

TUGAS AKHIR

**PENGARUH SERBUK KACA PADA KUAT TEKAN
SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN DENGAN
BAHAN TAMBAH SIKACIM CONCRATE ADDITIVE
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

RAHMAD HIDAYAT

1607210036



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Rahmad Hidayat
NPM : 1607210036
Program Studi : Teknik Sipil
Judul skripsi : Pengaruh Serbuk Kaca Pada Kuat Tekan Sebagai Substitusi Parsial Semen Dengan Bahan Tambah *Sikacim Concrete Additive*
Bidang ilmu : Struktur

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada
Panitia Ujian

Dosen Pembimbing

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rahmad Hidayat

NPM : 1607210036

Program Studi : Teknik Sipil

Judul skripsi : Pengaruh Serbuk Kaca Pada Kuat Tekan Sebagai Substitusi Parsial Semen Dengan Bahan Tambah *Sikacim Concrete Additive*

Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, oktober 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I / Penguji



Dr. Ade Faisal, ST, Msc

Dosen Pembanding II / Penguji



Rizki Efrida, S.T, M.T

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rahmad Hidayat
Tempat/Tanggal Lahir : Mitem, 05 Februari 1998
NPM : 1607210036
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh Serbuk Kaca Pada Kuat Tekan Sebagai Substitusi Parsial Semen Dengan Bahan Tambah *Sikacim Concrete Additive*”,

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/ keserjanaan 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, Oktober 2020

Saya yang menyatakan,



Rahmad Hidayat

ABSTRAK

Pengaruh Serbuk Kaca Pada Kuat Tekan Sebagai Substitusi Parsial Semen Dengan Bahan Tambah *Sikacim Concrete Additive* (Studi Penelitian)

Rahmad Hidayat

1607210104

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan tambah Sikacim Concrete Additive terhadap kuat tekan beton serta untuk membandingkan antara kuat tekan beton normal dan beton *filler* serbuk kaca dan *sikacum concrete additive* yang bertujuan untuk meningkatkan ketahanan dan kuat tekan beton. Pada penelitian ini menggunakan *sikacim* sebesar 1% dari berat semen, dan Persentase serbuk kaca yang digunakan sebesar 4%, 8% dan 12% sebagai substitusi parsial semen dengan umur 28 hari. Dimensi benda uji silinder 15 x 30 cm, Rancangan campuran menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Setiap variasi dibuat 3 benda uji, sehingga jumlah keseluruhannya 12 buah benda uji. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan beton, Nilai kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari dengan bahan tambah kombinasi antara serbuk kaca 4%, 8%, 12% dengan sikacim concrete additive 1% pada campuran beton, terjadi peningkatan sebesar 1,04%, 3,02%, 0,37% dari kuat tekan beton tanpa bahan tambah. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa peningkatan penambahan serbuk kaca dengan sikacim concrete additive dalam jumlah tetap dalam campuran beton, maka kuat tekan beton yang dihasilkan semakin tinggi.

Kata Kunci : beton, serbuk kaca dan sikacim concrete additive, kuat tekan beton normal.

ABSTRACT

COMPARISON OF CONCRETE WATER USE AND THE EFFECT OF *SIKA FUME* ADDITION ON HIGH QUALITY CONCRETE RESISTANCE

(Research Studies)

Rahmad Hidayat

1607210104

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

This study aims to determine the effect of added Sikacim Concrete Additive on the compressive strength of concrete and to compare the compressive strength of normal concrete and glass-covered filler concrete and sikacum concrete additive which aims to increase the resistance and compressive strength of concrete. In this study using sikacim of 1% by weight of cement, and the percentage of glass powder used was 4%, 8% and 12% as a partial substitution of cement with 28 days of age. The dimensions of the cylindrical specimen are 15 x 30 cm. Mixed design uses the SNI 03-2834-2000 method. Each variation is made 3 specimens, so that the total is 12 specimens. The test carried out is the concrete compressive strength test, the value of the compressive strength of the concrete with an average age of 28 days with added ingredients a combination of glass powder 4%, 8%, 12% with 1% sikacim concrete additive in the concrete mixture, an increase of 1.04 occurred. %, 3.02%, 0.37% of the compressive strength of concrete without added ingredients. Thus it can be stated that the increase in the addition of glass powder with a fixed amount of sikacim concrete additive in the concrete mixture, the higher the compressive strength of the concrete.

Keywords: concrete, glass powder and sikacim concrete additive, normal concrete compressive strength.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat 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 sebuk kaca pada kuat tekan sebagai substituai parsial semen dengan bahan *sikacim concrete additive* (Studi Penelitian)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Ade Faisal, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T., MT, Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansuri Siregar, S.T., M.Sc, 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 teknik sipil kepada penulis.
6. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Rustim dan Ibunda tercinta Rini Dawati yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
 8. Terima kasih kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil terutama Serly Dwi Afrina, Mifta Hidayat, Rizki surya Fani, Muhammad toha, Muhammad azmi, 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, 11 November 2020



Rahmad Hidayat

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRAK</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Pembahasan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian beton	6
2.2. Bahan Campuran Beton	8
2.1.1. Semen Portland	9
2.1.2. Agregat	9
2.1.2.1. Agregat Halus	10
2.1.2.2. Agregat Kasar	11
2.1.3. Air	12
2.3. Bahan Tambah	13
2.3.1. Serbuk Kaca	13
2.3.2. <i>Sikacim Concrete Additive</i>	13

2.4. Kuat Tekan Beton	14
2.5. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03 - 2834 2000	15
2.6. Perawatan Benda Uji	22
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1. Metode Penelitian	24
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.3. Metode Penelitian	26
3.4. Teknik Pengumpulan Data	26
3.5. Bahan dan Peralatan	27
3.5.1. Bahan	27
3.5.2. Metode Pembuatan Serbuk Kaca	27
3.5.3. Peralatan	28
3.6. Persiapan Penelitian	28
3.7. Pemeriksaan Agregat	28
3.8. Pemeriksaan Agregat Halus	29
3.8.1. Kadar Air Agregat Halus	29
3.8.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	29
3.8.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	30
3.8.4. Berat Isi Agregat Halus	31
3.8.5. Analisa Saringan Agregat Halus	32
3.9. Pemeriksaan Agregat Kasar	34
3.9.1. Kadar Air Agregat Kasar	34
3.9.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar	35
3.9.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	36
3.9.4. Berat Isi Agregat Kasar	37
3.9.5. Analisa Saringan Agregat Kasar	37
3.9.6. Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	40
3.10. Perencanaan Campuran Beton	41
3.11. Pelaksanaan Penelitian	41
3.11.1. <i>Trial Mix</i>	41
3.11.2. Pembuatan Benda Uji	41

3.11.3. Pengujian <i>Slump</i>	41
3.11.4. Perawatan Beton	41
3.11.5. Pengujian Kuat Tekan Beton	41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Perencanaan Campuran Beton	43
4.1.1. Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i>	51
4.2. Pembuatan Benda Uji	56
4.3. <i>Slump Test</i>	57
4.4. Kuat Tekan Beton	58
4.4.1. Kuat Tekan Beton Beton Normal	59
4.4.2. Kuat Tekan Beton Beton Serbuk kaca 4% Dan <i>Sikacim</i> 1%	60
4.4.3. Kuat Tekan Beton Beton Serbuk kaca 4% Dan <i>Sikacim</i> 1%	61
4.4.4. Kuat Tekan Beton Beton Serbuk kaca 4% Dan <i>Sikacim</i> 1%	61
4.5. Pembahasan	62
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	65
5.2. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Gradasi saringan agregat halus	10
Tabel 2.2	Gradasi saringan agregat kasar.	11
Tabel 2.3	Komposisi dari kaca %.	13
Tabel 2.4	Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.	16
Tabel 2.5	Tingkat mutu pekerjaan pembeconan	16
Tabel 2.6	Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) beton dengan Faktor air semen, dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.	17
Tabel 2.7	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.	18
Tabel 3.1	Data-data hasil penelitian kadar air halus.	29
Tabel 3.2	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.	30
Tabel 3.3	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.	31
Tabel 3.4	Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus.	31
Tabel 3.5	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus.	32
Tabel 3.6	Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar.	35
Tabel 3.7	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.	35
Tabel 3.8	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.	36
Tabel 3.9	Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.	37
Tabel 3.10	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.	38
Tabel 3.11	Hasil pengujian keausan agregat.	40
Tabel 3.12	Jumlah variasi sampel pengujian beton.	42
Tabel 4.1	Data-data analisis yang diperoleh saat penelitian.	43
Tabel 4.2	Data-data analisis yang diperoleh saat penelitian.	44
Tabel 4.3	Hasil perbandingan campuran bahan betontiap 1 benda uji dalam 1 m^3 .	45
Tabel 4.4	Perbandingan bahan beton untuk 1 benda uji (kg).	46
Tabel 4.5	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1benda uji..	46
Tabel 4.6	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1benda uji.	47
Tabel 4.7	Jumlah serbuk kaca terhadap berat semen.	48

Tabel 4.8	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan 49 dalam 12 benda uji.	
Tabel 4.9	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan 50 dalam 12 benda uji.	
Tabel 4.10	Hasil pengujian nilai <i>slump</i> .	57
Tabel 4.11	Hasil pengujian tekan beton normal.	59
Tabel 4.12	Hasil pengujian tekan beton dengan substitusi parsial semen 60 serbuk kaca 4% + <i>sikacim</i> 1%.	
Tabel 4.13	Hasil pengujian tekan beton dengan substitusi parsial semen 60 serbuk kaca 8% + <i>sikacim</i> 1% .	
Tabel 4.14	Hasil pengujian tekan beton dengan substitusi parsial semen 61 serbuk kaca 12% + <i>silacim</i> 1%.	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.	20
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan.	25
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang).	34
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.	39
Gambar 4.1	Hubungan faktor air semen dan kuat tekanbetonsilinder 15 x 30 cm.	52
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,44.	53
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,44.	54
Gambar 4.4	Grafik perbandingan nilai <i>slump</i> .	58
Gambar 4.5	Kuat tekan pada benda uji.	62
Gambar 4.6	Grafik persentase nilai kuat tekan beton umur 28 hari.	63

DAFTAR NOTASI

gr	=	Gram
FM	=	Modulus kehalusan
A	=	Berat contoh kering permukaan jenuh
C	=	Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan
B	=	Berat contoh jenuh
$C/(A-B)$	=	Berat jenis contoh kering
$A/(A-B)$	=	Berat jenis contoh SSD
$C/(C-B)$	=	Berat jenis contoh semu
$((A-C)/C)$	=	Penyerapan
cm	=	Centimeter
mm	=	Milimeter
kg	=	Kilogram
Mpa	=	Megapascal
M^3	=	Meterkubik
$\pi r^2 t$	=	Volume silinder
P	=	Beban

DAFTAR SINGKATAN

SNI = Standart nasional indonesia

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton telah menjadi salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain-lain. Beton merupakan suatu material yang menyerupai batu, diperoleh dengan membuat suatu campuran yang mempunyai proporsi tertentu dari semen, pasir, koral atau agregat lainnya, dan air untuk membuat campuran tersebut menjadi keras dalam cetakan sesuai dengan bentuk dan dimensi struktur yang diinginkan sehingga menjadi satu kesatuan yang homogen, campuran tersebut akan mengeras seperti batuan, pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air. “Semen bereaksi secara kimiawi untuk mengikat partikel agregat tersebut menjadi suatu massa yang padat”. (Prof. Dr.Ir.Han Ay Lie 2017)

Beton adalah bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan halus, seringkali ditambahkan admixture atau additive bila diperlukan (Subakti, 1994). Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan pembentuknya (Samekto, 2001). Beton digunakan sebagai material struktur karena memiliki beberapa keuntungan, antara lain: mudah untuk dicetak, tahan api, kuat terhadap tekan, dan dapat dicor di tempat. Disamping keuntungan beton juga memiliki kelemahan, yaitu beton merupakan bahan yang getas, mempunyai tegangan tarik yang rendah dan volume beton yang tidak stabil akibat terjadinya penyusutan.

Lingkungan asam yang mengandung unsur kimia asam akan merusak beton secara perlahan lahan mulai dari tepi dan sudut beton dengan terjadinya pelepasan butiran partikel beton sehingga beton menjadi keropos. Jika beton keropos , maka

ikatan antara pasta beton dengan agregat akan semakin berkurang sehingga terjadi penurunan kuat tekan beton. (Pandiangan, Olivia, dan Darmayanti 2014).

