

**PERENCANAAN BETON MUTU TINGGI DENGAN  
PERBANDINGAN BAHAN TAMBAH *SIKAGROUT 215 NEW***

**SKRIPSI**

**Disusun oleh:**

**WAHYUDI MAHENDRA**  
**NPM: 178110101**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2022**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/11/22

Access From (repository.uma.ac.id)17/11/22

**PERENCANAAN BETON MUTU TINGGI DENGAN  
PERBANDINGAN BAHAN TAMBAH *SIKAGROUT 215 NEW***

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam  
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu  
Universitas Medan Area

**Disusun oleh:**

**WAHYUDI MAHENDRA**

**NPM: 178110101**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2022**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/11/22

Access From (repository.uma.ac.id)17/11/22

## LEMBAR PENGESAHAN

# PERENCANAAN BETON MUTU TINGGI DENGAN PERBANDINGAN BAHAN TAMBAH *SIKAGROUT 215 NEW*

## SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam  
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu  
Universitas Medan Area

Disusun Oleh

WAHYUDI MAHENDRA

NPM : 178110101

Disetujui,

Pembimbing I

Ir. Nurmaidah..MT  
NIDN : 0108016101

Pembimbing II

Suranto..ST..MT  
NIDN : 0129127605

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Rahmad Syah..S.Kom..M.kom  
NIDN : 01050588004

Ketua Prodi Teknik Sipil



Heru Santoso..ST..MT  
NIDN : 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/11/22

Access From (repository.uma.ac.id)17/11/22

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wahyudi Mahendra

NIM : 178110101

Judul : Perencanaan Beton Mutu Tinggi Dengan Perbandingan  
Bahan Tambah *SikaGrout 215 New*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Medan, 20 September 2022

Yang membuat pernyataan



Wahyudi Mahendra

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

### TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wahyudi Mahendra

NIM : 178110101

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty- Free Right) atas karya saya yang berjudul Perencanaan Beton Mutu Tinggi Dengan Perbandingan Bahan Tambah SikagROUT 215 New. Beserta Perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 30 September 2022

Yang membuat pernyataan



Wahyudi Mahendra

178110101

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini hingga selesai. Skripsi ini berjudul “Perencanaan Beton Mutu Tinggi Dengan Perbandingan bahan tambah *SikaGrout 215 New*”, dan dapat dikatakan sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana teknik dari Universitas Medan Area.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengetahuan dan pengalaman praktis dan perbandingan mengenai teori-teori yang didapat dibangku kuliah dengan dilapangan. Karena dengan demikian setelah tamat nantinya seorang sarjana teknik sipil diharapkan mampu memiliki skill yang baik dalam mengelola proyek-proyek dibidang teknik sipil. Seorang sarjana tidak akan berarti apa-apa jika yang didapatkan hanya teori saja ketika berada dibangku kuliah, akan tetapi seorang sarjana sipil harus mampu menjawab tantangan zaman yang semakin kompetitif terutama dibidang konstruksi.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini dapat terselesaikan karena bantuan banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S. Kom, M. Kom, selaku Dekan Universitas Medan Area.

3. Bapak Hermansyah, M.T, selaku kaprodi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Ibu Ir. Nurmaidah, M.T, selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Suranto, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing II.
6. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua staff laboratorium Teknik Sipil Unika Santo Thomas Medan yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan riset di lab tersebut.
7. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya yang telah banyak memberi kasih sayang dan dukungan moral maupun materi serta Doa yang tiada henti.
8. Ucapan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu dalam melakukan riset ini.

Penulis menyadari bahwa isi maupun teknik penulisannya jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritikan maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif demi menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya para pembaca sekalian.

Medan, 30 September 2022

Hormat Saya,



Wahyudi Mahendra  
178110101

## DAFTAR ISI

**LEMBAR PENGESAHAN**

**HALAMAN PERNYATAAN**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Review Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Dasar Teori .....	7
2.3 Bahan Penyusun Beton.....	13

2.3.1 Semen Portland .....	13
2.3.2 Agregat Kasar .....	18
2.3.3 Agregat Halus .....	24
2.3.4 Air .....	26
2.3.5 Bahan Tambah <i>SikaGrout 215 New</i> .....	29
2.4 Perencanaan Campuran Beton.....	32
2.4.1 Workability .....	37
2.4.2 Segregasi .....	38
2.4.3 <i>Bleeding</i> .....	38
2.5 Perawatan Beton.....	39
2.6 Umur Beton .....	40
2.7 Kuat Tekan Beton.....	41
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>43</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	43
3.2 Bahan atau Material.....	43
3.3 Alat .....	43
3.4 Tahapan Penelitian .....	44
3.5 Analisa Data .....	47
3.6 Bagan Alir Penelitian .....	49

