,55%
Kadar air agregat halus	2,25%
Keausan agregat	22,3%
Nilai slump rencana	30–60 mm
Ukuran agregat max	40 mm

Maka, dari data-data diatas kami membuat perencanaan campuran beton (*Mix Design*) yang terlampir pada Tabel 4.2 berdasarkan SNI 03-2834 (2000). Setelah menganalisa, maka didapat proporsi untuk nilai perbandingan campuran beton per m³ sebesar:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
566,67 kg	:	522,21 kg	:	1154,2 kg	:	169,44 kg
1	:	0,92	:	2,04	:	0,3

Tabel 4.2: Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-2834, 2000)

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000			
No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan	Nilai
1.	Faktor air semen bebas	Ditetapkan	0,3
2.	Kekuatan rata – rata yang ditargetkan	-	61 Mpa
3.	Deviasi standart	-	12 Mpa
4.	Nilai tambah (margin)	-	5,6 Mpa
5.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	2-3-4	43,4 Mpa
6.	Jenis semen		Type 1
7.	Jenis agregat: - Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Binjai Pasir alami Binjai
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,6
9.	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11.	Kadar air bebas	Tabel 2.9	170 kg/ m ³
12.	Jumlah semen	11:1	566,67 kg/ m ³
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	566,67 kg/ m ³
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/ m ³

Tabel 4.2: *Lanjutan*

No	Uraian	Tabel / Gambar perhitungan		Nilai	
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	Item 1		0,3	
16.	Susunan besar agregat halus	Gambar 3.1		Daerah Gradasi zona 2	
				zona 2	
17.	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.2		Gradasi Maksimum 40mm	
18.	Persen agregat halus	Gambar 2.11		31%	
19.	Berat jenis relative agregat (jenuh kering permukaan)	Tabel		2,64	
20.	Berat isi beton	Gambar 2.12		2412,5 kg/ m ³	
21.	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1675,83 kg/ m ³	
22.	Kadar agregat halus	18 x 21		519,51 kg/ m ³	
23.	Kadar agregat kasar	21-22		1156,32 kg/ m ³	
	Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg atau lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
24.	- Tiap m ³	566,67	170	519,51	1156,32
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,3	0,92	2,04
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	3,0	0,9	2,8	6,12
25.	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	566,67	169,44	522,21	1154,2
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,3	0,92	2,04
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	3,0	0,9	2,8	6,12

✓ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

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

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

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

Maka :

◆ Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak semen} \times \text{volume silinder} \\ &= 566,67 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 3,00 \text{ kg} \end{aligned}$$

◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak pasir} \times \text{volume silinder} \\ &= 522,21 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 2,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume silinder} \\ &= 1154,2 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 6,12 \text{ kg} \end{aligned}$$

◆ Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak air} \times \text{volume silinder} \\ &= 169,44 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 0,90 \text{ kg} \end{aligned}$$

Perbandingan campuran untuk 1 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
3 kg	:	2,8 kg	:	6,12 kg	:	0,90 kg
1	:	0,93	:	2,04	:	0,3

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

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

Saringan	% tertahan	Berat Batu Pecah	Berat tertahan (kg)
1,5”	4	6,12	0,24
3/4”	42,06	6,12	2,58
3/8”	26,12	6,12	1,60
No. 4	27,82	6,12	1,70

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

Saringan	% tertahan	Berat Agregat Halus	Berat tertahan (kg)
3/8”	0	2,8	0
No. 4	7,17	2,8	0,21
No. 8	5,03	2,8	0,14
No. 16	10,87	2,8	0,30
No. 30	24,84	2,8	0,69
No. 50	30,88	2,8	0,86
No. 100	16,95	2,8	0,48
Pan	4,27	2,8	0,12

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 24 benda uji, banyak bahan yang di butuhkan untuk 24 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.5 dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.6. Jumlah total agregat tiap saringan didapat dari hasil berat tertahan per saringan per benda uji dikalikan dengan jumlah total benda uji.

Tabel 4.5: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 24 benda uji.

Saringan	Berat tertahan (kg)	Jumlah benda uji	Jumlah total agregat (kg)
1,5"	0,24	24	5,76
3/4"	2,58	24	61,92
3/8"	1,60	24	38,4
No. 4	1,70	24	40,8
			146,88

Tabel 4.6: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 24 benda uji.

Saringan	Berat tertahan (kg)	Jumlah benda uji	Jumlah total agregat (kg)
3/8"	0	24	0
No. 4	0,21	24	5,04
No. 8	0,14	24	3,36
No. 16	0,30	24	7,20
No. 30	0,69	24	16,56
No. 50	0,86	24	20,64
No. 100	0,48	24	11,52
Pan	0,12	24	2,88
			67,20

Banyak semen yang digunakan untuk 24 benda uji:

$$\begin{aligned} &= \text{banyak semen untuk 1 benda uji} \times 24 \\ &= 3 \text{ kg} \times 24 \\ &= 72 \text{ kg} \end{aligned}$$

Banyak air yang digunakan untuk 24 benda uji:

$$\begin{aligned} &= \text{banyak air untuk 1 benda uji} \times 24 \\ &= 0,9 \times 24 = 21,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

Perbandingan campuran untuk 24 benda uji:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu Pecah} & : & \text{Air} \\ 72 \text{ kg} & : & 67,20 \text{ kg} & : & 146,88 \text{ kg} & : & 21,6 \text{ kg} \end{array}$$

▼ Bahan Penganti (*Filler*)

Penggunaan bahan penambah berupa cangkang kerang kepah lolos saringan no. 100 dengan variasi dosis 10% dan 20% dari jumlah berat semen.

- Cangkang kerang kepah yang dibutuhkan sebanyak 10% untuk 24 benda uji.

$$\begin{aligned} &= \frac{10}{100} \times \text{Berat semen} \\ &= \frac{10}{100} \times 72 \text{ kg} \\ &= 7,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Cangkang kerang kepah yang dibutuhkan sebanyak 20% untuk 24 benda uji.

$$\begin{aligned} &= \frac{20}{100} \times \text{Berat semen} \\ &= \frac{20}{100} \times 72 \text{ kg} \\ &= 14,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 4.7: Banyak cangkang kerang kepah yang tertahan saringan nomor 100 yang dibutuhkan untuk 24 benda uji.

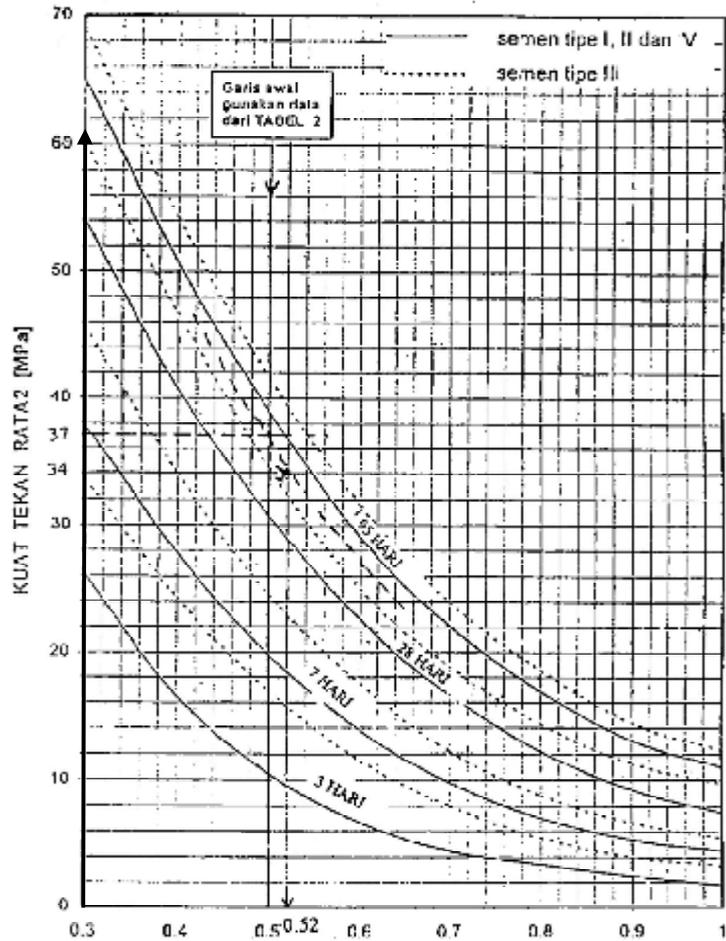
Penggunaan Bahan Tambah	Berat Cangkang Kerang Kepah (kg)
10%	7,2
20%	14,4

Berdasarkan Tabel 4.7 menjelaskan jumlah penggunaan cangkang kerang kepah yang tertahan pada saringan nomor 100 yang digunakan sebagai bahan tambah sebanyak 10% yaitu seberat 7,2 kg, untuk bahan tambah yang digunakan sebanyak 20% yaitu seberat 14,4 kg.

4.1.2 Metode Pengerjaan Mix Design

Penjelasan pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tetapkan faktor air semen yang sudah di rencanakan
2. Faktor air semen yang sudah direncanakan = 0,3. Tarik garis keatas menuju zona 28 hari. lalu tarik garis ke kiri yang menunjukkan kuat tekan rata-rata, maka didapat kuat tekan rata – rata = 61 Mpa. Seperti pada Gambar 4.1.
3. Menentukan Nilai Margin 12 MPa Berdasarkan Tabel 2.9.
4. Penghitung nilai tambah margin (m) 5,6 MPa berdasarkan buku Tri Mulyono.
5. Menentukan kuat tekan yang direncanakan ($61 - 12 - 5,6 = 43,4$ MPa).
6. Jenis Semen yang digunakan adalah Tipe I. PPC
7. Jenis agregat diketahui:
 - Agregat halus alami = Pasir
 - Agregat kasar = Batu Pecah
8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0,60 (Tabel 2.7). Dalam faktor air semen yang direncanakan tidak sama dengan faktor air semen maksimum yang ditetapkan.
9. Slump ditetapkan setinggi 30 – 60 mm
10. Ukuran agregat maksimum: Ditetapkan $37,5 \text{ mm} \approx 40 \text{ mm}$.