Bahan kimia *sikacim concrete additive*, apabila digunakan sebagai campuran adukan beton akan mempercepat pengerasan beton. Menurut Jamal, dkk (2017) penambahan *sikacim concrete additive* pada campuran beton mampu mencapai kuat tekan beton rencana, dan dapat meningkatkan kuat tekan beton, dengan nilai maksimum kuat tekan beton umur 28 hari diperoleh pada variasi penambahan *sikacim concrete additive* pada campuran beton sebesar 0,7% dari berat semen dengan pengurangan kadar air sebesar 15% dari kadar air semula. Menurut Novianti, dkk (2014)

penggunaan *sikacim concrete additive* 1% kuat tekan beton mulai menurun, sehingga pemakaian *sikacim concrete additive* disarankan besar dari 0,5% dan kecil dari 1% dari berat semen. Pada penelitian ini serbuk kaca digunakan sebagai bahan tambah campuran beton normal dan penambahan zat additive untuk campuran beton berupa *sikacim concrete additive* yang perlu dikaji lebih dalam dengan melakukan pengujian di laboratorium. Dengan demikian dapat diketahui pengaruh penambahan serbuk kaca dan *sikacim concrete additive* terhadap kuat tekan beton normal yang dihasilkan. (Adman 2019).

Faktor air semen adalah perbandingan antara air dan semen dalam campuran beton. Beton dengan faktor air semen yang tinggi akan menghasilkan beton dengan workabilitas yang tinggi tetapi kualitas beton rendah, sebaliknya, beton dengan faktor air semen yang rendah akan menghasilkan beton yang lebih kuat dan tahan, akan tetapi beton dengan faktor air semen rendah akan menghasilkan campuran beton dengan workabilitas rendah, oleh karena itu diperlukan penambahan superplasticizer untuk mempermudah pengerjaan beton dengan faktor air semen yang rendah. Bangunan. (Masalah 2012).

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Mampukah limbah serbuk kaca dengan bahan tambah *Sikacim concrete additive* meningkatkan kuat tekan beton?

2. Bagaimana pengaruh penambahan limbah serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen terhadap pengujian *slump*?
3. Berapakah kuat tekan beton optimum setelah penambahan *sikacim concrete additive* dan serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen dengan variasi 4%, 8%, 12% pada umur beton 28 hari?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

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. Persentase serbuk kaca yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 4%, 8% dan 12% sebagai substitusi parsial semen dengan umur 28 hari.
3. Persentase *sikacim concrete additive* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 1% sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton silinder.
4. Melakukan pengujian kuat tekan dari beton normal dan beton *filler* serbuk kaca dan *sikacum concrete additive*, dan membandingkan hasilnya.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui apakah limbah serbuk kaca dengan bahan tambah *Sikacim concrete additive* dapat meningkatkan kuat tekan beton
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen terhadap pengujian *slump*.
3. Untuk mengetahui kuat tekan optimum setelah penambahan *sikacim concrete additive* dan serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen dengan variasi 4%, 8%, 12% pada umur beton 28 hari.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas kuat tekan beton normal dengan beton yang memakai *filler* serbuk kacadan *sikacim concrete additive* 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 Pembahasan

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

BAB 1 Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, 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 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian beton

Beton berdasarkan SNI-03-2847-2007 didefinisikan sebagai campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk masa padat. Paulus (1989) mendefinisikan beton sebagai campuran dari dua bagian yaitu agregat dan pasta. Pasta terdiri dari semen portland dan air, yang mengikat agregat halus dan agregat kasar menjadi suatu massa yang menyerupai batuan ketika pasta tersebut mengeras akibat reaksi antara semen dan air. Beton akan bertambah kekuatannya seiring dengan penambahan umur. (Iii 2003)

Beton adalah campuran antara semen *Portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI 03-2847-2002). Sifat-sifat positif dari beton antara lain relatif mudah dikerjakan serta dicetak sesuai dengan keinginan, tahan terhadap tekanan, dan tahan terhadap cuaca. Sedangkan sifat-sifat negatifnya antara lain tidak kedap terhadap air (permeabilitas beton relatif tinggi), kuat tarik beton rendah, mudah terdesintegrasi oleh sulfat yang dikandung oleh tanah (Murdock,1991). Sifat positif dan negatif dari beton tersebut ditentukan oleh sifat-sifat material pembentuknya, perbandingan campuran, dan cara pelaksanaan pekerjaan. Berdasarkan berat satuannya beton dapat dibedakan atas beton normal dan beton ringan.

Penggunaan beton sebagai salah satu pilihan konstruksi bangunan sipil lebih dikenal luas dibandingkan dengan bahan konstruksi lain seperti kayu dan baja. Pilihan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi ini dikarenakan beton mempunyai beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh bahan lain, diantaranya beton relatif murah karena bahan penyusunnya didapat dari bahan lokal, mudah dalam pengerjaan dan perawatannya, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap api dan korosi. (Krisbiyantoro,

2005) Selain itu kelebihan beton yang menonjol dibandingkan bahan lain adalah beton memiliki kuat desak tinggi yang dapat diperoleh dengan cara pemilihan, perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan penyusunnya.

Beton yang baik adalah beton dengan kekedapan yang tinggi. Kekedapan adalah tidak dapat dilewati air, sedangkan permeabilitas adalah kemudahan cairan atau gas untuk melewati beton (A.M. Neville & J.J. Brooks, 1987). Menurut L.J. Murdock dan K.M. Brook (1991) beton tidak bisa kedap air secara sempurna. Beton dengan agregat normal, kekedapannya tergantung pada porositas pasta semen tetapi hubungan suatu faktor distribusi ukuran pori bukanlah suatu fungsi yang sederhana (A.M. Neville & J.J. Brooks, 1987). (Indonesia 2010)

Lingkungan yang agresif dapat membawa dampak yang merugikan terhadap beton, karena di lingkungan ini banyak terkandung zat kimia yang bersifat reaktif terhadap unsur yang terdapat dalam beton. Seperti misalnya pada air tanah yang banyak mengandung garam sulfat dan salah satu diantaranya bersifat reaktif adalah magnesium sulfat. Dalam hal ini diperlukan beton yang memiliki keawetan atau durability yang tinggi sehingga beton tersebut tahan terhadap serangan magnesium sulfat.

Pada penelitian ini mencoba memanfaatkan pecahan kaca yang lolos saringan no. 100 dari botol yang dibuat seperti semen sebagai bahan material substitusi semen dalam pembuatan beton dengan kadar persentase 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat semen yang digunakan. Selain itu dengan dua nilai faktor air semen sebesar 0,6 dan 0,65. Beton akan direndam di air sulfat, kemudian dibandingkan dengan beton yang terendam air biasa. (Tanzil 2013)

Mulyono (2004), mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi daribahan penyusunannya yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah. Sedangkan Sagel, dkk, (1994), menguraikan bahwa beton adalah suatu komposit dari bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Mutu beton dipengaruhi oleh bahan pembentukannya serta cara pengerjaannya. Semen mempengaruhi kecepatan pengerasan beton. Selanjutnya kadar lumpur, atas pengerjaan yang mencakup cara penuangan, pemadatan, dan perawatan, yang pada akhirnya mempengaruhi kekuatan beton. Menurut Mulyono (2004)

Disamping beton memiliki pengelompokan, beton pun memiliki kelebihan dan dan kekurangan. Berikut ini kelebihan dan kekurangan dari beton, yaitu (Mulyono. T, 2004) :

1. Kelebihan :

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

2. Kekurangan :

- Bentuk yang dibuat sulit untuk diubah
- Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
- Berat
- Daya pantul suara yang besar.(Ii dan Pustaka 2012)

2.2 . Bahan campuran beton

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari medium campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. Beton yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus, dan kembang susutnya kecil. (Tjokrodimulyo, 1992).

Menurut beratnya, beton dibedakan menjadi tiga jenis yaitu beton ringan, beton normal dan beton berat. Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m^3 (SNI 2002). Beton normal adalah beton yang mengandung agregat dengan berat isi antara 1900 kg/m^3 sampai dengan 2.400 kg/m^3 , sedangkan untuk beton dengan berat di atas 2400 kg/m^3 termasuk dalam beton berat. (Oliver 2013)

2.2.1. Semen Portland

Semen Portland merupakan bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembuatan beton. Menurut ASTM C-150,1985, semen portland

didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. (Mulyono, 2004)

Semen berfungsi sebagai bahan perekat untuk menyatukan bahan agregat kasar dan agregat halus menjadi satu massa yang kompak dan padat dengan proses hidrasi. Semen akan berfungsi sebagai perekat apabila diberi air, sehingga semen tergolong bahan pengikat hidrolis. Kekuatan semen merupakan hasil dari proses hidrasi. Kekuatan awal semen portland semakin tinggi apabila semakin banyak persentase C3S. Jika perawatan kelembaban terus berlangsung, kekuatan akhirnya akan lebih besar apabila persentase C3S semakin besar.

Klasifikasi semen portland sesuai dengan tujuan pemakaiannya dibagi menjadi 5 (lima) tipe, yaitu :

1. Tipe I: Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
2. Tipe II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Tipe III : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut kekuatan awal yang tinggi.
4. Tipe IV: Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.
5. Tipe V : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen dan bila ditambah dengan agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (concrete) .

2.2.2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60 % - 80 % volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa

beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat yang berukuran besar. Sifat yang terpenting dari agregat adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang mempunyai pengaruh terhadap ikatan dengan pasta semen, porositas, dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan pada musim dingin, dan ketahanan terhadap penyusutan.

Berdasarkan ukuran butiran, agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

2.2.2.1 Agregat halus

Menurut SNI 03-6820-2002 (2002: 171), agregat halus adalah agregat isi yang berupa pasir alam hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (natural sand) atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat-alat pemecah batuan (artificial sand) dengan ukuran kecil (0,15-5 mm). Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 200, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton. Agregat yang dipakai untuk campuran adukan atau mortar harus memenuhi syarat yang ditetapkan oleh ASTM dengan batasan ukuran agregat halus yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.1: Gradasi saringan agregat halus.

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)
9,5 mm	100
4,75 mm	95 – 100
2,36 mm	80 – 100
1,18 mm	50 – 85
0,6 mm	25 – 60
0,3 mm	5 – 30
0,15 mm	0 – 10

2.2.2.2 Agregat Kasar

Agregat kasar didefinisikan sebagai butiran yang tertahan saringan 4,75 mm (No.4 standart ASTM). Agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen. Agregat kasar sebagai bahan campuran untuk membentuk beton dapat berupa kerikil atau batu pecah.

Adapun persyaratan batu pecah yang digunakan dalam campuran beton menurut Departemen Pekerjaan Umum (1982) adalah sebagai berikut :

1. Syarat fisik .
 - Kadar lumpur, maksimal 1%.
 - Bagian yang hancur bila diuji dengan menggunakan mesin *Los Angeles*, tidak boleh lebih dari 27 % berat.
 - Besar butir agregat maksimum, tidak boleh lebih besar dari 1/5 jarakterkecil bidang-bidang samping dari cetakan, 1/3 tebal pelat atau 3/4 dari jarak bersih minimum tulangan.
 - Kekerasan yang ditentukan dengan menggunakan bejana Rudellof tidak boleh mengandung bagian hancur yang tembus ayakan 2 mm lebih dari 16% berat.
 - Bagian butir yang panjang dan pipih, maksimum 20% berat, terutama untuk beton mutu tinggi.
2. Syarat kimia.
 - Kekekalan terhadap Na_2SO_4 bagian yang hancur, maksimum 12% berat, dan kekekalan terhadap MgSO_4 bagian yang hancur, maksimum 18%.
 - Kemampuan bereaksi terhadap alkali harus negatif sehingga tidak berbahaya.

Batasan ukuran agregat kasar dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel.2.2: Gradasi agregat kasar (ASTM C 33/03)

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)
---------------------------	---------------------

Tabel 2.2: *lanjutan*

25,00	100
19,00	90 – 100
12,50	-
9,50	20 – 55
4,75	0 – 10
2,36	0 – 5

2.2.3 Air

Air merupakan bahan pembuat beton yang sangat penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga terjadi reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan pada beton, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air hanya diperlukan 25 % dari berat semen saja. Selain itu, air juga digunakan untuk perawatan beton dengan cara pembasahan setelah dicor. (Tjokrodimuljo, 1996).