<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>50</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	50
4.1.1 Pemeriksaan Agregat Halus.....	50
4.1.2 Pemeriksaan Agregat Kasar.....	54
4.1.3 Perencanaan Mix Design.....	60
4.1.4 Hasil Pengujian Slump.....	66
4.1.5 Perawatan Beton.....	66
4.1.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	67
4.2 Pembahasan.....	69
4.2.1 Slump Test.....	69
4.2.2 Kuat Tekan.....	70
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>71</b>
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

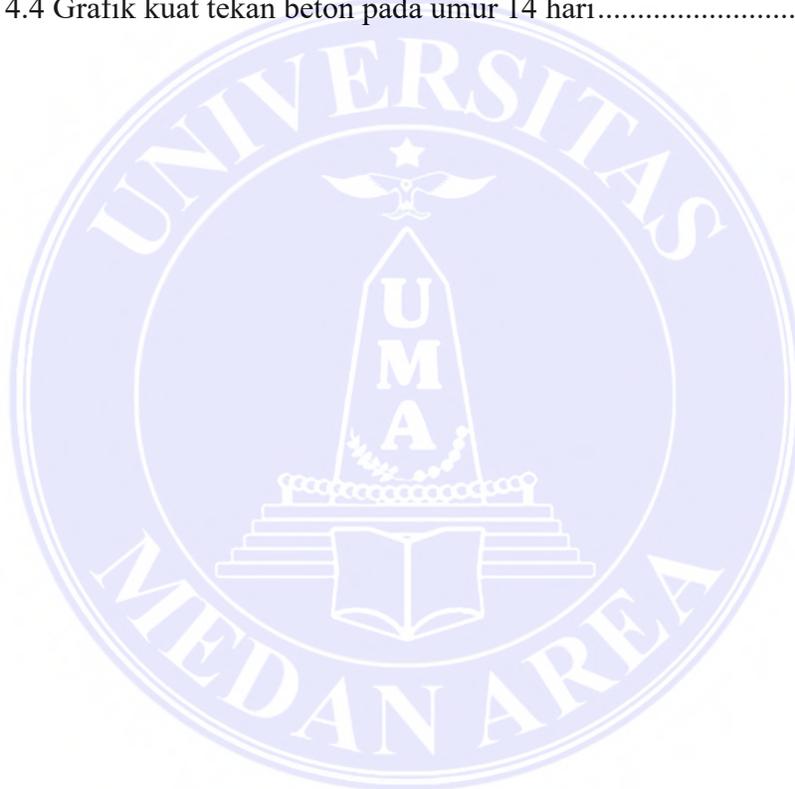
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan bahan-bahan kimia dalam bahan baku semen.....	14
Tabel 2.2	Syarat Kimia Semen Portland .....	16
Tabel 2.3	Fungsi senyawa pada Semen Portland .....	17
Tabel 2.4	Gradasi Kerikil .....	23
Tabel 2.5	Gradasi Pasir .....	25
Tabel 2.6	Faktor pengali untuk standar deviasi bila data kurang dari 30.....	34
Tabel 2.7	Kuat tekan rata – rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar .....	34
Tabel 2.8	Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) beton dengan FAS dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia .....	36
Tabel 3.1	Jumlah benda uji untuk tiap campuran.....	46
Tabel 4.1	Hasil Pemeriksaan Analisa Ayak Agregat Halus.....	51
Tabel 4.2	Pemeriksaan Berat Benda Uji Untuk BJ dan Daya Serap Agregat halus.	52
Tabel 4.3	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Daya Serap Agregat Halus.....	52
Tabel 4.4	Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus.....	53
Tabel 4.5	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus .....	53
Tabel 4.6	Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus.....	54
Tabel 4.7	Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus .....	54
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Agregat Halus .....	54
Tabel 4.9	Hasil Pemeriksaan Analisa Ayak Agregat Kasar.....	55
Tabel 4.10	Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar.....	57

Tabel 4.11	Pemeriksaan Berat Benda Uji Untuk BJ dan Daya Serap Agregat Kasar	57
Tabel 4.12	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Daya Serap Agregat Kasar.....	58
Tabel 4.13	Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar.....	58
Tabel 4.14	Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar .....	58
Tabel 4.15	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar .....	59
Tabel 4.16	Rekap Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	59
Tabel 4.17	Uraian Perencanaan Mix Design.....	63
Tabel 4.18	Komposisi Campuran Beton Sebelum Koreksi.....	64
Tabel 4.19	Komposisi Campuran Beton Sesudah Koreksi .....	64
Tabel 4.20	Hasil jumlah kebutuhan bahan untuk 1 kubus beton.....	65
Tabel 4.21	Hasil pengujian nilai slump.....	66
Tabel 4.22	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 hari.....	67
Tabel 4.23	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 hari.....	68