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

11. Untuk mendapatkan kadar air bebas, periksalah Tabel 2.10 yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah. Untuk agregat gabungan yang berupa campuran antara pasir alami dan kerikil / batu pecah maka kadar air bebas harus diperhitungkan 160 kg/m^3 untuk agregat halus dan 190 kg/m^3 untuk agregat kasar/ kalau nilai slump 30-60 mm dan baris ukuran agregat maksimum 40 mm baris ini yang dipakai sebagai pendekatan, karena dalam tabel belum ada baris ukuran agregat maksimum 40 mm. Maka memakai persamaan:

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

dengan:

W_h = adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus dan

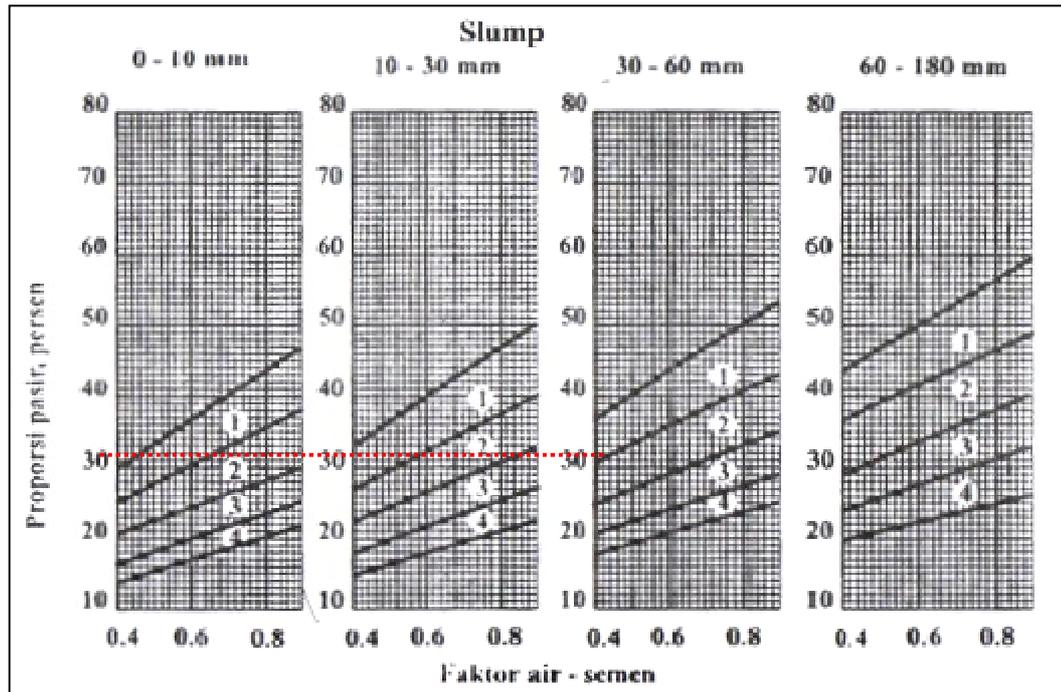
W_k = adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

Dalam contoh ini dipakai agregat halus berupa pasir alami dan agregat kasar berupabatu pecah / kerikil, maka jumlah kadar air yang diperlukan:

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

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

12. Jumlah semen, yaitu: $170 : 0,3 = 566,67 \text{ kg/m}^3$.
13. Nilai jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 (Tabel 2,7), seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan butir 9 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 butir halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.1-2.4
17. Susunan besar butir agregat butir kasar ditetapkan pada gradasi batu pecah pada Gambar 2.6.
18. Persen agregat halus dari 4,75 mm ini dicari dalam Gambar 2.9 pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air semen 0,3. Bagi agregat halus / pasir yang termasuk daerah susunan No.2 diperoleh nilai 31 % . Seperti yang akan dijelaskan pada Gambar 4.2.

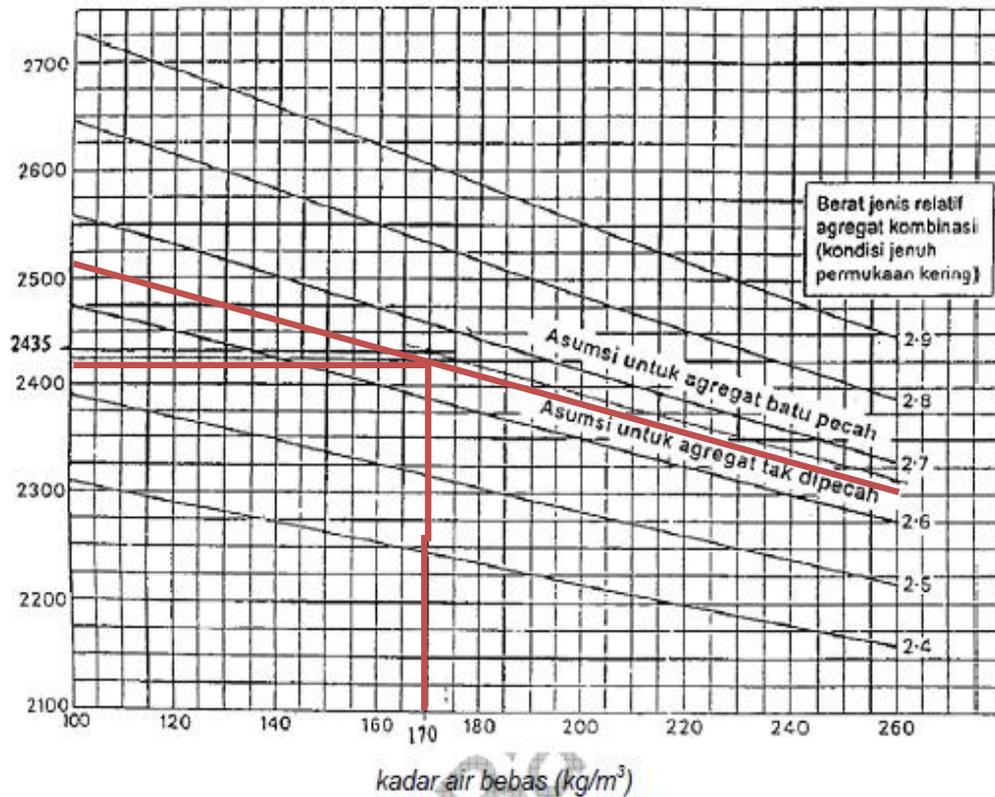


Gambar 4.2: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834, 2000)

19. Berat jenis relatif agregat ini adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena agregat halus dalam ini merupakan gabungan pula 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:

$$- \text{BJ agregat gabungan} = (0,31 \times 2,52) + (0,69 \times 2,70) = 2,64$$

20. Berat isi beton diperoleh dengan cara menarik garis yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,64. Titik potong garis yang tegak lurus menunjukkan kadar air bebas, dalam hal ini 170 kg/m^3 ditarik sampai dengan nilai berat jenis beton yang didapat. Kemudian menarik lagi garis horizontal sehingga nilai berat isi beton didapat. Dalam hal ini diperoleh angka $2412,5 \text{ kg/m}^3$. Yang dijelaskan seperti Gambar 4.3 dibawah ini:



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

21. Kadar air gabungan adalah berat jenis beton dikurang jumlah kadar semen dan kadar air, perhitungannya sebagai berikut:

$$2412,5 - 566,67 - 170 = 1675,83 \text{ kg/m}^3$$

22. Kadar agregat halus adalah persen agregat halus dikali kadar agregat gabungan, perhitungannya sebagai berikut:

$$0,31 \times 1675,83 = 519,51 \text{ kg/m}^3$$

23. Kadar agregat kasar adalah kadar agregat gabungan dikurangkan ar agregat halus, perhitungannya sebagai berikut:

$$1675,83 - 519,51 = 1156,32 \text{ kg/m}^3$$

24. Proporsi campurandari langkah no. 1 hingga no. 23 kita dapatkan susunan campuran beton teoritis untuk tiap m^3 sebagai berikut:

– Semen = 566,67 kg/m^3

– Agregat halus = 519,51 kg/m^3

- Agregat kasar = 1156,32 kg/m³
- Air = 170 kg/m³

25. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis tersebut perlu dibetulkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai, perhitungannya sebagai berikut:

- Agregat kasar

$$D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} = 1156,32 + (0,55 - 0,735) \times \frac{1156,32}{100}$$

$$= 1154,2 \text{ kg/m}^3$$

- Agregat halus

$$C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} = 519,51 + (2,25 - 1,73) \times \frac{519,51}{100}$$

$$= 522,21 \text{ kg/m}^3$$

- Air

$$B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} = 170 - (2,25 - 1,73) \times \frac{519,5}{100} -$$

$$(0,55 - 0,735) \times \frac{1156,32}{100}$$

$$= 169,44 \text{ kg/m}^3$$

Maka didapat total untuk:

- Semen = 566,67 kg/m³
- Agregat halus = 522,21 kg/m³
- Agregat kasar = 1154,2 kg/m³
- Air = 169,44 kg/m³

4.2 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

4.2.1. Data-Data Campuran Beton

Dalam hal ini penulis ingin menganalisis dari data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung, sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Dari hasil percobaan pemeriksaan dasar yang telah dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), didapati data-data yang terdapat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Data-data pemeriksaan dasar.

Jenis Data	Nilai
Berat jenis agregat kasar	2,70 gram/cm ³
Berat jenis agregat halus	2,52 gram/cm ³
Kadar lumpur agregat kasar	0,63%
Kadar lumpur agregat halus	4,6%
Absorpsi agregat kasar	0,735%
Absorpsi agregat halus	1,73%
Berat isi agregat kasar	1,633 gram/cm ³
Berat isi agregat halus	1,332 gram/cm ³
FM agregat kasar	7,22
FM agregat halus	2,65
Kadar air agregat kasar	0,55%
Kadar air agregat halus	2,25%
Keausan agregat	22,3%
Nilai slump rencana	30–60 mm
Ukuran agregat max	40 mm

Maka, dari data-data diatas kami membuat perencanaan campuran beton (*Mix Design*) yang terlampir pada Tabel 4.9 berdasarkan SNI 03-2834 (2000). Setelah menganalisa, maka didapat proporsi untuk nilai perbandingan campuran beton per m³ sebesar:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
425 kg	:	602,89 kg	:	1215,48 kg	:	169,13 kg
1	:	1,42	:	2,86	:	0,4

Tabel 4.9: Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-2834, 2000).