Proporsi air dinyatakan dalam rasio air-semen, yaitu angka yang menyatakan perbandingan antar berat air dibagi dengan berat semen dalam adukan beton tersebut, pada umumnya dipakai 0,4-0,6 tergantung mutu beton yang hendak dicapai. Beton yang paling padat dan kuat diperoleh dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dan derajat workabilitas yang maksimal.

Persyaratan air yang digunakan dalam campuran beton adalah:

- a. Air tidak boleh mengandung lumpur (benda-benda melayang lain) lebih dari 2gram/liter.
- b. Air tidak boleh mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15gram/liter.
- c. Air tidak boleh mengandung *Chlorida* (Cl) lebih dari 0,5gram/liter.
- d. Air tidak boleh mengandung senyawa sulfat lebih dari 1gram/liter. (Oliver 2013).

2.3. Bahan Tambah

2.3.1. Serbuk Kaca

Terdapat berbagai bahan daur ulang yang dapat digunakan dalam konstruksi. Salah satunya yaitu limbah kaca. Dengan bahan mentah yang banyak dan murah, kaca memiliki ketahanan terhadap abrasi serta ketahanan terhadap cuaca atau serangan kimia yang baik, karena di dalam kaca terdapat kandungan silika yang cukup tinggi. Sehingga kaca juga dapat digunakan sebagai alternatif bahan pembuat beton.

Tabel 2.3: Komposisi dari kaca (%).

Komposisi	<i>Crushed Glass</i>	<i>Glass Powder</i>
SiO ₂	72,61	72,20
Al ₂ O ₃	1,38	1,54
Fe ₂ O ₃	0,48	0,48
CaO	11,70	11,42
MgO	0,56	0,79
Na ₂ O	13,12	12,85
K ₂ O	0,38	0,43
SO ₃	0,09	0,09
L.O.I.	0,22	0,36

2.3.2. Sikacim Concrete Additive

Superlasticizer (Sikacim Concrete Additive) adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang melarutkan gumpalan gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga semen dapat tersebar merata pada adukan beton dan mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang cukup besar. Bahan ini digunakan dalam jumlah yang relatif kecil karena sangat mudah mengakibatkan bleeding. (Ariyani, N1 Laia n.d.)

2.4. Kuat Tekan Beton

SNI 03-1974-1990 mengemukakan bahwa kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur, semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, Tri, 2003).

Menurut Kardiyono Tjokrodinuljo (2012), bahwa kuat tekan beton dipengaruhi faktor-faktor antara lain:

1. Umur beton Kuat tekan beton bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang dimaksudkan umur di sini dihitung sejak beton dicetak. Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu semakin lambat, dan laju kenaikan tersebut menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 21 hari, sehingga secara umum dianggap tidak naik lagi setelah berumur 21 hari. Oleh karena itu, sebagai standar kuat tekan beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) ialah kuat tekan beton pada umur 21 hari.
2. Faktor air semen Faktor air semen (FAS) ialah perbandingan berat antara air dan semen Portland di dalam campuran adukan beton. Umumnya, nilai FAS pada beton normal berkisar antara 0,60 dan 0,65.
3. Kepadatan beton Kekuatan beton berkurang jika kepadatan beton berkurang. Beton yang kurang padat berarti berisi rongga sehingga kuat tekannya berkurang.
4. Jumlah pasta semen Pasta semen dalam beton berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat. Pasta semen akan berfungsi secara maksimal jika seluruh pori antar butir-butir agregat terisi penuh dengan pasta semen, serta seluruh permukaan butir agregat terselimuti pasta semen. Jika pasta semen sedikit maka tidak cukup untuk mengisi pori-pori antar butir agregat dan tidak seluruh butir agregat terselimuti oleh pasta semen, sehingga rekatan antar butir kurang kuat, dan berakibat kuat tekan beton rendah. Akan tetapi, jika jumlah pasta semen terlalu banyak maka kuat tekan beton lebih didominasi oleh pasta semen, bukan agregat. Karena umumnya kuat tekan pasta semen lebih rendah

dari pada agregat, maka jika terlalu banyak pasta semen kuat tekan beton menjadi lebih rendah. Pada nilai FAS sama, variasi jumlah semen juga menggambarkan variasi jumlah pasta semen.

5. Jenis semen Masing-masing jenis semen Portland (termasuk Semen Portland pozolan) mempunyai sifat tertentu, misalnya cepat mengeras, dan sebagainya, sehingga mempengaruhi pula terhadap kuat tekan betonnya.
6. Sifat agregat Agregat terdiri atas agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil atau batu pecah). Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton antara lain :
 - a. Kekasaran permukaan, karena permukaan agregat yang kasar dan tidak licin membuat rekatan antara permukaan agregat dan pasta semen lebih kuat daripada permukaan agregat yang halus dan licin.
 - b. Bentuk agregat, karena bentuk agregat yang bersudut misalnya pada batu pecah, membuat butir-butir agregat itu sendiri saling mengunci dan sulit digeserkan, berbeda dengan batu kerikil yang bulat.
 - c. Kuat tekan agregat, karena sekitar 70% volume beton terisi oleh agregat, sehingga kuat tekan beton didominasi oleh kuat tekan agregat. Jika agregat yang dipakai mempunyai kuat tekan rendah akan diperoleh beton yang kuat tekannya rendah pula.

Menurut SNI 03-6815-2000, maksud pengujian kekuatan beton adalah untuk menentukan terpenuhinya spesifikasi kekuatan dan mengukur variabilitas beton.

Besarnya variasi kekuatan contoh uji beton tergantung pada mutu material, pembuatan, dan kontrol dalam pengujiannya. Perbedaan kekuatan dapat ditemukan dari dua penyebab utama, yaitu:

1. Perbedaan dalam perilaku kekuatan yang terbentuk dari campuran beton dan bahan penyusunnya.
2. Perbedaan jelas dalam kekuatan yang disebabkan oleh perpaduan variasi dalam pengujian. (Sugiyanto dkk 2017).

2.5. 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 2.4. Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Tabel 2.4: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI-03-2834-2000).

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

3. Penghitungan nilai tambah/margin(m):

$$\text{Nilai tambah (m)} = f_c' + 12 \quad (2.1)$$

Tabel 2.5: Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2005).

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

4. Kuat tekan rata-rata perlu f_{cr}

$$\text{Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan rumus: } f_{cr} = f_c' + m \quad (2.1)$$

dengan : f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata perlu, Mpa.
 f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan, Mpa.
 m = Nilai tambah, Mpa

5. Penetapan jenis semen *portland*
 Pada cara ini dipilih semen 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:
 Faktor air semen dicari dengan grafik hubungan kuat tekan dengan faktor air semen, sesuai Teknologi Beton. (Mulyono,2003).
8. Faktor air semen maksimum
 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam.

Tabel 2.6: 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 kelilingnon-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

Tabel 2.6. *lanjutan*

Beton masuk ke dalam tanah:	325	0,55
<ul style="list-style-type: none"> a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah 		
Beton yang kontinyu berhubungan:		
<ul style="list-style-type: none"> a. Air tawar b. Air laut 		

9. Penetapan nilai *slump*.

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

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

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

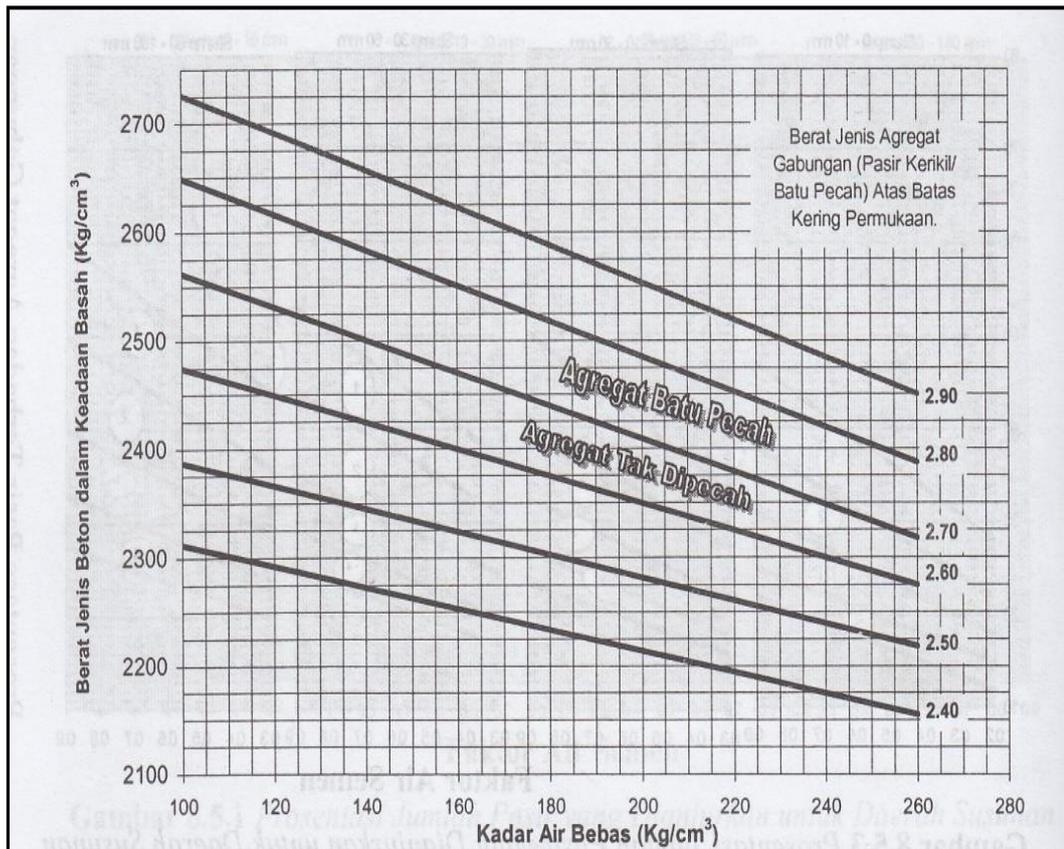
11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: 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

12. Agregat campuran (tak pecah dan dipecah)
13. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton.
14. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
15. Menentukan jumlah semen semimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.6. Dari table tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai factor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.
16. 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.
17. Penetapan jenis agregat halus:
Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar, agak kasar, agak halus, dan pasir halus.
18. Penetapan jenis agregat kasar
19. 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.
20. Berat jenis agregat campuran.
21. Perkiraan berat isi beton
Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).

22. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran. Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$W_{agr,camp} = W_{btn} - W_{air} - W_{smn} \quad (2.6)$$

Dengan:

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

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

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

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

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

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus:

$$W_{agr,h} = K_h \times W_{agr,camp} \quad (2.2)$$

Dengan:

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

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

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

$$W_{agr,k} = K_k \times W_{agr,camp} \quad (2.3)$$

Dengan :

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

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

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

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

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

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

Dengan:

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

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

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

C_a adalah absorpsi air pada agregat halus (%).

Da adalah absorpsi agregat kasar (%).

Ck adalah kandungan air dalam agregat halus (%).

Dk adalah kandungan air dalam agregat kasar (%).

2.6. Perawatan Benda Uji

Badan Standardisasi Nasional (SNI 03-2493-2011) mengatakan semua benda uji yang dibuat di laboratorium harus dirawat basah pada temperature $23^{\circ}\text{C} + 1,7^{\circ}\text{C}$ mulai dari waktu percetakan sampai saat pengujian. Penyimpanan selama 48 jam pertama perawatan harus pada lingkungan bebas getaran. Seperti yang diberlakukan pada perawatan benda uji yang dibuka, perawatan basah berarti bahwa benda uji yang akan diuji harus memiliki air yang bebas yang dijaga pada seluruh permukaan pada semua waktu. Kondisi ini dipenuhi dengan merendam dalam air jenuh kapur dan dapat dipenuhi dengan penyimpanan dalam ruang jenuh air sesuai dengan AASHTO M 201. Benda uji tidak boleh diletakkan pada air mengalir atau air yang menetes. Dan untuk perawatan beton silinder struktur ringan sesuai dengan standar ini atau dengan SNI 03-3402-1994. (6 5 9 2), 2002)

Faktor air semen adalah perbandingan antara air dan semen dalam campuran beton. Beton dengan faktor air semen yang tinggi akan menghasilkan beton dengan workabilitas yang tinggi tetapi kualitas beton rendah, sebaliknya, beton dengan faktor air semen yang rendah akan menghasilkan beton yang lebih kuat dan tahan, akan tetapi beton dengan faktor air semen rendah akan menghasilkan campuran beton dengan workabilitas rendah, oleh karena itu diperlukan penambahan superplasticizer untuk mempermudah pengerjaan beton dengan faktor air semen yang rendah. Bangunan. (Masalah 2012)

Badan Standardisasi Nasional (SNI 03-4810-1998) mengatakan semua benda uji silinder yang dibuat di lapangan sebagai berikut:

- Harus diletakkan pada temperature $23^{\circ}\text{C} + 1,7^{\circ}\text{C}$ sebelum 30 menit setelah pembukaan cetakan.
- Tidak boleh lebih dari 3 jam diletakkan pada suhu antara 20°C sampai 30°C .
- Benda uji juga tidak boleh terkena tetesan atau aliran air.
- Penyimpanan dalam keadaan basah, yaitu dengan perendaman dalam air kapur jenuh atau dengan ditutupi kain basah.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metodologi merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

1. Data primer

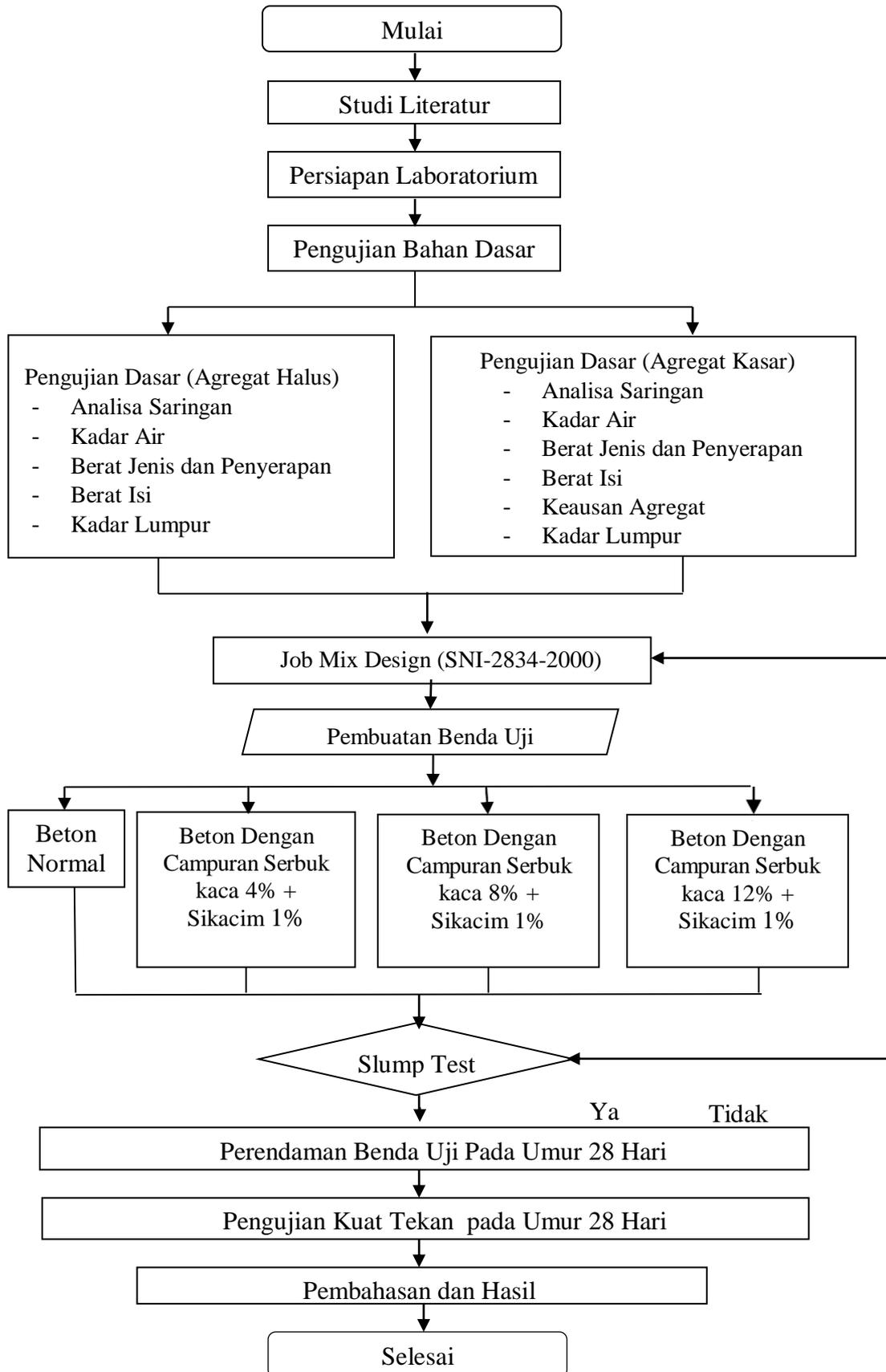
Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil yang dilaksanakan di laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadarairagregat.
- Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- Uji kuat tekan beton

2. Data sekunder

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

Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan. Dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2020 hingga April 2020.

3.3. Metode Penelitian

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

3.4. Teknik Pengumpulan Data

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

3.5. Bahan dan Peralatan

3.5.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Andalas Portland

tipe I, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

b. Agregat Halus

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

c. Agregat Kasar

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

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

e. Serbuk kaca

Serbuk kaca yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari botol kaca bekas yang mengandung zat kimia yang serupa dengan semen

f. Bahan *Admixture*

Bahan admixture yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sikacim Concrete Additive dengan persentase 1% dari berat semen. *Sikacim Concrete Additive* ini diperoleh dari retail Sika di Mitra 10 Medan.

3.5.2. Metode Pembuatan Serbuk Kaca

Pembuatan Serbuk Kaca dengan Los Angeles Pada penelitian ini, untuk mendapatkan serbuk kaca yang ukurannya halus dan lolos ayakan No.100 dan No. 200, dilakukan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Adapun alat dan bahan serta langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Alat dan Bahan:

- a. Mesin *Los Angeles*
- b. Peluru pengaus
- c. Ayakan No. 200
- d. Botol-botol kaca

2. Prosedur pengerjaan:

- a. Bersihkan botol-botol kaca dari sisa-sisa kotoran
- b. Masukkan peluru pengaus dan botol-botol kaca yang telah dibersihkan tadi ke dalam mesin Los angeles.

- c. Tutup dan kunci mesin Los Angeles
- d. Putar mesin \pm 45 menit
- e. Sampel dikeluarkan dari mesin lalu di ayak dengan ayakan No. 100 dan No. 200

3.5.3. Peralatan

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

- a. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar.
- b. Satu set alat untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus dan kasar.
- c. Timbangan digital.
- d. Alat pengaduk beton (*mixer*).
- e. Cetakan benda uji berbentuk silinder ukuran 15 cm x 30 cm
- f. Mesin uji tekan (*Compression Testing Machine*).
- g. Mesin *Los Angeles*.
- h. Satu set alat *Slump test*.

3.6. Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai lokasi, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari lumpur dan melakukan penjemuran pada material yang basah.

3.7. Pemeriksaan Agregat

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

3.8. Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.

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

3.8.1. Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa. Dari 2 data yang dilakukan pengujian dengan berat masing-masing 1000 gr. Maka didapatlah persentase kadar air 0,9 %.

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

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan wadah	1188	1175	1181,5
Berat contoh SSD	1000	1000	1000
Berat contoh kering oven & wadah	1177	1168	1172,5
Berat wadah	188	175	181,5
Berat air	11	7	9
Berat contoh kering	989	993	991
Kadar air	1,1%	0,7%	0,9%

3.8.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566. Hasil dari kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 3.2.

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

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering : A (gr)	500	500	500

Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	487	483	485
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci C (gr)	13	17	15
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	2,6	3,4	3

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 2,6%, dan sampel kedua sebesar 3,4%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu $< 5\%$.

3.8.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI ASTM C 128. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.3. 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 $2,475 \text{ gr/cm}^3 < 2,505 \text{ gr/cm}^3 < 2,56 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,32%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

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	500	500	500

Tabel 3.3. *lanjutan*

Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan	494	493	493,5
Berat piknometer penuh air	674	674	674
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air	974	975	974,5
Berat jenis contoh kering ($E/(B+D-C)$)	2,47	2,48	2,475
Berat jenis contoh SSD ($B/(B+D-C)$)	2,50	2,51	2,505
Berat jenis contoh semu ($E/(E+D-C)$)	2,55	2,57	2,56
Penyerapan ($((B-E)/E) \times 100\%$)	1,21	1,42	1,32

3.8.4. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29. 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 I	Contoh II	Contoh III	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	18873	20523	20603	19999,7
2	Berat wadah (gr)	5400	5400	5400	5400
3	Berat contoh (gr)	13473	15123	15203	14599,7
4	Volume wadah (cm ³)	10861,71	10861,71	10861,71	10861,1
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,24	1,39	1,40	1,34

Berdasarkan Tabel 3.4 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar 1,34 gr/cm³. Hasil ini didapat dari rata-rata ketiga contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan. Hasil dari percobaan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu >1,125 gr/cm³.

3.8.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 33. 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.

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.

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

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1	Sample 2	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
9.52 (3/8 in)	0	0	0	0,00	0,00	100,00
4.75 (No. 4)	17	26	43	1,95	1,95	98,05
2.36 (No. 8)	67	104	171	7,77	9,72	90,28
1.18 (No.16)	181	219	400	18,18	27,9	72,1
0.60 (No. 30)	287	322	609	27,68	55,58	44,42
0.30 (No. 50)	290	331	621	28,23	83,81	16,19
0.15(No.100)	135	163	298	13,54	97,35	2,65
Pan	23	35	58	2,64	100	0
Total	1000	1200	2200	100		

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 = 2200 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{43}{2200} \times 100\% = 1,95 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{171}{2200} \times 100\% = 7,77 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{400}{2200} \times 100\% = 18,18 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{609}{2200} \times 100\% = 27,68 \%$$

$$\begin{aligned} \text{No.50} &= \frac{621}{2200} \times 100\% = 28,28 \% \\ \text{No.100} &= \frac{298}{2200} \times 100\% = 13,54 \% \\ \text{Pan} &= \frac{58}{2200} \times 100\% = 2,64 \% \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned} \text{No.4} &= 0 + 1,95 = 1,95 \% \\ \text{No.8} &= 1,95 + 7,77 = 9,72 \% \\ \text{No.16} &= 9,72 + 18,18 = 27,90 \% \\ \text{No.30} &= 27,90 + 27,68 = 55,58 \% \\ \text{No.50} &= 55,58 + 28,28 = 83,86 \% \\ \text{No.100} &= 83,86 + 13,54 = 97,40 \% \\ \text{Pan} &= 97,40 + 2,64 = 100,00 \% \end{aligned}$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 276,41 %

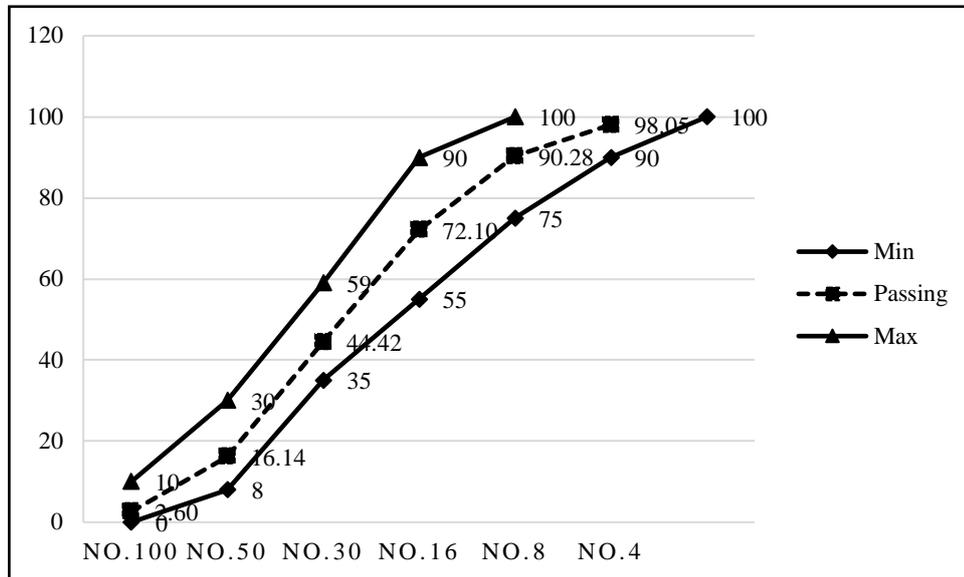
$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{276,41}{100} \\ \text{FM} &= 2,76 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned} \text{No.4} &= 100 - 1,95 = 98,05 \% \\ \text{No.8} &= 100 - 9,72 = 90,28 \% \\ \text{No.16} &= 100 - 27,90 = 72,10 \% \\ \text{No.30} &= 100 - 55,58 = 44,42 \% \\ \text{No.50} &= 100 - 83,86 = 16,14 \% \end{aligned}$$

$$\text{No.100} = 100 - 97,40 = 2,60 \%$$

$$\text{Pan} = 100 - 100,00 = 0,00 \%$$



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

Berdasarkan Gambar 3.2 menjelaskan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.5 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,76 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 (pasir sedang) seperti Gambar 3.2.