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000			
No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan	Nilai
1.	Faktor air semen bebas	Ditetapkan	0,4
2.	Kekuatan rata – rata yang ditargetkan	-	49 Mpa
3.	Deviasi standart	-	12 Mpa
4.	Nilai tambah (margin)	-	5,6 Mpa
5.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	2-3-4	31,4 Mpa
6.	Jenis semen		Type 1
7.	Jenis agregat: - Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Binjai Pasir alami Binjai
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,6
9.	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11.	Kadar air bebas	Tabel 2.9	170 kg/ m ³
12.	Jumlah semen	11:1	425 kg/ m ³
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	425 kg/ m ³
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/ m ³
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	Item 1	0,4
16.	Susunan besar agregat halus	Gambar 3.1	Daerah Gradasi zona 2
17.	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.2	Gradasi Maksimum 40mm

Table 4.9: *Lanjutan.*

No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan		Nilai	
18.	Persen agregat halus	Gambar 2.11		33%	
19.	Berat jenis relative agregat (jenuh kering permukaan)	Tabel		2,64	
20.	Berat isi beton	Gambar 2.12		2412,5 kg/ m ³	
21.	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1817,5 kg/ m ³	
22.	Kadar agregat halus	18 x 21		599,77 kg/ m ³	
23.	Kadar agregat kasar	21-22		1217,73 kg/ m ³	
	Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg atau lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
24.	- Tiap m ³	425	170	599,77	1217,73
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,33	1,08	2,26
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,73	0,9	2,97	6,17
25.	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	425	169,13	602,89	1215,48
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,4	1,42	2,86
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,25	0,90	2,86	6,44

▼ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

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

Maka :

◆ Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}&= \text{banyak semen} \times \text{volume silinder} \\ &= 425 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 2,25 \text{ kg}\end{aligned}$$

◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}&= \text{banyak pasir} \times \text{volume silinder} \\ &= 602,89 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 3,2 \text{ kg}\end{aligned}$$

◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}&= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume silinder} \\ &= 1215,48 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 6,44 \text{ kg}\end{aligned}$$

◆ Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}&= \text{banyak air} \times \text{volume silinder} \\ &= 169,13 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 0,90 \text{ kg}\end{aligned}$$

Perbandingan campuran untuk 1 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
2,25 kg	:	3,2 kg	:	6,44 kg	:	0,90 kg
1	:	1,42	:	2,86	:	0,4

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing–masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.10, sedangkan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.11. Nilai total berat tertahan didapat dari % berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang didapat dari perbandingan.

Tabel 4.10: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Saringan	% tertahan	Berat Batu Pecah	Berat tertahan (kg)
1,5”	4	6,44	0,26
3/4”	42,06	6,44	2,71
3/8”	26,12	6,44	1,68
No. 4	27,82	6,44	1,79

Tabel 4.11: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Saringan	% tertahan	Berat Agregat Halus	Berat tertahan (kg)
3/8”	0	3,2	0
No. 4	7,17	3,2	0,23
No. 8	5,03	3,2	0,16
No. 16	10,87	3,2	0,35
No. 30	24,84	3,2	0,79
No. 50	30,88	3,2	0,99
No. 100	16,95	3,2	0,54
Pan	4,27	3,2	0,14

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 24 benda uji, banyak bahan yang di butuhkan untuk 24 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.12, dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.13. Jumlah total agregat tiap saringan didapat dari hasil berat tertahan per saringan per benda uji dikalikan dengan jumlah total benda uji.

Tabel 4.12: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 24 benda uji.

Saringan	Berat tertahan (kg)	Jumlah benda uji	Jumlah total agregat (kg)
1,5''	0,26	24	6,24
3/4''	2,71	24	65,04
3/8''	1,68	24	40,32
No. 4	1,79	24	42,96
			154,56

Tabel 4.13: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 24 benda uji.

Saringan	Berat tertahan (kg)	Jumlah benda uji	Jumlah total agregat (kg)
3/8''	0	24	0
No. 4	0,23	24	5,52
No. 8	0,16	24	3,84
No. 16	0,35	24	8,4
No. 30	0,79	24	18,96
No. 50	0,99	24	23,76
No. 100	0,54	24	12,96
Pan	0,14	24	3,36
			76,8

Banyak semen yang digunakan untuk 24 benda uji:

$$= \text{banyak semen untuk 1 benda uji} \times 24$$

$$= 2,25 \text{ kg} \times 24$$

$$= 54 \text{ kg}$$

Banyak air yang digunakan untuk 24 benda uji:

$$= \text{banyak air untuk 1 benda uji} \times 24$$

$$= 0,9 \times 24 = 21,6 \text{ kg}$$

Perbandingan campuran untuk 24 benda uji:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu Pecah} & : & \text{Air} \\ 54 \text{ kg} & : & 76,8 \text{ kg} & : & 154,56 \text{ kg} & : & 21,6 \text{ kg} \end{array}$$

✓ Bahan Penganti (*Filler*)

Penggunaan bahan penambah berupa cangkang kerang kepah lolos saringan no. 100 dengan variasi dosis 10% dan 20% dari jumlah berat semen.

- Cangkang kerang kepah yang dibutuhkan sebanyak 10% untuk 24 benda uji.

$$= \frac{10}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$= \frac{10}{100} \times 54 \text{ kg}$$

$$= 5,4 \text{ kg}$$

- Cangkang kerang kepah yang dibutuhkan sebanyak 20% untuk 24 benda uji.

$$= \frac{20}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$= \frac{20}{100} \times 54 \text{ kg}$$

$$= 10,8 \text{ kg}$$

Tabel 4.14: Banyak cangkang kerang kepah yang tertahan saringan nomor 100 yang dibutuhkan untuk 24 benda uji.

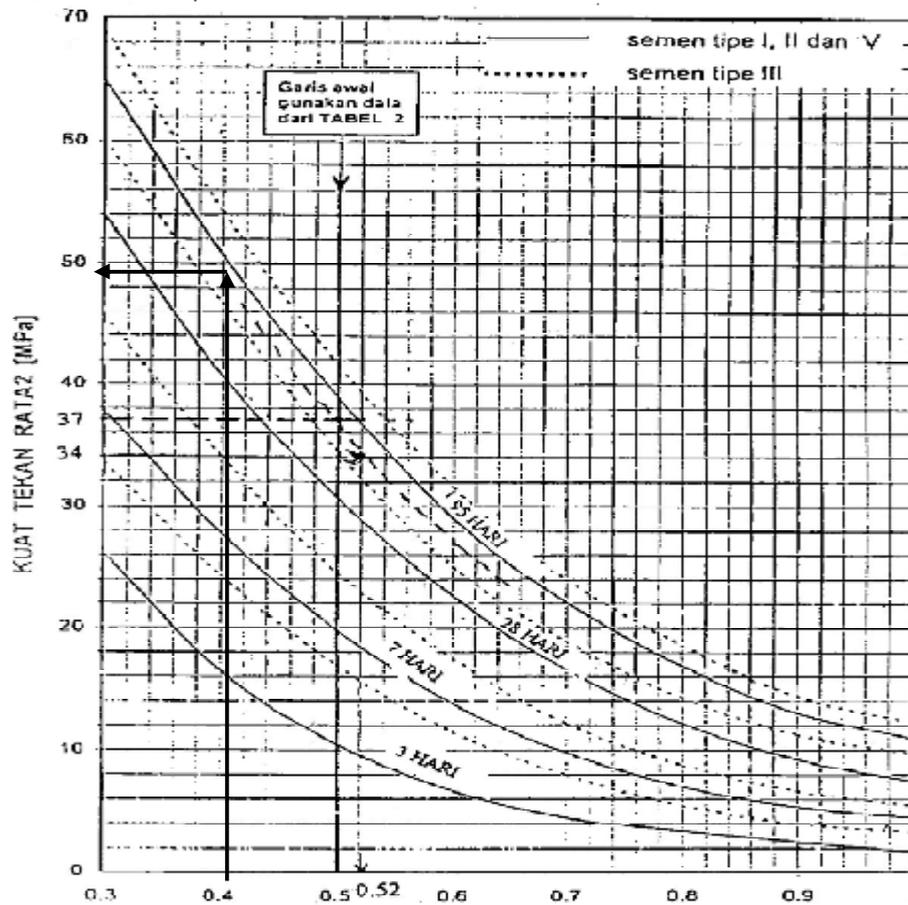
Penggunaan Bahan Tambah	Berat Cangkang Kerang Kepah (kg)
10%	5,4
20%	10,8

Berdasarkan Tabel 4.14 menjelaskan jumlah penggunaancangkang kerang kepah yang tertahan pada saringan nomor 100 yang digunakan sebagai bahan tambah sebanyak 10% yaitu seberat 5,4 kg, untuk bahan tambah yang digunakan sebanyak 20% yaitu seberat 10,8 kg.

4.2.2. Metode Pengerjaan Mix Design

Penjelasan pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tetapkan faktor air semen yang sudah di rencanakan
2. Faktor air semen yang sudah direncanakan = 0,4. Tarik garis keatas menuju zona 28 hari. lalu tarik garis kekiri yang menunjukkan kuat tekan rata-rata, maka didapat kuat tekan rata – rata = 49 Mpa. Seperti pada Gambar 4.4.
3. Menentukan Nilai Margin 12 MPa Berdasarkan Tabel 2.9
4. Penghitung nilai tambah margin (m) 5,6 MPa berdasarkan buku Tri Mulyono.
5. Menentukankuat tekan yang direncanakan ($49 - 12 - 5,6 = 31,4$ MPa).
6. Jenis Semen yang digunakan adalah Tipe I. PPC
7. Jenis agregat diketahui:
 - Agregat halus alami = Pasir
 - Agregat kasar = Batu Pecah
8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0,60 (Tabel 2.7). Dalam faktor air semen yang direncanakan tidak sama dengan faktor air semen maksimum yang ditetapkan.
9. Slump ditetapkan setinggi 30 – 60 mm.
10. Ukuran agregat maksimum: Ditetapkan $37,5 \text{ mm} \approx 40 \text{ mm}$



Gambar 4.4: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton (SNI 03-2834-2000).