3.9. Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.
- Keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*.

3.9.1 Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566.

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

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD & berat wadah	1528	1570	1549
Berat contoh SSD	1000	1000	1000,0
Contoh kering oven & wadah	1523	1565	1544
Berat wadah	528	570	549
Berat air	5	5	5
Berat contoh kering	995	995	995
Kadar air	0,5%	0,5%	0,5%

Berdasarkan Tabel 3.6 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat kasar didapat rata-rata kadar air sebesar 0,5%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama, kadar air yang didapat sebesar 0,5%, dan contoh kedua didapat kadar air sebesar 0,5%. Hasil diatas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu yaitu 0,5% - 1,5%.

3.9.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 117. Berdasarkan Tabel 3.7 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel yang menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 0,8%, dan sampel kedua sebesar 0,6%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,7%.

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

Pengujian	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering : A (gr)	1000	1000	1000
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	992	994	993
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci C (gr)	8	6	7
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,8	0,6	0,7

3.9.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 127.

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)	2500	2500	2500
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	2482	2481	2481,5
Berat contoh jenuh (B)	1580	1565	1597,5
Berat jenis contoh kering $C/(A-B)$	2,698	2,653	2,676
Berat jenis contoh SSD $A/(A-B)$	2,717	2,674	2,696
Berat jenis contoh semu $C/(C-B)$	2,752	2,708	2,730
Penyerapan $((A-C)/C) \times 100\%$	0,725	0,766	0,746

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) pada agregat halus yang diteliti. Pada Tabel 3.8 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 2,676 gr/cm³, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,696 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,730 gr/cm³. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,746% dan berdasarkan ASTM C 127 nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

3.9.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29. Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,62 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 1,59 gr/cm³. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,65 gr/cm³. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,56 gr/cm³ dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yang yaitu > 1,125 gr/cm³.

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

No	Pengujian	Contoh I	Contoh II	Contoh III	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	31050	31989	30630	31485
2	Berat wadah (gr)	6500	6500	6500	6500
3	Berat contoh (gr)	24550	25489	24130	24985
4	Volume wadah (cm ³)	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,59	1,65	1,56	1,62

3.9.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 33. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.10 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

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

Ukuran ayakan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Total berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
38,1 (1.5 in)	137	130	267	4,77	4,77	95,23
19.0 (3/4 in)	1015	910	1925	34,38	39,15	60,85
9.52 (3/8 in)	1130	1451	2581	46,10	85,25	14,75
4.75 (No. 4)	518	309	827	14,77	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	0	100
<i>Total</i>	2800	2800	5600	100		

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 = \frac{267}{5600} \times 100\% = 4,77 \%$$

$$\frac{3}{4} = \frac{1925}{5600} \times 100\% = 34,37 \%$$

$$\frac{3}{8} = \frac{2581}{5600} \times 100\% = 46,09 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{827}{5600} \times 100\% = 14,77 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 = 0 + 4,77 = 4,77 \%$$

$$\frac{3}{4} = 4,77 + 34,37 = 39,14 \%$$

$$\frac{3}{8} = 39,14 + 46,09 = 85,23 \%$$

$$\text{No.4} = 85,23 + 14,77 = 100,00 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 729,14

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{729,14}{100} \\ \text{FM} &= 7,29 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

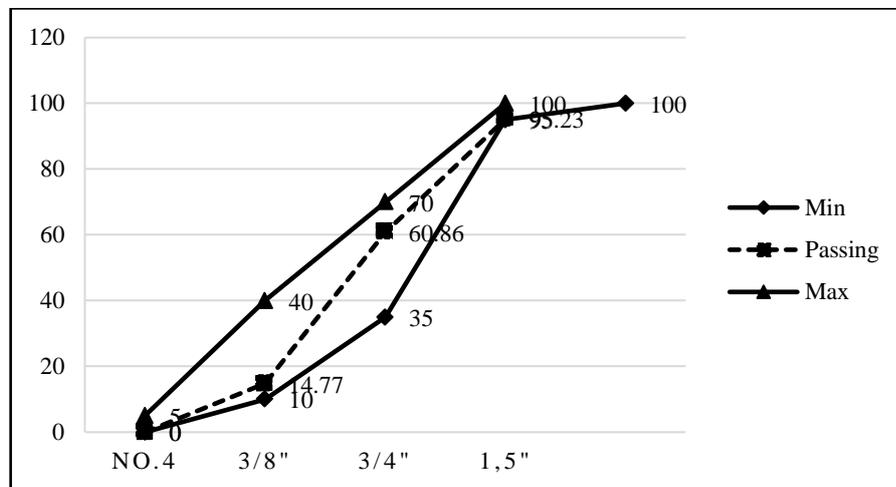
$$1,5 \quad = \quad 100 \quad - \quad 4,77 \quad = \quad 95,23 \quad \%$$

$$\frac{3}{4} \quad = \quad 100 \quad - \quad 39,14 \quad = \quad 60,86 \quad \%$$

$$\frac{3}{8} \quad = \quad 100 \quad - \quad 85,23 \quad = \quad 14,77 \quad \%$$

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

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



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

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

3.9.6. Keausan Agregat Dengan Mesin *LosAngeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33-1985 serta mengikuti buku panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat sample sebelum pengujian = 5000 gr
- Berat sample setelah pengujian = 4254 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.11

Tabel 3.11: Hasil pengujian keausan agregat.

Ukuran ayakan	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)
37,5 (1.5 in)	-	-
25 (1 in)	-	-
19.1 (3/4 in)	-	-
12.5 (1/2 in)	2500	1191
9.50 (No. 3/8 in)	2500	770
4.75 (No.4)	-	1393
2.36 (No. 8)	-	651
0.30 (No. 50)	-	-
0.15 (No. 100)	-	-
Pan	-	249
Total	5000	4254
Berat Lolos Saringan No. 12		746
<i>Abrasion</i> (keausan) %		14,92 %

$$\begin{aligned} \text{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{5000 - 4254}{5000} \times 100 \% = 14,92 \% \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles* diperoleh nilai Abrasi sebesar 14,92 % yang selanjutnya tersebut digunakan untuk pertimbangan proporsi campuran beton.

3.10. 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).

3.11. Pelaksanaan Penelitian

3.11.1. Trial Mix

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

3.11.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan sisi berukuran 15 cm x 30 cm yang berjumlah 12 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

3.11.3. Pengujian *Slump*

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

3.11.4. Perawatan Beton

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

3.11.5. Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} (\text{kg/cm}^2) \quad (1)$$

Keterangan :

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm²)

Jumlah sampel pengujian untuk setiap variasi direncanakan sebanyak 12 buah dapat dilihat pada Tabel 3.12

Tabel. 3.12: Jumlah variasi sampel pengujian beton.

NO	Variasi Campuran Beton	Jumlah Sampel Pengujian
		28 hari
1.	Beton normal	3 buah
2.	Beton dengan campuran serbuk kaca 4% + Sikacim 1 %	3 buah
3.	Beton dengan campuran serbuk kaca 8% + Sikacim 1 %	3 buah
4.	Beton dengan campuran serbuk kaca 12% + Sikacim 1 %	3 buah
Total		12 buah

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Data tersebut dapat dilihat Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Data-data analisis yang diperoleh saat penelitian.

Nama percobaan	Satuan	Hasil percobaan
Berat jenis agregat kasar	Gr/cm ³	2,696
Berat jenis agregat halus	Gr/cm ³	2,505
Kadar lumpur agregat kasar	%	0,7
Kadar lumpur agregat halus	%	3
Berat isi agregat kasar	Gr/cm ³	1,62
Berat isi agregat halus	Gr/cm ³	1,34
Kadar air agregat kasar	%	0,5
Kadar air agregat halus	%	0,9
FM agregat kasar		7,29
FM agregat halus		2,76
Penyerapan agregat halus	%	1,32
Penyerapan agregat kasar	%	0,746
Nilai slump rencana	Mm	30-60
Ukuran agregat maksimum	Mm	40

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 26 Mpa yang terlampir pada tabel 4.1 berdasarkan SNI 03-2834-2000.

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

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan		26 Mpa	
2	Deviasi Standar	-		12 Mpa	
3	Nilai tambah (margin)	-		5,7 Mpa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		43,7 Mpa	
5	Jenis semen			Tipe I	
6	Jenis agregat:	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
	- kasar - halus	Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
7	Faktor air-semen bebas	-		0,44	
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		60-180 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7		185 kg/m ³	
12	Jumlah semen	11:7		420,45 kg/m ³	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		420,45 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-		0,44	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 3.2		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.3		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 4.2		38%	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	-		2,624	
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2375 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1769,55 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		672,43 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1097,12 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	420,45	185	672,43	1097,12
- Tiap campuran uji m ³	1	0,44	1,60	3,61	

Tabel 4.2: Lanjutan.

No.	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai	
		Perhitungan			
24	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,23	0,98	3,56	5,81
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	420,45	190,52	669,60	1094,42
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,45	1,59	2,60
	Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,23	1	3,55	5,8

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

Tabel 4.3: Hasil perbandingan campuran bahan betontiap 1 benda uji dalam 1 m³.

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	420,45	669,60	1094,42	190,52
Perbandingan	1	1,59	2,60	0,45

a. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume silinder} &= \pi r^2 t \\
 &= (22/7) \times 7,5^2 \times 30 \\
 &= 5303,57 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,005304 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka:

1) Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak semen} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 420,45 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 2,23 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2) Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Banyak pasir} \times \text{Volume 1 benda uji}$$

$$= 669,60 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 3,55 \text{ kg}$$

3) Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Banyak kerikil} \times \text{Volume 1 benda uji}$$

$$= 1094,42 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 5,8 \text{ kg}$$

4) Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Banyak air} \times \text{Volume 1 benda uji}$$

$$= 190,52 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 1 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Tabel 4.4: perbandingan bahan beton untuk 1 benda uji (kg).

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	2,23	3,55	5,8	1

Tabel 4.5: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	4,77	$\frac{4,77}{100} \times$	5,8	0,28
$\frac{3}{4}$	34,38	$\frac{34,38}{100} \times$	5,8	1,99
$\frac{3}{8}$	46,10	$\frac{46,10}{100} \times$	5,8	2,67
No. 4	14,77	$\frac{14,77}{100} \times$	5,8	0,86
Total				5,8

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,28 kg, saringan $\frac{3}{4}$ sebesar 1,99 kg, saringan $\frac{3}{8}$ sebesar 2,67 kg dan

saringan no 4 sebesar 0,86 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 5,8 kg.

Tabel 4.6: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	1,95	$\frac{1,95}{100}$	x 3,55	0,07
No.8	7,77	$\frac{7,77}{100}$	x 3,55	0,27
No.16	18,18	$\frac{18,18}{100}$	x 3,55	0,64
No.30	27,68	$\frac{27,68}{100}$	x 3,55	0,98
No.50	28,23	$\frac{28,23}{100}$	x 3,55	1,00
No.100	13,54	$\frac{13,54}{100}$	x 3,55	0,48
Pan	2,64	$\frac{2,64}{100}$	x 3,55	0,09
Total				3,55

Berdasarkan Tabel 4.6 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,07 kg, saringan no 8 sebesar 0,27 kg, saringan no 16 sebesar 0,64 kg, saringan no 30 sebesar 0,98 kg, saringan no 50 sebesar 1,00 kg, saringan no 100 sebesar 0,48 kg, dan pan sebesar 0,09 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,55 kg.

b. Bahan tambah serbuk kaca

Untuk penggunaan bahan tambah menggunakan serbuk kaca 4%, 8% dan 12% dari berat semen.