11. Untuk mendapatkan kadar air bebas, periksalah Tabel 2.10 yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah. Untuk agregat gabungan yang berupa campuran antara pasir alami dan kerikil / batu pecah maka kadar air bebas harus diperhitungkan 160kg/m^3 , untuk agregat halus dan 190 kg/m^3 untuk agregat kasar/ kalau nilai slump 30-60 mm dan baris ukuran agregat maksimum 40 mmbaris ini yang dipakai sebagai pendekatan, karena dalam tabel belum ada baris ukuran agregat maksimum 40 mm. Maka memakai persamaan:

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

dengan:

W_h = adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus dan

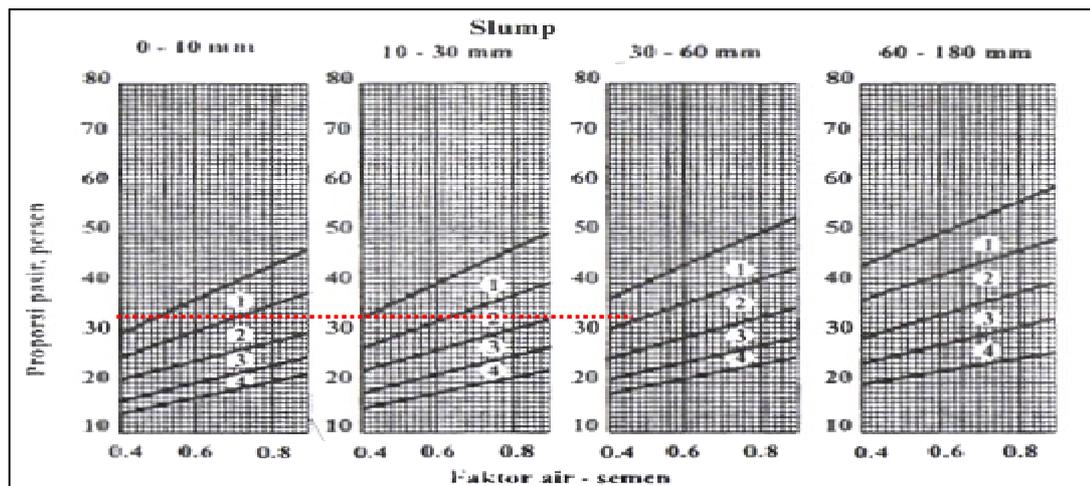
W_k = adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

Dalam contoh ini dipakai agregat halus berupa pasir alami dan agregat kasar berupabatu pecah / kerikil, maka jumlah kadar air yang diperlukan:

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

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

12. Jumlah semen, yaitu: $170 : 0,4 = 425 \text{ kg/m}^3$.
13. Nilai jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 (Tabel 2,7), seandainya kadarsemen yang diperoleh dari perhitungan butir 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 butir halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.1-2.4
17. Susunan besar butir agregat butir kasar ditetapkan pada gradasi batu pecah pada Gambar 2.6
18. Persen agregat halus dari 4,75 mm ini dicari dalam Gambar 2.9 pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor airsemen 0,4. Bagi agregat halus / pasir yang termasuk daerah susunan No.2 diperoleh nilai 33 %. Seperti yang akan dijelaskan pada Gambar 4.5.

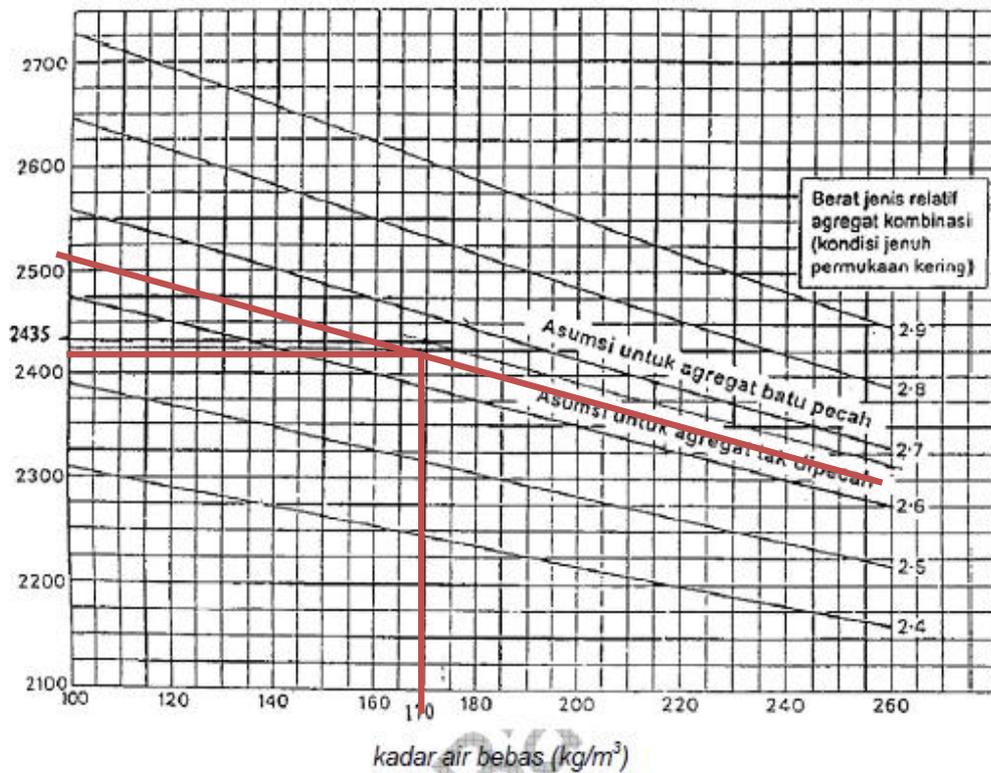


Gambar 4.5: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834, 2000)

19. Berat jenis relatif agregat ini adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena agregat halus dalam ini merupakan gabungan pula 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:

$$- \text{BJ agregat gabungan} = (0,33 \times 2,52) + (0,67 \times 2,70) = 2,64$$

20. Berat isi beton diperoleh dengan cara menarik garis yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,64. Titik potong garis yang tegak lurus menunjukkan kadar air bebas, dalam hal ini 170 kg/m^3 ditarik sampai dengan nilai berat jenis beton yang didapat. Kemudian menarik lagi garis horizontal sehingga nilai berat isi beton didapat. Dalam hal ini diperoleh angka $2412,5 \text{ kg/m}^3$. Yang dijelaskan seperti Gambar 4.6.



Gambar 4.6: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton (SNI 03-2834, 2000)

21. Kadar air gabungan adalah berat jenis beton dikurang jumlah kadar semen dan kadar air, perhitungannya sebagai berikut:

$$2412,5 - 425 - 170 = 1817,5 \text{ kg/m}^3$$

22. Kadar agregat halus adalah persen agregat halus dikali kadar agregat gabungan, perhitungannya sebagai berikut:

$$0,33 \times 1817,5 = 599,77 \text{ kg/m}^3$$

23. Kadar agregat kasar adalah kadar agregat gabungan dikurangkan agregat halus, perhitungannya sebagai berikut:

$$1817,5 - 599,77 = 1217,73 \text{ kg/m}^3$$

24. Proporsi campuran dari langkah no. 1 hingga no. 23 kita dapatkan susunan campuran beton teoritis untuk tiap m^3 sebagai berikut:

– Semen = $566,67 \text{ kg/m}^3$

– Agregat halus = $599,71 \text{ kg/m}^3$

– Agregat kasar = $1217,73 \text{ kg/m}^3$

– Air = 170 kg/m^3

25. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis tersebut perlu dibetulkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai, perhitungannya sebagai berikut:

- Agregat kasar

$$D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} = 1217,73 + (0,55 - 0,735) \times \frac{1217,73}{100}$$

$$= 1215,48 \text{ kg/m}^3$$

- Agregat halus

$$C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} = 599,77 + (2,25 - 1,73) \times \frac{599,77}{100}$$

$$= 602,89 \text{ kg/m}^3$$

- Air

$$B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} = 170 - (2,25 - 1,73) \times \frac{599,77}{100} -$$

$$(0,55 - 0,735) \times \frac{1217,73}{100}$$

$$= 169,13 \text{ kg/m}^3$$

Maka didapat total untuk:

- Semen = 425 kg/m³
- Agregat halus = 602,89 kg/m³
- Agregat kasar = 1215,48 kg/m³
- Air = 169,13 kg/m³

4.3 Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, jumlah benda uji yang di buat sebanyak 40 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

1. Pengadukan beton

Pengadukan beton dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk (mixer). Mula-mula kira-kira 1/3 dari jumlah air yang ditetapkan dimasukkan kedalam bejana pengaduk/mesin molen, lalu di masukan agregat halus dari nomer sarigan paling kecil hingga yang paling besar, lalu di masukan agregat kasar dari 1,5", 3/4", 3/8", dan no. 4, lalu semen, lalu dimasukan kembali air sebanyak 2/3 dari jumlah air yang di tetapkan dibiarkan bahan-bahan tersebut ini terlihat menyatu terlebih dahulu kemudian, setelah adukan rata, kemudian sisa air yang belum dimasukkan kedalam bejana dimasukkan ke bejana. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan tampak campuran homogen dan sudah tampak kelecakan yang cukup. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

2. Pencetakan

Sebelum beton di masukan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran *slump test*. Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah di sediakan, masukan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sendok aduk, sekop. Setiap pengambilan campuran dari pan harus dapat mewakili keseluruhan dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu di lakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk dengan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk

2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul-pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet sebanyak 10 sampai 15 kali agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 24 ± 4 jam dan tidak lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

3. Pemeliharaan beton

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

4. Pembuatan kaping (*capping*)

Pekerjaan ini dilakukan bertujuan untuk memberi lapisan perata pada permukaan tekan benda uji silinder beton sebelum dilakukan uji tekan.

4.4 *Slump Test*

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

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar adalah dengan pengujian *Slump*, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.15 hingga 4.17. 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 48 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 4.15: Hasil Pengujian Nilai *Slump* Beton Normal.

		Beton Normal FAS 0,3		Beton Normal FAS 0,4	
		Hari		Hari	
Slump (cm)	Benda Uji	14	28	14	28
	I	4	4	3,8	3,8
	II	4	4	3,8	3,8
	III	3,8	3,8	4	4
	IV	3,8	3,8	4	4

Tabel 4.16: Hasil Pengujian Nilai *Slump* Beton Campuran 10% CKK.

		Beton Normal FAS 0,3 + CKK 10%		Beton Normal FAS 0,4 + CKK 10%	
		Hari		Hari	
Slump (cm)	Benda Uji	14	28	14	28
	I	3,8	3,6	3,8	4
	II	3,8	3,6	3,8	4
	III	3,6	3,8	4	3,8
	IV	3,6	3,8	4	3,8

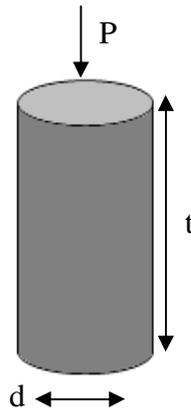
Tabel 4.17: Hasil Pengujian Nilai *Slump* Beton Campuran 20% CKK.

		Beton Normal FAS 0,3 + CKK 20%		Beton Normal FAS 0,4 + CKK 20%	
		Hari		Hari	
Slump (cm)	Benda Uji	14	28	14	28
	I	4	3,8	3,8	3,8
	II	4	3,8	3,8	3,8
	III	3,8	4	4	4
	IV	3,8	4	4	4

Berdasarkan Tabel 4.15 hingga Tabel 4.17 menjelaskan hasil slump test beton normal, beton campuran 10% CKK, beton campuran 20% CKK sebesar 3,6 cm sampai 4 cm.

4.5. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 2500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm seperti pada Gambar 4.7 dan jumlah benda uji 48 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.7: Beban tekan pada benda uji silinder

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

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

4.5.1. 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 4.18 dan Tabel 4.19.

Tabel 4.18: Hasil pengujian kuat tekan beton normal degan FAS 0,3.

Benda Uji	<i>Filler</i> pada beton	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71\text{cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83$ (MPa)	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 28 hari				
I	-	79500	54.20	54,71
II	-	76500	52.16	
III	-	84000	57.27	
IV	-	81000	55.23	
Benda Uji	<i>Filler</i> pada beton	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71\text{cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83/0,88$ (MPa)	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 14 hari				
I	-	70500	54.62	55,78
II	-	69000	53.46	
III	-	75000	58.11	
IV	-	73500	56.95	

Tabel 4.19: Hasil pengujian kuat tekan beton normal degan FAS 0,4.

Benda Uji	<i>Filler</i> pada beton	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71\text{cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83$ (MPa)	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 28 hari				
I	-	63000	42.95	41,68
II	-	64500	43.98	
III	-	57000	38.86	
IV	-	60000	40.91	

Tabel 4.19: *Lanjutan.*

Benda Uji	Filler pada beton	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83/0,88$ (MPa)	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 14 hari				
I	-	60000	46.49	44,74
II	-	63000	48.81	
III	-	52500	40.68	
IV	-	55500	43.00	

Berdasarkan hasil kuat tekan beton normal, didapat nilai kuat tekan beton penggunaan FAS 0,3 pada umur 28 hari adalah 54,71 Mpa. Sedangkan pada umur 14 hari adalah 55,78 Mpa. Dan pada nilai kuat tekan beton penggunaan FAS 0,4 pada umur 28 hari adalah 41,68. Sedangkan pada umur 14 hari adalah 44,74 Mpa. Penelitian beton normal ini memenuhi persyaratan karena nilai kuat tekan beton umur 28 hari yang dihasilkan melebihi dari nilai kuat tekan rencana untuk FAS 0,3 sebesar 43,3 Mpa dan FAS 0,4 sebesar 31,3 Mpa.

4.5.2. Kuat Tekan Beton Campuran Cangkang Kerang Kepah 10%

Pengujian beton campuran cangkang kerang kepah 10% sebagai bahan tambah pengganti semen dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan menggunakan dua faktor air semen yang berbeda, yaitu FAS 0,3 dan FAS 0,4. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran cangkang kerang kepah 10% dapat dilihat pada Tabel 4.20 dan table 4.21. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan beton penggunaan FAS 0,3 pada umur 28 hari adalah 61,11 Mpa. Sedangkan pada umur 14 hari adalah 62,47 Mpa. Dan pada nilai kuat tekan beton penggunaan FAS 0,4 pada umur 28 hari adalah 47,81. Sedangkan pada umur 14 hari adalah 51,14 Mpa. Penelitian beton normal ini memenuhi persyaratan karena nilai kuat tekan beton umur 28 hari yang dihasilkan melebihi dari nilai kuat tekan rencana untuk FAS 0,3 sebesar 43,3 Mpa dan FAS 0,4 sebesar 31,3 Mpa.

Tabel 4.20: Hasil pengujian kuat tekan beton normal degan FAS 0,3.

Benda Uji	<i>Filler</i> pada beton	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71\text{cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83$ (MPa)	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 28 hari				
I	-	93000	63.41	61,11
II	-	90000	61.36	
III	-	87000	59.32	
IV	-	88500	60.34	
Benda Uji	<i>Filler</i> pada beton	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71\text{cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83/0,88$ (MPa)	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 14 hari				
I	-	79500	61.59	62,47
II	-	76500	59.27	
III	-	82500	63.92	
IV	-	84000	65.08	

Tabel 4.21: Hasil pengujian kuat tekan beton normal degan FAS 0,4.

Benda Uji	<i>Filler</i> pada beton	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71\text{cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83$ (MPa)	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 28 hari				
I	-	67500	46.02	47,81
II	-	69000	47.04	
III	-	73500	50.11	
IV	-	70500	48.07	

Tabel 4.21: *Lanjutan.*

Benda Uji	Filler pada beton	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83/0,88$ (MPa)	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 14 hari				
I	-	69000	53.46	51,14
II	-	58500	45.32	
III	-	73500	56.95	
IV	-	63000	48.81	

4.5.3. Kuat Tekan Beton Campuran Cangkang Kerang Kepah 20%.

Pengujian beton campuran cangkang kerang kepah 20% sebagai bahan tambah pengganti semen dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan menggunakan dua faktor air semen yang berbeda, yaitu FAS 0,3 dan FAS 0,4. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran cangkang kerang kepah 10% dapat dilihat pada Tabel 4.22 dan Tabel 4.23.

Tabel 4.22: Hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan FAS 0,3.

Benda Uji	Filler pada beton	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 28 hari				
I	-	63000	42.95	42,19
II	-	66000	45.00	
III	-	58500	39.89	
IV	-	60000	40.91	

Tabel 4.22: Lanjutan.

Benda Uji	Filler pada beton	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83/0,88$ (MPa)	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 14 hari				
I	-	57000	44.16	43,29
II	-	58500	45.32	
III	-	52500	40.68	
IV	-	55500	43.00	

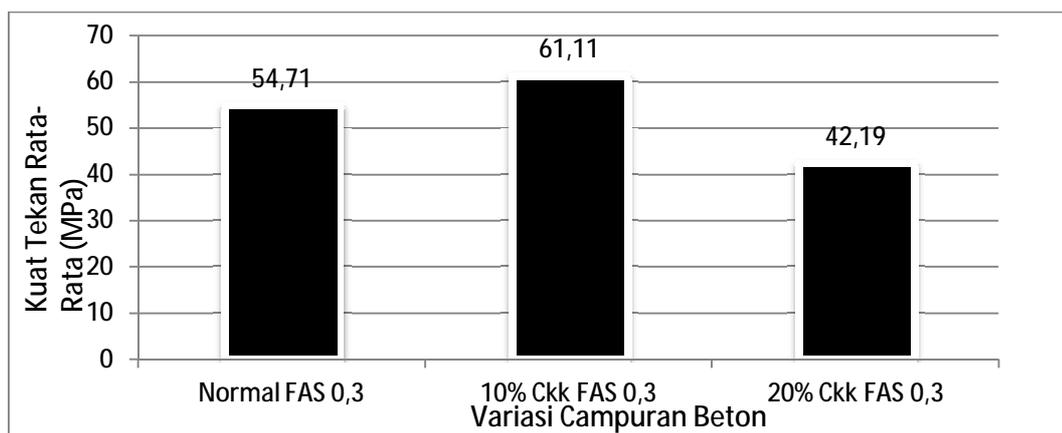
Tabel 4.23: Hasil pengujian kuat tekan beton normal degan FAS 0,4.

Benda Uji	Filler pada beton	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 28 hari				
I	-	40500	27.61	29,91
II	-	42000	28.64	
III	-	45000	30.68	
IV	-	48000	32.73	
Benda Uji	Filler pada beton	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83/0,88$ (MPa)	Rata-rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 14 hari				
I	-	36000	27.89	30,80
II	-	37500	29.05	
III	-	40500	31.38	
IV	-	45000	34.87	

Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan beton penggunaan FAS 0,3 pada umur 28 hari adalah 42,19 Mpa. Sedangkan pada umur 14 hari adalah 43,29 Mpa. Dan pada nilai kuat tekan beton penggunaan FAS 0,4 pada umur 28 hari adalah 29,91. Sedangkan pada umur 14 hari adalah 30,80 Mpa. Penelitian beton normal ini tidak memenuhi persyaratan karena nilai kuat tekan beton umur 28 hari yang dihasilkan kurang dari nilai kuat tekan rencana untuk FAS 0,3 sebesar 43,3 Mpa dan FAS 0,4 sebesar 31,3 Mpa.

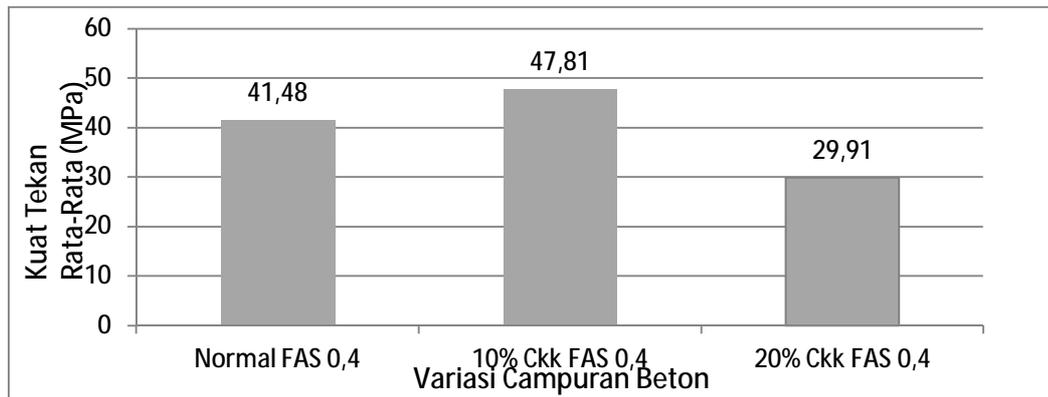
4.6. Pembahasan

Dari data-data kuat tekan beton yang sudah diperoleh pada tabel 4.18 sampai dengan tabel 4.13 dapat dibuat menjadi grafik perbandingan kuat tekan beton rata-rata. Dan dapat di lihat pada gambar 4.8 sampai dengan gambar 4.13.