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

$$= \frac{4}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$= \frac{4}{100} \times 2,23 \text{ kg}$$

$$= 0,0892 \text{ kg}$$

- Serbuk kaca yang dibutuhkan sebanyak 8% untuk 1 benda uji.

$$= \frac{8}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$= \frac{8}{100} \times 2,23 \text{ kg}$$

$$= 0,1784 \text{ kg}$$

- Serbuk kaca yang dibutuhkan sebanyak 12% untuk 1 benda uji.

$$= \frac{12}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$= \frac{12}{100} \times 2,23 \text{ kg}$$

$$= 0,2676 \text{ kg}$$

Tabel 4.7: Jumlah serbuk kaca terhadap berat semen.

No	Serbuk kaca (%)	Jumlah (kg)
1.	4	0,0892
2.	8	0,1784
3.	12	0,2676

c. Bahan tambah *sikacim concrete additive*

Untuk penggunaan bahan *sikacim concrete additive* 1% akan didapatkan dari jumlah semen yang akan digunakan.

Sikacim yang dibutuhkan sebanyak 1 % untuk 1 benda uji.

$$= \frac{1}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$= \frac{1}{100} \times 2,23 \text{ kg}$$

$$= 0,0223 \text{ kg}$$

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

- Semen yang dibutuhkan untuk 12 benda uji

$$= \text{Banyak semen 1 benda uji} \times 12 \text{ benda uji}$$

$$= 2,23 \times 12$$

$$= 26,76 \text{ kg}$$

- Pasir yang dibutuhkan untuk 12 benda uji
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 12
 - = $3,55 \times 12$
 - = $42,6 \text{ kg}$
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 12 benda uji
 - = Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 12
 - = $5,8 \times 12$
 - = $69,6 \text{ kg}$
- Air yang dibutuhkan untuk 12 benda uji
 - = Banyak air untuk 1 benda uji x 12
 - = 1×12
 - = 12 kg

Perbandingan untuk 12 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
26,76	:	42,6	:	69,9	:	12

Berdasarkan analisa saringan untuk 50 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Tabel 4.8: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat kasar}$
1,5"	4,77	3,32
3/4"	34,38	23,93
3/8"	46,10	32,09

Tabel 4.8. *lanjutan*

No.4	14,77	10,28
Total		69,62

Berdasarkan Tabel 4.8 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji ialah saringan 1,5” sebesar 3,32 kg, saringan 3/4” sebesar 23,93 kg, saringan 3/8” sebesar 32,09 kg dan saringan No.4 sebesar 10,28 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 12 benda uji sebesar 69,62 kg.

Sedangkan untuk berat tertahan setiap saringan untuk agregat halus dilihat berdasarkan Tabel 4.9 dalam 12 benda uji ialah saringan No.4 sebesar 0,83 kg, saringan No.8 sebesar 3,31 kg, saringan No.16 sebesar 7,74 kg, saringan No.30 sebesar 11,79 kg, saringan No.50 sebesar 12,03 kg, saringan No.100 sebesar 25,77 kg, dan Pan sebesar 1,12 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 16 benda uji sebesar 42,6 kg.

Tabel 4.9: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat halus}$
No.4	1,95	0,83
No. 8	7,77	3,31
No.16	18,18	7,74
No.30	27,68	11,79
No.50	28,23	12,03

Tabel 4.9. *lanjutan*

No.100	13,54	5,77
Pan	2,64	1,12
Total		42,6

4.1.1. Metode Pengerjaan Mix Design

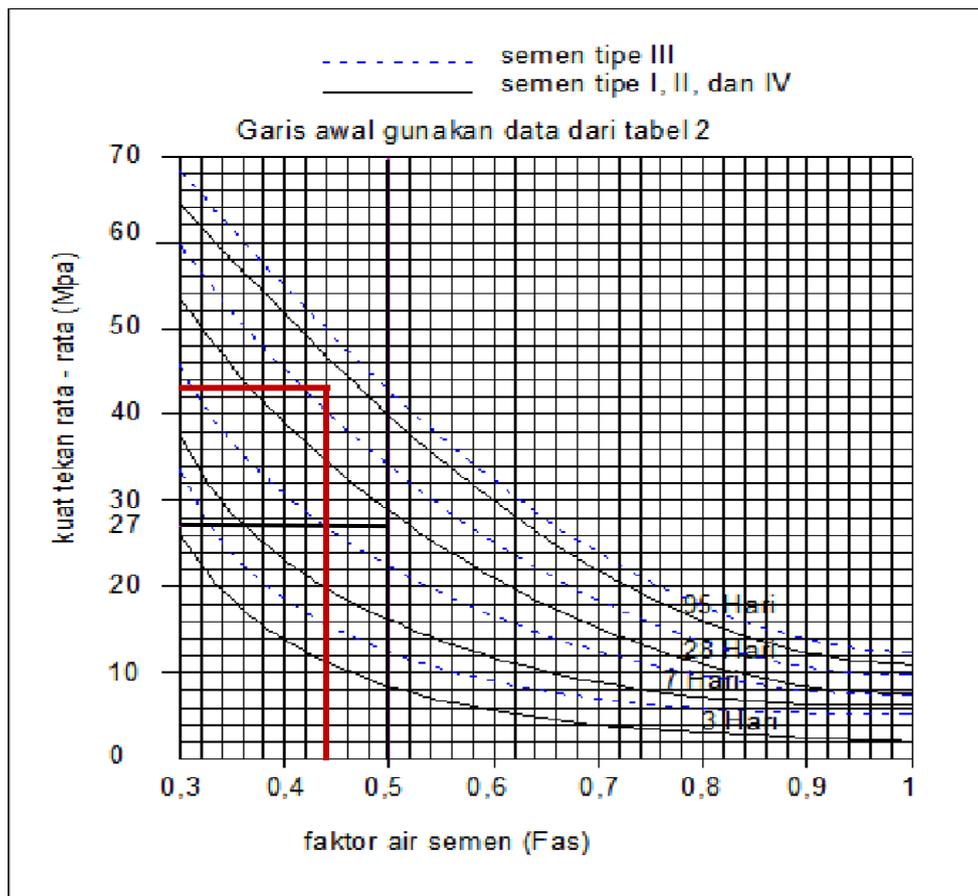
Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan yaitu 26 MPa untuk umur 28 hari.
- b. Menentukan nilai standar deviasi = 12 Mpa.
- c. Nilai tambah (margin) = 5,7 Mpa
- d. Kuat tekan rata-rata perlu f_{cr}

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan :

$$\begin{aligned}
 f_{cr} &= f_c + \text{standar deviasi} + \text{nilai tambah} \\
 f_{cr} &= 26 + 12 + 5,7 \\
 &= 43,7 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- e. Jenis semen yang digunakan adalah tipe I.
- f. Jenis agregat diketahui :
 - Agregat halus : Pasir alami
 - Agregat kasar : Batu pecah
- g. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 43,7 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada gambar 4.1.



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

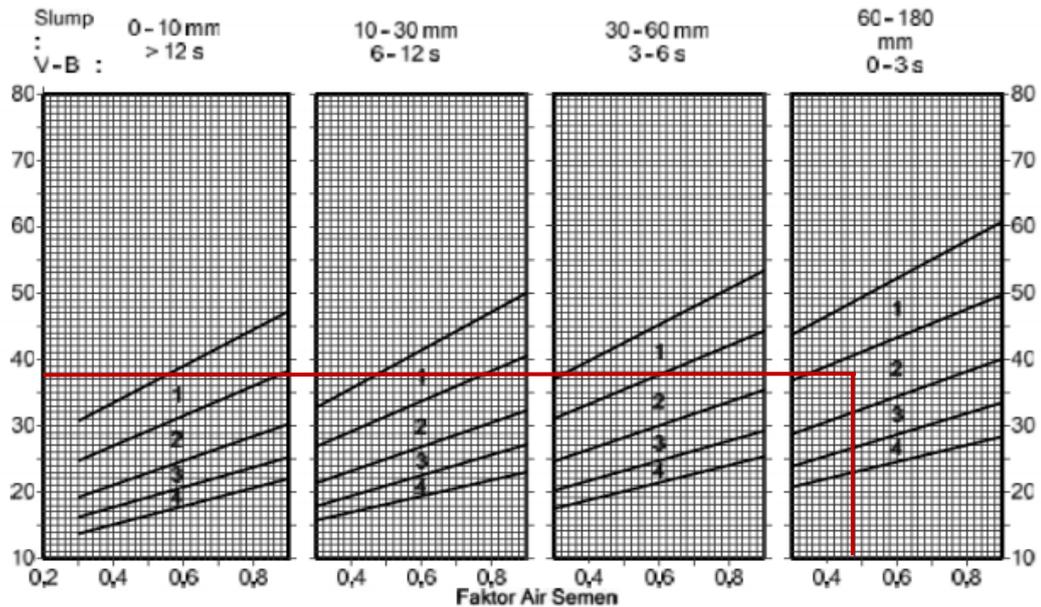
- h. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
- i. Nilai slump ditetapkan setinggi 60-180 mm.
- j. Ukuran agregat maksimum ditetapkan yaitu 40 mm.
- k. Jumlah kadar air bebas.

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

$$\begin{aligned}
 &= 2/3 W_h + 1/3 W_k \\
 &= (2/3 \times 175) + (1/3 \times 205) \\
 &= 185 \text{ kg/ m}^3
 \end{aligned}$$

- l. Jumlah semen, yaitu : $185/0.44 = 420,45 \text{ kg/m}^3$
- m. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin l.
- n. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada daerah gradasi pasir zona 2.

- o. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran ini dicari dengan cara melihat gambar 4.2 memilih kelompok ukuran butiran agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 60-180 mm dari nilai faktor air semen 0,44. Persentase agregat halus diperoleh nilai 38% pada daerah susunan butir nomor 2 pada Gambar 4.2.



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

- p. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus:

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

Dimana:

$B_j \text{ camp}$ = berat jenis agregat campuran.

B_{jh} = berat jenis agregat halus.

B_{jk} = berat jenis agregat kasar.

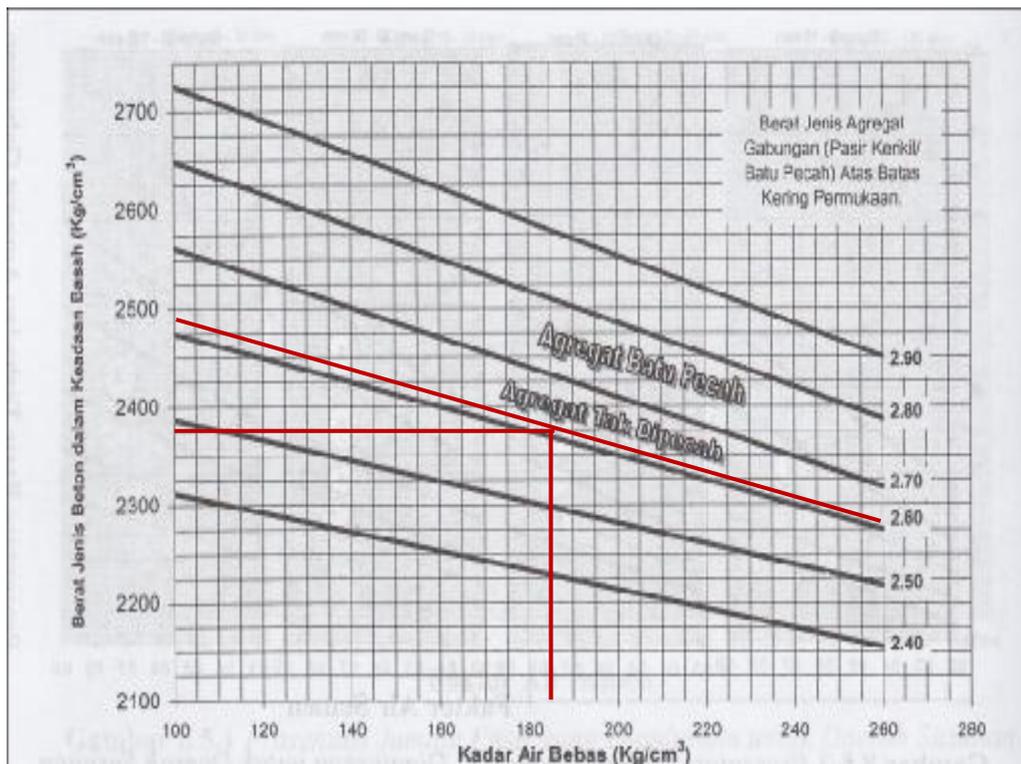
K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

$$\begin{aligned} B_j \text{ camp} &= (38/100 \times 2,5) + (62/100 \times 2,7) \\ &= 2,624 \end{aligned}$$

- q. Perkiraan berat isi beton

Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.3.