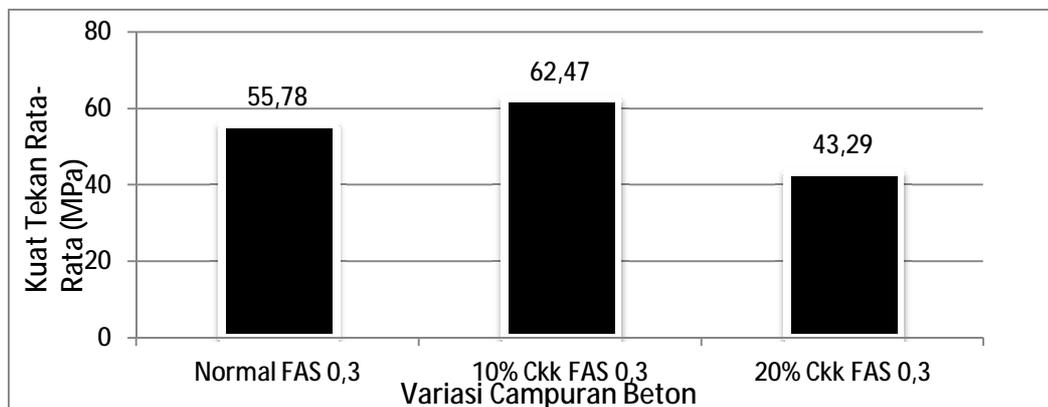
Gambar 4.8: Grafik kuat tekan rata-rata umur 28 hari dengan FAS 0,3.

Dari hasil Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton paling optimum terdapat pada variasi cangkang kerang kepah sebesar 10%, yang memiliki nilai kuat tekan beton mencapai 61,11 MPa. Nilai tersebut lebih tinggi dari nilai kuat tekan beton rencana sebesar 43,3 MPa dan juga lebih tinggi dari nilai kuat tekan beton normal sebesar 54,71 Mpa, sehingga variasi cangkang kerang kepah sebesar 10% sangat di anjurkan untuk pembuatan beton mutu tinggi. Tetapi pada variasi cangkang kerang kepah sebesar 20% mengalami penurunan nilai kuat tekan yang signifikan yaitu sebesar 42,19 MPa, nilai tersebut di bawah nilai kuat tekan beton normal.



Gambar 4.9: Grafik kuat tekan rata-rata umur 28 hari dengan FAS 0,4.

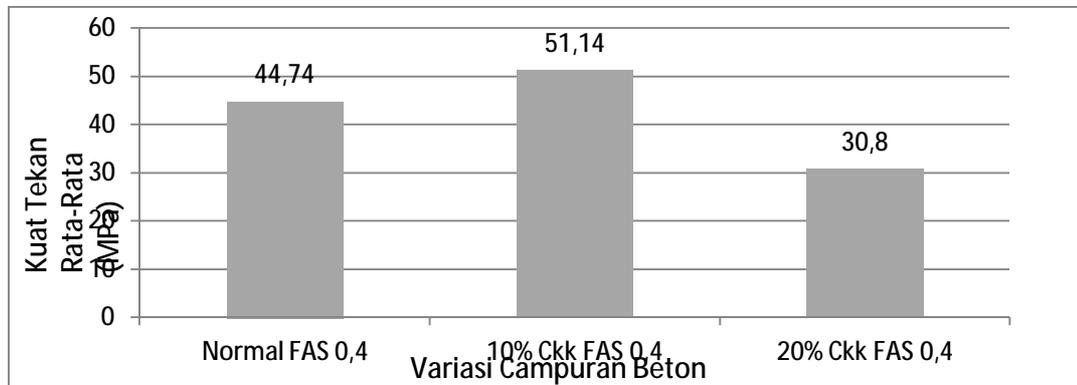
Dari hasil Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton paling optimum terdapat pada variasi cangkang kerang kepah sebesar 10%, yang memiliki nilai kuat tekan beton mencapai 47,81 MPa. Nilai tersebut lebih tinggi dari nilai kuat tekan beton rencana sebesar 31,3 MPa dan juga lebih tinggi dari nilai kuat tekan beton normal sebesar 41,68 MPa. Tetapi pada variasi cangkang kerang kepah sebesar 20% mengalami penurunan nilai kuat tekan yang signifikan yaitu sebesar 29,91 MPa, nilai tersebut di bawah nilai kuat tekan beton normal.



Gambar 4.10: Grafik kuat tekan rata-rata umur 14 hari dengan FAS 0,3.

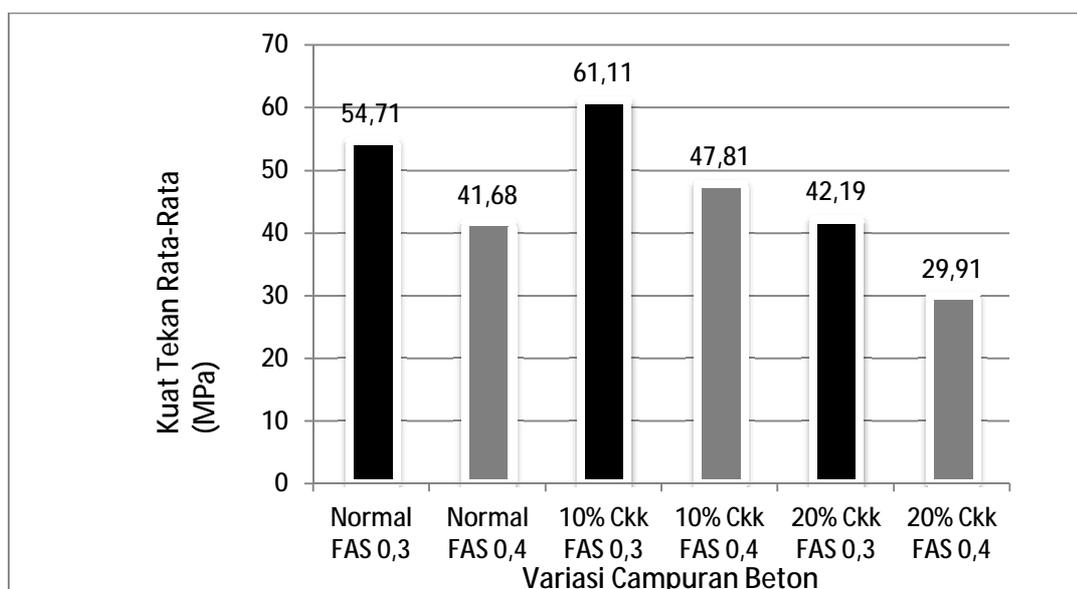
Dari hasil Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton paling optimum terdapat pada variasi cangkang kerang kepah sebesar 10%, yang memiliki nilai kuat tekan beton mencapai 62,47 MPa. Nilai tersebut lebih tinggi

dari nilai kuat tekan beton rencana sebesar 43,3 MPa dan juga lebih tinggi dari nilai kuat tekan beton normal sebesar 55,78 Mpa.



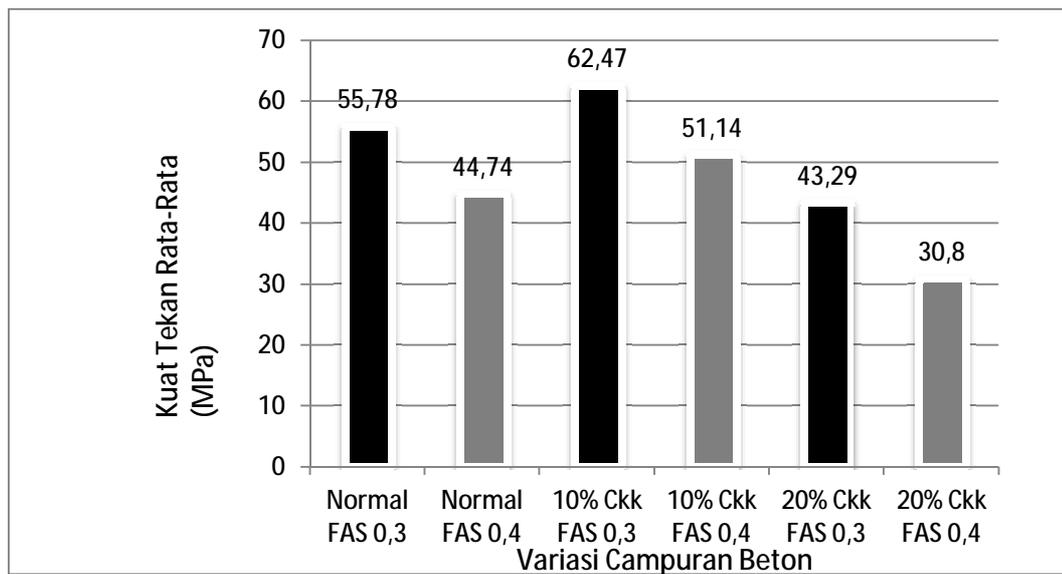
Gambar 4.11: Grafik kuat tekan rata-rata umur 14 hari dengan FAS 0,4.

Dari hasil Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton paling optimum terdapat pada variasi cangkang kerang kepah sebesar 10%, yang memiliki nilai kuat tekan beton mencapai 51,14 MPa. Nilai tersebut lebih tinggi dari nilai kuat tekan beton rencana sebesar 31,3 MPa dan juga lebih tinggi dari nilai kuat tekan beton normal sebesar 44,74 Mpa.



Gambar 4.12: Grafik perbandingan kuat tekan rata-rata umur 28 hari dengan FAS 0,3 dan FAS 0,4.

Pada Gambar 4.12 bahwa dapat dilihat perbandingan kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari, dimana nilai kuat tekan beton penggunaan FAS 0,3 selalu lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan FAS 0,4 baik itu di beton normal, variasi cangkang kerang kepah 10% dan 20%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan faktor air semen 0,3 memiliki nilai kuat tekan beton yang lebih tinggi dari penggunaan faktor air semen 0,4.