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

- r. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$W_{agr\ camp} = W_{btn} - W_{air} - W_{smn}$$

Dengan:

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

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

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

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

$$\begin{aligned} W_{agr\ camp} &= 2375 - (185 + 420,45) \\ &= 1769,55 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- s. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (o) dan (r). Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus:

$$W_{agr\ h} = K_h \times W_{agr\ camp}$$

Dengan:

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

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

$$\begin{aligned} W_{agr\ h} &= 0,38 \times 1769,55 \\ &= 672,43 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- t. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (o) dan (r). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan rumus:

$$W_{agr\ k} = W_{agr\ camp} - W_{agr\ h}$$

Dengan :

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

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

$$\begin{aligned} W_{agr\ k} &= 1769,55 - 672,43 \\ &= 1097,12 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- u. Proporsi campuran menurut, kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m^3 adukan.
- v. 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:

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100 \\ &= 185 - (0,9 - 1,32) \times 672,43/100 - (0,5 - 0,746) \times 1097,12/100 \\ &= 190,52 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times C/100 \\ &= 672,43 + (0,9 - 1,32) \times 672,43/100 \\ &= 669,60 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar} &= D + (D_k - D_a) \times D/100 \\ &= 1097,12 + (0,5 - 0,746) \times 1097,12/100 \\ &= 1094,42 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

Jadi, koreksi proporsi campuran per benda uji adalah :

$$\text{Air} = 190,52 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregat halus} = 669,60 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregat kasar} = 1094,42 \text{ kg/m}^3$$

Semen = 420,454 kg/m³

4.2. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran 15 x 30 cm, jumlah benda uji yang dibuat adalah sebanyak 12 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

a. Pengadukan beton.

Beton diaduk menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Untuk penggunaan air, air dibagi menjadi 3 bagian. Pertama tuang air ke dalam mixer 1/3 bagian, kemudian agregat kasar, lalu agregat halus, masukkan 1/3 air lagi, setelah itu masukkan semen, terakhir masukkan 1/3 air terakhir ke dalamnya. Mixer dikondisikan agar campuran teraduk dengan tampak rata dan homogen. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

b. Pencetakan.

Sebelum beton dimasukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah disediakan, masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sekop. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu dilakukan pemadatan dengan cara dirojok/tusuk menggunakan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul-pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

c. Pemeliharaan beton.

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

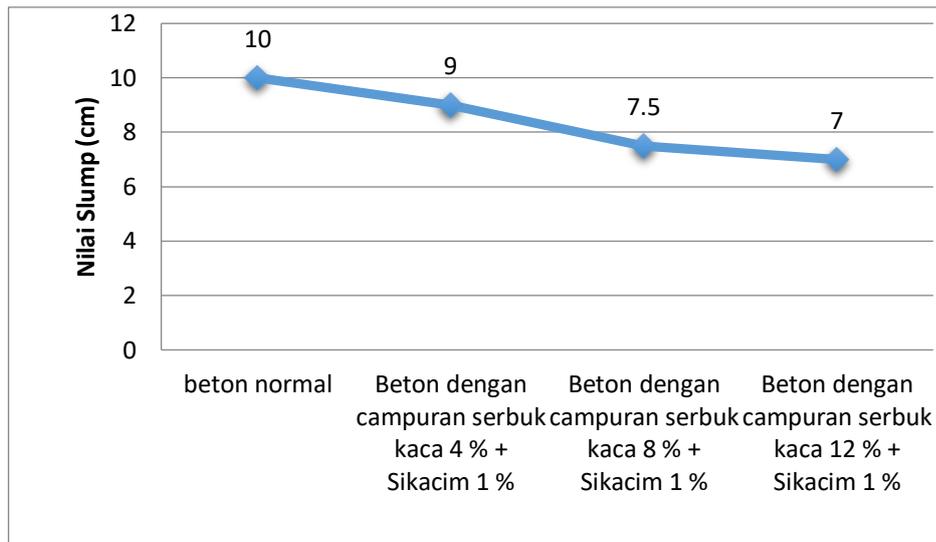
4.3. Slump Test

Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2,5 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

Tabel 4.10: Hasil pengujian nilai *slump*.

No	Variasi	Tinggi Slump
1	Beton Normal	10,5 cm
2	Serbuk kaca 4% + <i>Sikacim</i> 1%	9 cm
3	Serbuk kaca 8% + <i>Sikacim</i> 1%	7,5 cm
4	Serbuk kaca 12% + <i>Sikacim</i> 1%	7 cm

Berdasarkan Tabel 4.10 menjelaskan perbandingan nilai slump antara beton normal, beton dengan serbuk kaca 4% dan *sikacim* 1%, beton dengan serbuk kaca 8% dan *sikacim* 1%, beton dengan serbuk kaca 12% dan *sikacim* 1%, dimana pada beton normal didapatkan nilai *slump* tertinggi yaitu 10 cm, sedangkan beton dengan campuran serbuk kaca dan *sikacim* mengalami penurunan pada nilai slump. Berikut pada Gambar 4.4 dapat dilihat grafik naik dan turunnya nilai *slump*.



Gambar 4.4: Grafik perbandingan nilai *slump*.

Berdasarkan gambar 4.4 menjelaskan bahwa semakin banyak persentase serbuk kaca dan bahan tambah sikacim 1% maka semakin menurun nilai slump yang di dapat. Hal ini di karenakan *Sikacim concrete additive* berfungsi mempercepat pengerasan beton.

3.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan panjang 30 cm sebanyak 12 buah, seperti pada Gambar 4.5, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.5: Kuat tekan pada benda uji.

3.4.1. Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton normal rendaman air tawar 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Berdasarkan Tabel 4.11 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan belah beton rata-rata sebesar 26,74 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4.11: Hasil pengujian tekan beton normal

Benda Uji	Berat Benda Uji (kg)	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P}{A}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{cs} / 0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari					
1	12612	40000	22,19	26,74	26,74
2	12525	40500	22,47	27,07	
3	12345	39500	21,91	26,41	

3.4.2. Kuat Tekan Beton Dengan campuran serbuk kaca 4 % + *sikacim* 1%

Pengujian beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 4 % + *sikacim* 1% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 4 % + *sikacim* 1% rendaman air tawar 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Berdasarkan Tabel 4.12 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 4 % + *sikacim* 1% 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 4 % + *sikacim* 1% yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan belah beton rata-rata sebesar 27,02 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4.12: Hasil pengujian tekan beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 4% + *sikacim* 1%

Benda Uji	Berat Benda Uji (kg)	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P}{A}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari					
1	12100	42000	23,77	26,71	27,02
2	12369	43000	24,34	27,34	
3	12050	42500	24,04	27,01	

3.4.3. Kuat Tekan Beton Dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 8% + *sikacim* 1%

Pengujian beton dengan Dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 8% + *sikacim* 1% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan Dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 8% + *sikacim* 1% rendaman air tawar 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Berdasarkan Tabel 4.13 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 8% + *sikacim* 1% 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 8% + *sikacim* 1% yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan belah beton rata-rata sebesar 27,55 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4.13: Hasil pengujian tekan beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 8% + *sikacim* 1%.

Benda Uji	Berat Benda Uji (kg)	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P}{A}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari					
1	12726	41000	23,21	27,97	27,55
2	12678	42000	23,77	26,70	

Tabel 4.13: *lanjutan*

3	12400	44000	24,91	27,98
---	-------	-------	-------	-------

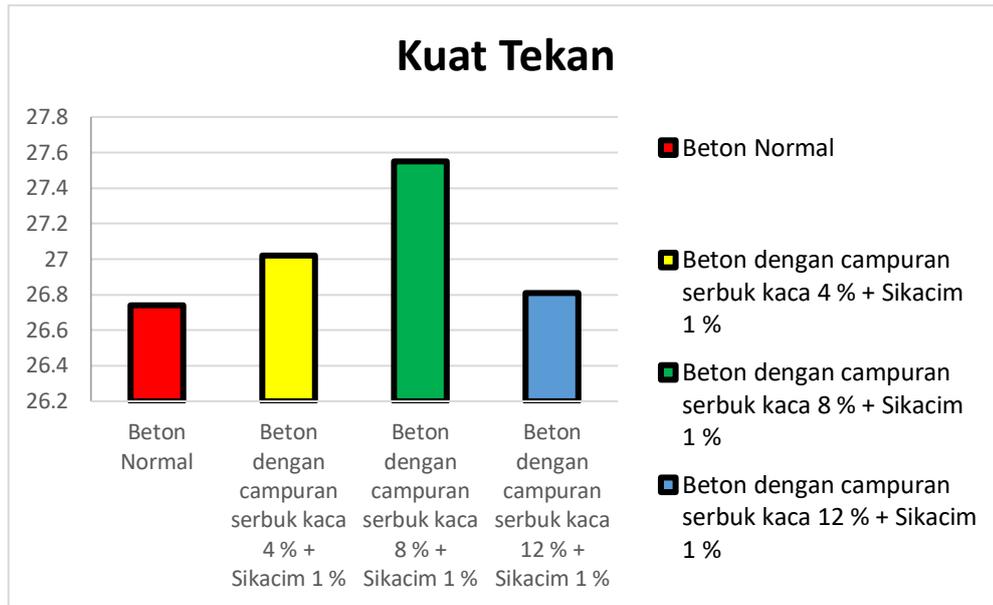
3.4.4. Kuat Tekan Beton Dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 12% + *sikacim* 1%.

Pengujian beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 12% + *silacim* 1% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 12% + *silacim* 1% rendaman air tawar 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Berdasarkan Tabel 4.14 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 12% + *silacim* 1% 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 12% + *silacim* 1% yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan belah beton rata-rata sebesar 26,81 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4.14: Hasil pengujian tekan beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 12% + *silacim* 1%.

Benda Uji	Berat Benda Uji (kg)	Beban (P) (kg)	$f_c = \frac{P}{A}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct}/0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari					
1	12566	40000	22,64	25,43	26,81
2	12809	42000	23,77	26,70	
3	12756	44500	25,19	28,30	



Gambar 4.5: Grafik persentase nilai kuat tekan beton umur 28 hari

Dari hasil Gambar 4.6, menunjukkan bahwa penambahan *sikacim* 1% + serbuk kaca pada beton 28 hari dapat meningkatkan kuat tekan beton. Beton yang memiliki kuat tekan optimum terjadi pada beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 8% + *sikacim* 1% dengan nilai 27,55 Mpa. Hasil kuat tekan rata-rata paling rendah diperoleh pada beton dengan substitusi parsial semen serbuk kaca 12% + *sikacim* 1% pada umur 28 hari sebesar 26,81 Mpa. Penggunaan serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen beton berpengaruh terhadap kuat tekan beton karena menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dari beton normal. Berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari kenaikannya tidak terlalu signifikan. Untuk hasil nilai f_c pada penelitian ini untuk beton normal pada 28 hari memperoleh nilai f_c sebesar 22,14 Mpa. Nilai tersebut masih dibawah dari nilai kuat tekan rencana 26 Mpa.

3.5. Pembahasan

Bila dibandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan serbuk kaca 4% dan *sikacim* 1%, serbuk kaca 8% dan *sikacim* 1%, serbuk kaca 12% dan *sikacim* 1%. mengalami perbedaan kenaikan dan penurunan kuat tekan dan ketahanannya. Berdasarkan rata-rata kuat tekan beton dengan bahan tambahannya

maka didapatkan Persentase kenaikan kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- Pengisian serbuk kaca 4% dan *sikacim* 1%

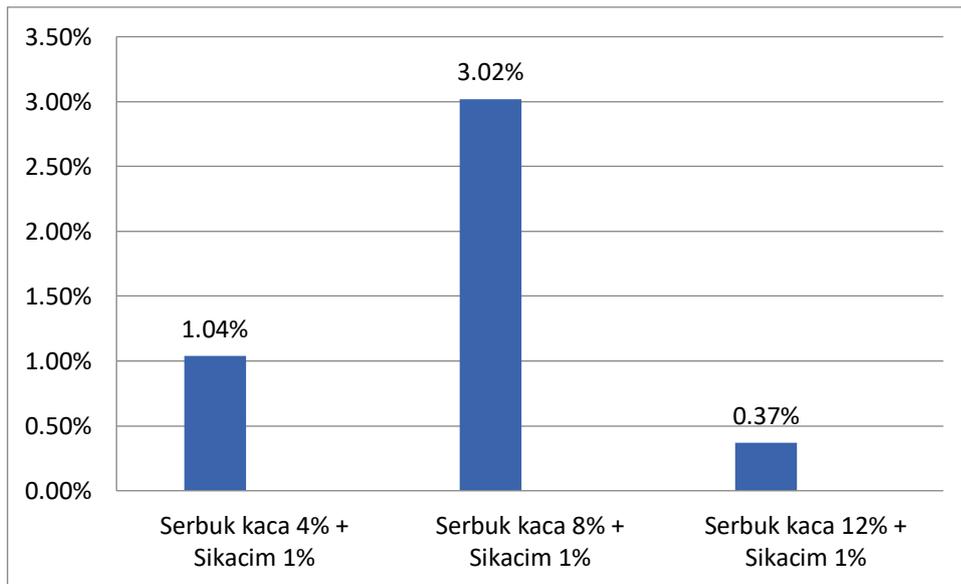
$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{27,02 - 26,74}{26,74} \times 100\% \\ &= 1,04\% \end{aligned}$$

- Pengisian serbuk kaca 8% dan *sikacim* 1%

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{27,55 - 26,74}{26,74} \times 100\% \\ &= 3,02\% \end{aligned}$$

- Pengisian serbuk kaca 12% dan *sikacim* 1%

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{26,81 - 26,74}{26,74} \times 100\% \\ &= 0,37\% \end{aligned}$$



Gambar 4.6: Grafik persentase kenaikan kuat tekan beton 28 hari.

Perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan serbuk kaca 4% dan *sikacim* 1%, serbuk kaca 8% dan *sikacim* 1%, dan serbuk kaca 12% dan *sikacim* 1, persentasenya mengalami kenaikan.

Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai kenaikan kuat tarik belah beton. Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat menaikkan

kuat tekan beton meskipun kenaikannya tidak terlalu signifikan. Adapun faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi adalah karena persentase serbuk kaca yang memang digunakan untuk menaikkan kuat tekan beton, dan keserasian serbuk kaca dengan zat di dalam *sikacim concrete additiv* semakin membuat kuat tekan beton semakin tinggi. Persentase paling tinggi berada pada beton dengan variasi serbuk kaca 8% dan *sikacim concrete additiv*, 1% sebesar 3,02 % untuk umur beton 28 hari.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Dengan penambahan limbah serbuk kaca yang digunakan secara bersamaan dengan *sikacim concrete additive* memiliki kesesuaian zat yang mengakibatkan kenaikan kuat tekan beton pada variasi 4% , 8%, 12%. Ini membuktikan bahwa limbah serbuk kaca dan *sikacim concrete additive* dapat menambah kuat tekan beton.
2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk nilai *slump* rata-rata beton adalah sebagai berikut :
 - *Slump* beton normal : 10,5cm
 - *Slump* beton Serbuk kaca 4% + *Sikacim* 1% 9 cm
 - *Slump* beton Serbuk kaca 4% + *Sikacim* 1% 7,5 cm
 - *Slump* beton Serbuk kaca 4% + *Sikacim* 1% 7 cm

Dari data tersebut terlihat bahwa nilai *slump* dipengaruhi oleh penggunaan serbuk kaca dan *sikacim concrete additiv*. Semakin besar kandungan serbuk kaca maka semakin kecil nilai *slump* nya. Semakin kecil nilai *slump* berarti tingkat kemudahan pengerjaannya (*workability*) semakin rendah.

3. Berdasarkan data nilai kuat tekan beton pada pembahasan, jika dibandingkan dengan variasi beton yang lain. Maka diperolehlah beton dengan kuat tekan beton optimum pada campuran beton dengan menggunakan serbuk kaca 8% dan *sikacim concrete additive* 1% dengan kuat tekan beton rata-rata 27,55 MPa melebihi kuat tekan beton rencana yaitu: 26 Mpa

5.2. Saran

1. Pada saat pembuatan campuran beton perlu diperhatikan kekentalan campuran, sesuai nilai slump yang direncanakan.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pemakaian serbuk kaca dan *sikacim concrete additiv* dengan variasi yang lebih banyak lagi, agar dapat mengetahui sampai batas persentase dimana yang mampu membuat kuat tekan naik dan tidak turun lagi.
3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan alat-alat yang memadai agar hasil yang didapat lebih akurat lagi.
4. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bahan kimia yang berbeda.
5. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk meninjau kuat tekan dan kuat lentur pada beton campuran serbuk kaca dan *sikacim concrete additive*.

DAFTAR PUSTAKA

- “6 5 9 2),.” 2002.
- Adman, Mulyati dan Aidi. 2019. “Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Sikacim Concrete Additive terhadap Kuat Tekan Beton Normal.” 6(2): 38–45.
- Ariyani, N1), Laia, P2). “Ariyani, N1), Laia, P2).” : 1–11.
- Ii, B A B, dan Tinjauan Pustaka. 2012. “Pengertian Beton1.”
- Iii, B A B. 2003. “Bab iii landasan teori 3.1.” : 15–48.
- Indonesia, Peraturan Beton. 2010. “Agregat.” *Nugroho, E K O Hindaryanto. Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta*: 54.
- Masalah, A Latar Belakang. 2012. “Bab I Pendahuluan
- Oliver, J. 2013. “No Title No Title.” *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9): 1689–99.
- Pandiangan, Jaya, Monita Olivia, dan Lita Darmayanti. 2014. “Ketahan Beton Mutu Tinggi Di Lingkungan Asam.” 12(7): 1483–90.
- Prof. Dr.Ir.Han Ay Lie, M.Eng. 2017. “Pengantar Teknologi Beton.” 3.
- Sugiyanto dkk, 2000. 2017. “Pengertian beton.” *Kevin Lincolen, Fakultas Teknik Universitas Lampung*.
- Tanzil, Gunawan. 2013. “Variasi Bubuk Kaca Substitusi Sebagian Semen Dengan.” 1(1): 3–7.



FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

LEMBAR ASISTENSI
PROPOSAL

PENGARUH SERBUK KACA PADA KUAT TEKAN SEBAGAI
SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN DENGAN BAHAN TAMBAH SIKACIM
CONCRATE ADDTIVE

NAMA : RAHMAD HIDAYAT

NPM : 1607210036

KELAS : A.2 Struktur

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	18/2/2020	- Lengkapi data 2 pembuat pada bab 1 & 2.	Y R.
2.	27/2/2020	- tambahkan data 2 tabel pembuat semen dengan format TA Pabrik tipe	Y R.
3.	3/3/2020	- Revisi tabel pada setiap bab, format buku kanan	Y R.
4.	4/3/2020	Ace sesuai program	Y R.

DOSEN PEMBIMBING

 4/3/2020

Dr. Fahrizal Zulkarnain



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mochtar Hasri No. 3 Medan 20210

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rahmad Hidayat
NPM : 1607210036
Jurusan : Teknik Sipil
Judul TA : Pengaruh Serbuk Kaca Pada Kuat Tekan Sebagai Substitusi Parsial Semen Dengan Bahan Tambah *Sikactm Concrete Additive*

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF

DOSEN PEMBIMBING,

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Rahmad Hidayat
NPM : 1607210036
Judul T.Akhir : Pengaruh Serbuk Kaca Pada Kuat Tekan Sebagai Substitusi Parsial Semen Dengan Bahan Tambah Sikacim Concrete Additive

Dosen Pembimbing - I : DR. Fahrizal Z.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - I : DR. Ade Faisal S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : Rizki Efrida S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - cek Skripsi asli ke rekes
 - Tuti panduan penulisan
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan

.....
.....
.....

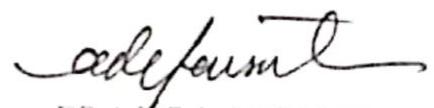
Medan 17 Rab. Awal 1442H
03 Nopember 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



DR. Fahrizal Z.S.T.M.Sc

Dosen Pembimbing- I



DR. Ade Faisal S.T.M.Sc

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Rahmad Hidayat
NPM : 1607210036
Judul T.Akhir : Pengaruh Serbuk Kaca Pada Kuat Tekan Sebagai Substitusi Parsial Semen Dengan Bahan Tambah Sikacim Concrete Additive

Dosen Pembimbing - I : DR. Fahrizal Z.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - I : DR. Ade Faisal S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : Rizki Efrida S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

- cek Skripsi oleh Korektor
- Kuti panduan penulisan!

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan

Medan 17 Rab Awal 1442H
03 Nopember 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



DR. Fahrizal Z.S.T.M.Sc

Dosen Pembimbing- I



DR. Ade Faisal S.T.M.Sc

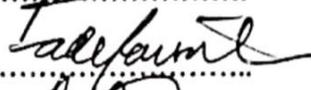
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**

Peserta seminar

Nama : Rahmad Hidayat

NPM : 16072100036

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Serbuk Kaca Pada Kuat Tekan Sebagai Substitusi Parsial Semen Dengan Bahan Tambah Sikacim Concrete Additive.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc	:	
Pembanding – I	: DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc	:	
Pembanding – II	: Rizki Efrida.S.T.M.T	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 17 Rab. Awal 1442 H

03 Nopember 2020 M

Ketua Prodi. T.Sipil



DR. Fahrizal Z.S.T.M.Sc

LAMPIRAN



Gambar L1: Dokumentasi persiapan penelitian



Gambar L3: Dokumentasi pemeriksaan bahan agregat penelitian



Gambar L3: Dokumentasi persiapan pembuatan benda uji penelitian



Gambar L4: Dokumentasi proses pengecoran pembuatan benda uji penelitian



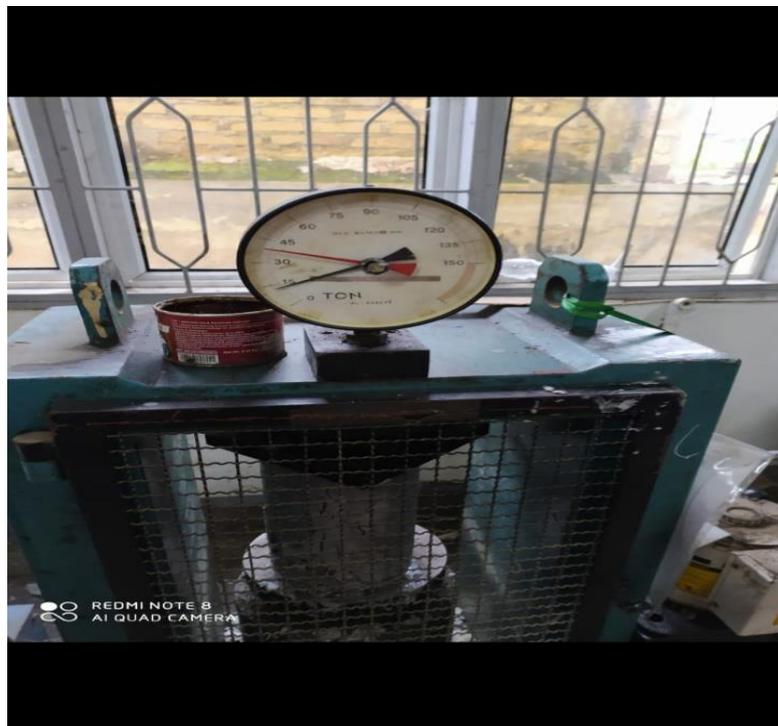
Gambar L5: Dokumentasi proses pengecoran pembuatan benda uji penelitian



Gambar L6: Dokumentasi proses pencetakan benda uji penelitian



Gambar L7: Dokumentasi proses perendaman beton 28 hari



Gambar L9: Dokumentasi pengujian kuat tekan beton



Gambar L10: Dokumentasi bahan tambah *Sikacim Concrete Additive*



Gambar L11: Dokumentasi bahan tambah Serbuk Kaca

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR DIRI PESERTA

Nana Lengkap : RAHMAD HIDAYAT
Panggilan : RAHMAD
Tempat/Tanggal Lahir : Mitem, 05 Februari 1998
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Desa. Suka karya
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : RUSTIM
Ibu : RINI DAWATI
No. HP : 081240038657
E-mail : Rahmad04hidayat@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1607210036
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jln.Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No.	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat
1.	Sekolah Dasar	SD NEGERI 2 SIMEULUE BARAT
2.	SMP	SMP NEGERI 2 SIMEULUE TIMUR
3.	SMA	SMA NEGERI 1 SIMEULUE TIMUR
4.	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2016	