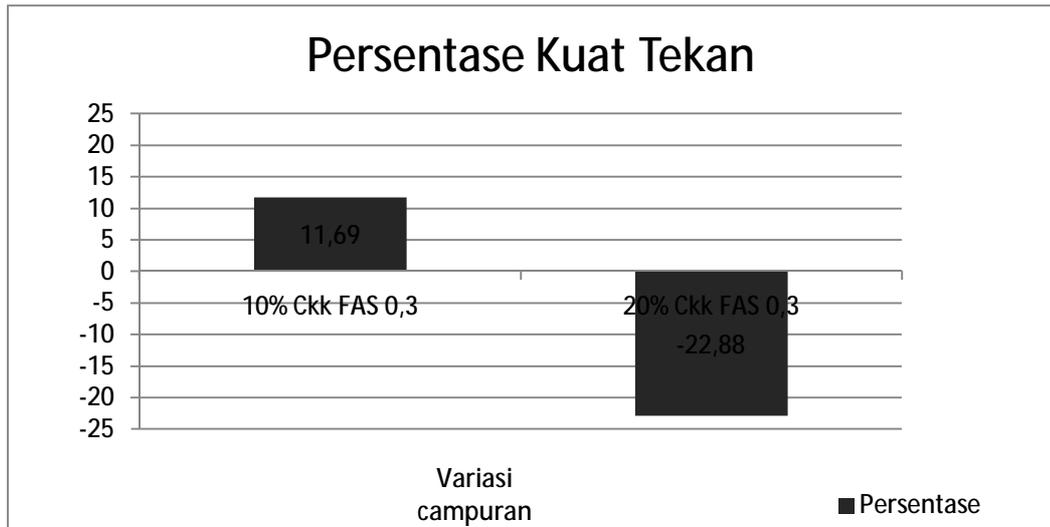
Gambar 4.13: Grafik perbandingan kuat tekan rata-rata umur 14 hari dengan FAS 0,3 dan FAS 0,4.

Pada Gambar 4.13 bahwa dapat dilihat perbandingan kuat tekan rata-rata pada umur 14 hari, dimana nilai kuat tekan beton penggunaan FAS 0,3 selalu lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan FAS 0,4 baik itu di beton normal, variasi cangkang kerang kepah 10% dan 20%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan faktor air semen 0,3 memiliki nilai kuat tekan beton yang lebih tinggi dari penggunaan faktor air semen 0,4.

Bila dibandingkan kuat tekan akhir beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah pengganti semen, maka dapat kita lihat adanya peningkatan nilai kuat tekan pada beton yang menggunakan bahan aditif dan bahan penambah. Persentase peningkatannya dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

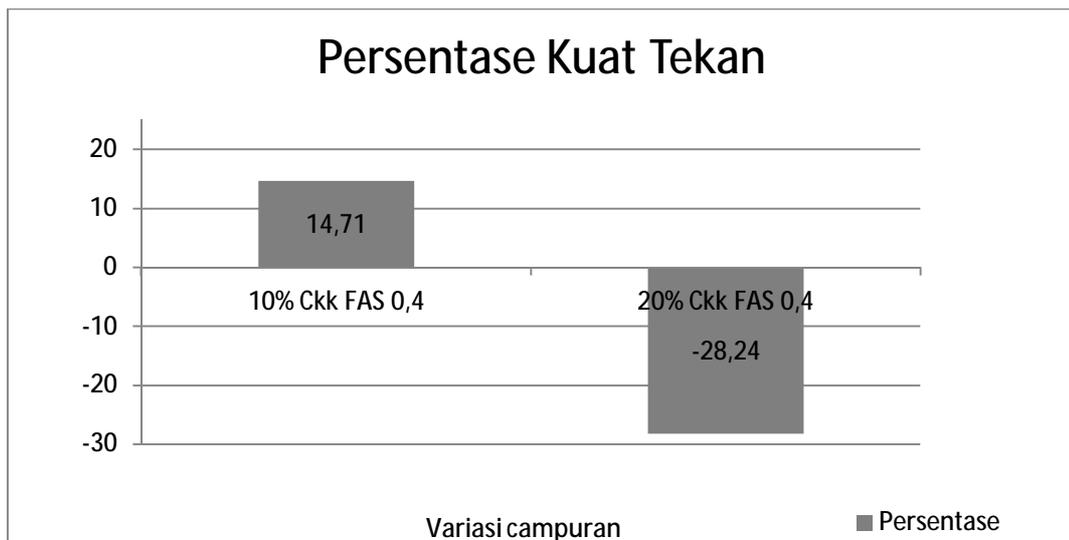
- Penambahan *Cangkang Kerang Kepah 10%* Pada FAS 0,3
 Besar nilai peningkatan (umur 28 hari) = $\frac{61,11 - 54,71}{54,71} \times 100\% = 11,69\%$
- Penambahan *Cangkang Kerang Kepah 10%* Pada FAS 0,4
 Besar nilai peningkatan (umur 28 hari) = $\frac{47,81 - 41,68}{41,68} \times 100\% = 14,71\%$
- Penambahan *Cangkang Kerang Kepah 20%* Pada FAS 0,3
 Besar nilai peningkatan (umur 28 hari) = $\frac{42,19 - 54,71}{54,71} \times 100\% = -22,88\%$
- Penambahan *Cangkang Kerang Kepah 20%* Pada FAS 0,4
 Besar nilai peningkatan (umur 28 hari) = $\frac{29,91 - 41,68}{41,68} \times 100\% = -28,24\%$
- Penambahan *Cangkang Kerang Kepah 10%* Pada FAS 0,3
 Besar nilai peningkatan (umur 14 hari) = $\frac{62,47 - 55,78}{55,78} \times 100\% = 11,99\%$
- Penambahan *Cangkang Kerang Kepah 10%* Pada FAS 0,4
 Besar nilai peningkatan (umur 14 hari) = $\frac{51,14 - 44,74}{44,74} \times 100\% = 14,30\%$
- Penambahan *Cangkang Kerang Kepah 20%* Pada FAS 0,3
 Besar nilai peningkatan (umur 14 hari) = $\frac{43,29 - 55,78}{55,78} \times 100\% = -22,39\%$
- Penambahan *Cangkang Kerang Kepah 20%* Pada FAS 0,4
 Besar nilai peningkatan (umur 14 hari) = $\frac{30,80 - 44,74}{44,74} \times 100\% = -31,16\%$

Dari hasil data persentase yang didapat dari perhitungan nilai persentase penambahahan cangkang kerang kepah, maka dapat disimpulkan kedalam bentuk tabel grafik pada Gambar 4.14 – Gambar 4.18.



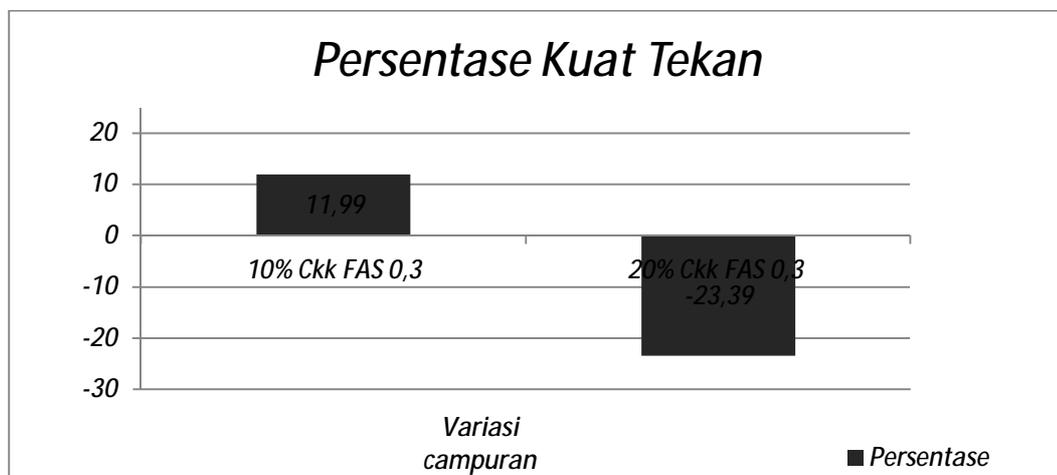
Gambar 4.14: Persentase kuat tekan beton 28 hari dengan FAS 0,3.

Dari hasil Gambar 4.14 dapat dilihat bahwa pada variasi campuran cangkang kerang kepah penggunaan FAS 0,3 yang paling optimal terjadi pada variasi 10% yang mengalami kenaikan persentase sebesar 11,69%, tetapi pada variasi campuran cangkang kerang kepah 20% mengalami penurunan sebesar -22,88%. Hal ini kemungkinan dapat terjadi akibat variasi cangkang kerang kepah 20% terlalu besar, sehingga kadar semen pada campuran beton mengalami penurunan dan kemampuan semen untuk mengikat semua campuran yang ada pada campuran beton tersebut menurun.



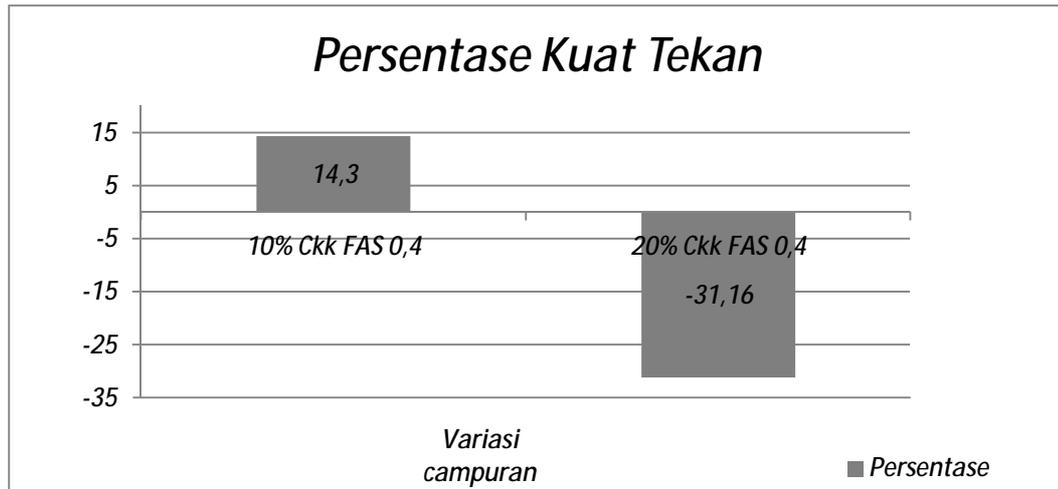
Gambar 4.15: Persentase kuat tekan beton 28 hari dengan FAS 0,4.

Dari hasil Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa pada variasi campuran cangkang kerang kepah penggunaan FAS 0,4 yang paling optimal terjadi pada variasi 10% yang mengalami kenaikan persentase sebesar 14,71%, tetapi pada variasi campuran cangkang kerang kepah 20% mengalami penurunan sebesar -28,24%. Hal ini kemungkinan dapat terjadi akibat variasi cangkang kerang kepah 20% terlalu besar, sehingga kadar semen pada campuran beton mengalami penurunan dan kemampuan semen untuk mengikat semua campuran yang ada pada campuran beton tersebut menurun.



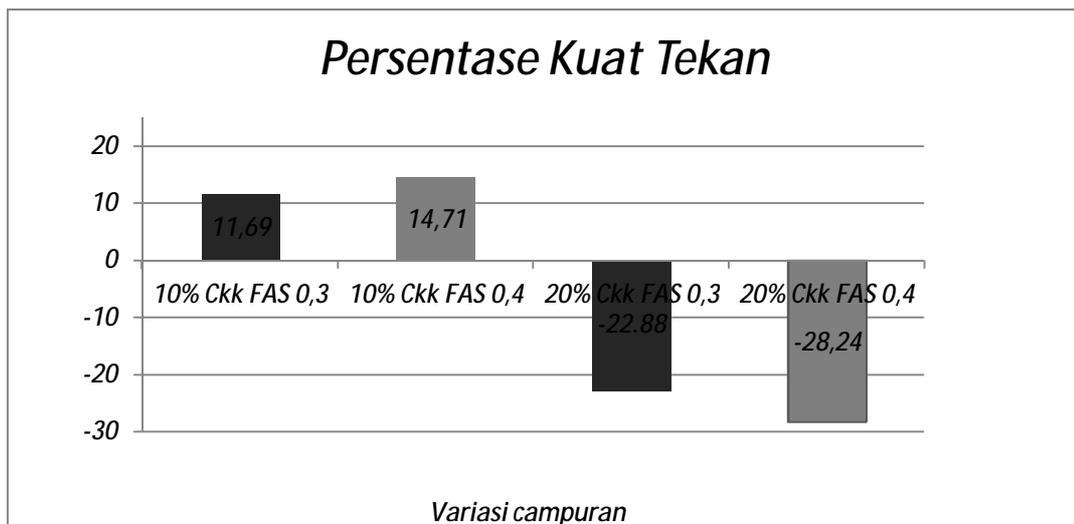
Gambar 4.16: Persentase kuat tekan beton 14 hari dengan FAS 0,3.

Dari hasil Gambar 4.16 dapat dilihat bahwa pada variasi campuran cangkang kerang kepah penggunaan FAS 0,3 yang paling optimal terjadi pada variasi 10% yang mengalami kenaikan persentase sebesar 11,99%, tetapi pada variasi campuran cangkang kerang kepah 20% mengalami penurunan sebesar -23,39%. Hal ini kemungkinan dapat terjadi akibat variasi cangkang kerang kepah 20% terlalu besar, sehingga kadar semen pada campuran beton mengalami penurunan dan kemampuan semen untuk mengikat semua campuran yang ada pada campuran beton tersebut menurun.



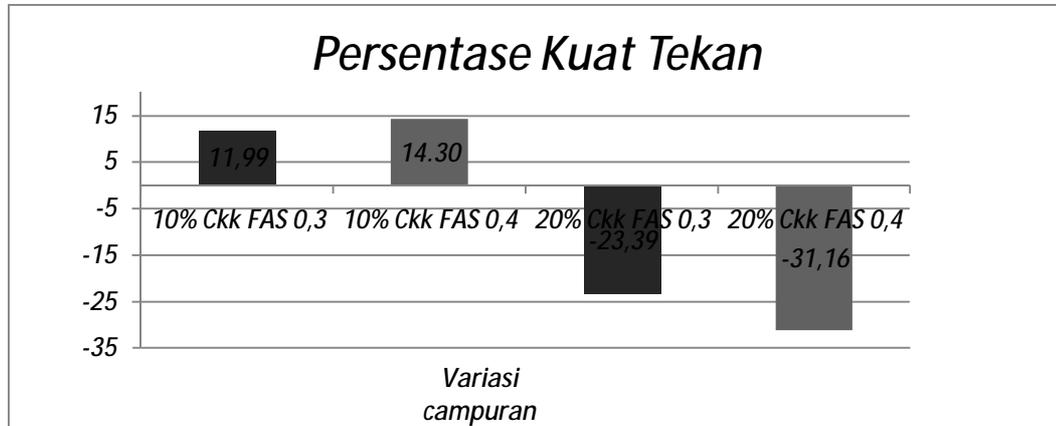
Gambar 4.17: Persentase kuat tekan beton 14 hari dengan FAS 0,4.

Dari hasil Gambar 4.17 dapat dilihat bahwa pada variasi campuran cangkang kerang kepah penggunaan FAS 0,4 yang paling optimal terjadi pada variasi 10% yang mengalami kenaikan persentase sebesar 14,30%, tetapi pada variasi campuran cangkang kerang kepah 20% mengalami penurunan sebesar -31,16%. Hal ini kemungkinan dapat terjadi akibat variasi cangkang kerang kepah 20% terlalu besar, sehingga kadar semen pada campuran beton mengalami penurunan dan kemampuan semen untuk mengikat semua campuran yang ada pada campuran beton tersebut menurun.



Gambar 4.18: Perbandingan persentase kuat tekan beton 28 hari dengan FAS 0,3 dan FAS 0,4

Dari hasil Gambar 4.18 dapat dilihat bahwa pada variasi campuran cangkang kerang kepah yang paling optimal terjadi pada variasi 10% dengan penggunaan FAS 0,4, yang mengalami kenaikan persentase sebesar 14,71%.



Gambar 4.19: Perbandingan persentase kuat tekan beton 14 hari dengan FAS 0,3 dan FAS 0.4

Dari hasil Gambar 4.19 dapat dilihat bahwa pada variasi campuran cangkang kerang kepah yang paling optimal terjadi pada variasi 10% dengan penggunaan FAS 0,4, yang mengalami kenaikan persentase sebesar 14,30%.

Dari hasil perbandingan grafik Gambar 4.18 sampai Gambar 4.19 dapat dilihat bahwa persentase kuat tekan beton pada penambahan cangkang kerang kepah variasi 10% terjadi peningkatan yang sangat signifikan pada umur 14 hari maupun umur 28 hari dibandingkan dengan hasil kuat tekan beton normal, sebaliknya pada penambahan cangkang kerang kepah variasi 20% terjadi penurunan yang signifikan pada umur 14 hari maupun 28 hari dibandingkan dengan hasil kuat tekan beton normal. Adapun faktor-faktor yang dapat mengakibatkan hal ini terjadi antara lain adalah:

1. Kemungkinan persentase variasi 20% cangkang kerang kepah sebagai pengganti semen terlalu besar, sehingga kadar semen pada campuran beton mengalami penurunan dan kemampuan semen untuk mengikat semua campuran yang ada pada campuran beton tersebut menurun.
2. Kemungkinan adanya kekeliruan/kurang telitinya dalam pengerjaan beton.
3. Kemungkinan kurangnya getaran pada saat pemadatan beton sehingga mengakibatkan beton berpori dan kurang padat.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa variasi cangkang kerang kepah sebesar 10% menggunakan FAS 0,3 pada umur beton 14 hari merupakan nilai kuat tekan optimum yang bernilai 62,47 Mpa.
2. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa variasi faktor air semen yang berbeda sangat mempengaruhi hasil kuat tekan beton. Dan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan FAS 0,3 memiliki nilai kuat tekan beton yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan FAS 0,4.
3. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa persentase variasi optimal penambahan cangkang kerang kepah terjadi pada variasi cangkang kerang kepah 10% dengan penggunaan FAS 0,4 pada umur beton 28 hari dengan peningkatan sebesar 14,71% dari beton normal.

5.1. Saran

1. Penggunaan cangkang kerang kepah variasi 10% dianjurkan untuk pembuatan beton tinggi, tetapi tidak dianjurkan untuk penggunaan variasi 20%.
2. Disarankan melakukan penelitian penggunaan variasi cangkang kerang kepah di antara 10%-20%.
3. Disarankan untuk melakukan penelitian yang mendalam mengenai sifat-sifat fisis dan kimiawi dari cangkang kerang kepah.
4. Alat-alat yang digunakan untuk penelitian agar lebih diperhatikan kelengkapannya, sebaiknya alat dikaliberasi dan dilakukan perawatan

sehingga dapat meningkatkan ketelitian dalam proses pengujian kuat tekan yang dilakukan.

5. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk kuat tarik dan lentur akibat pengaruh pada pengisian cangkang kerang kepah dalam campuran beton.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee. (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 C150. (1985). *Standards Specification For Portland Cement*. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C33. (1982, 1986). *Standards Specification For Agregates*. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C39. (1993). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. Philadelphia: ASTM.
- 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. (2000). *Tata cara perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. (SNI 03-2847-2000)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia
- Laboratorium Beton Teknik Sipil. *Buku Pedoman Praktikum Beton*. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Malier. (1992). *High Performance Concrete, From Material To Structure*. London: E & FN Spon.
- Mehta, P. K. (1986). *Concrete, structure, properties and materials*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Mulyono, T. (2004, 2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Murdock, L. J. dan Brook, K. M. (1991). *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Nawy, E.G. (1996). *Terjemahan.Beton Bertulang*. Bandung: Refika.
- Parrot, L. J. (1988). *A Literature Review of High Strength Concrete Properties. British Cement Association (BCA)*. Wexham Springs.
- Raina, V.K. (1989). *Concrete for Contruction Facts & Practice*. New Delhi: Tata McGraw Hill.

Siti Maryam. (2006). Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Kepah Sebagai Filler Terhadap Sifat-Sifat dari Mortar. *Skripsi*. FMIPA. USU.

Syahroni dkk. (2013). *Pengaruh Penambahan Cangkang Siput Sudu atau Kupang Terhadap Karakteristik Beton K-100*. Riau: Fakultas Teknik. Universitas Pasir Pengaraian

Tjokrodimulyo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro.

Wahyudi, G. & Rahim, S. A. (1999). *Struktur Beton Bertulang*, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama,

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Ridho Noprianto
Panggilan : Ridho
Tempat, Tanggal Lahir : Pekanbaru, 02 Nopember 1995
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Jalan Sei Blutu Gg. Amal No.3A Kel. Padang Bulan
Selayang-1 Kec. Medan Selayang
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Ir. Prianto
Ibu : Hildayanti
No. HP : 081375454647
E-mail : ridhonoprianto05@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa :1407210178
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 028 PEKANBARU	2008
2	SMP	SMP SWASTA KEMALA BHAYANGKARI 1 MEDAN	2011
3	SMA	SMA SWASTA KEMALA BHAYANGKARI 1 MEDAN	2014
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014 sampai selesai.		