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	49
Gambar 4.1 Grafik hasil pemeriksaan gradasi agregat halus.....	51
Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Kasar.....	56
Gambar 4.3 Grafik kuat tekan beton pada umur 7 hari.....	68
Gambar 4.4 Grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari.....	69



## DAFTAR NOTASI

S = Deviasi Standart

M = Nilai Tambah

N = Banyaknya Nilai Kuat Tekan Beton

$F_{cr}$  = Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)

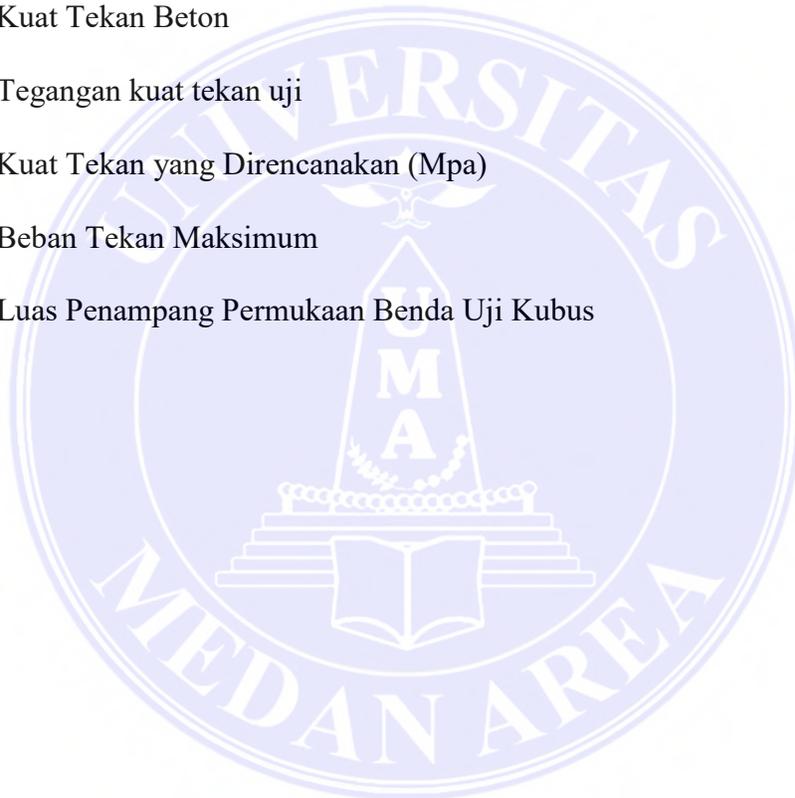
$F_c$  = Kuat Tekan Beton

$\sigma$  = Tegangan kuat tekan uji

$F_c'$  = Kuat Tekan yang Direncanakan (Mpa)

P = Beban Tekan Maksimum

A = Luas Penampang Permukaan Benda Uji Kubus



## ABSTRAK

Perkembangan dalam dunia konstruksi bangunan sangat pesat sehingga para produsen berlomba – lomba menciptakan teknologi baru dalam bidang konstruksi salah satunya bahan tambah agar bangunan tersebut memadai dan kuat, maka dari itu penelitian ini adalah merencanakan beton mutu tinggi dengan perbandingan bahan tambah *SikaGrout 215 New*, pada penelitian ini menggunakan metode perancangan campuran beton SNI 03-2834-2000. Kuat tekan beton menggunakan sikagrout 215 new pada umur 7 hari didapat pada didapat kuat tekan beton pada variasi 0 % sebesar  $257,96 \text{ kg/cm}^2$ , mengalami penurunan pada variasi 0,3 % sebesar  $204,48 \text{ kg/cm}^2$ , kenaikan pada variasi 0,6 % sebesar  $263,58 \text{ kg/cm}^2$ , kenaikan kuat tekan pada variasi 0,9 % sebesar  $282,93 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan pada umur 14 hari didapat kuat tekan beton pada variasi 0 % sebesar  $287,33 \text{ kg/cm}^2$ , penurunan pada variasi 0,3 % sebesar  $271,92 \text{ kg/cm}^2$ , kenaikan pada variasi 0,6 % sebesar  $287,42 \text{ kg/cm}^2$ , dan kenaikan kuat tekan pada variasi 0,9 % sebesar  $400,54 \text{ kg/cm}^2$ . Hasil uji kuat tekan beton mutu tinggi menggunakan sikagrout 215 new mengalami peningkatan kuat tekan dibandingkan dengan beton tanpa sikagrout 215 new.

**Kata kunci :** Kuat tekan beton, beton mutu tinggi, sikagrout 215 new

## ABSTRACT

*Developments in the world of building construction are very rapid so that manufacturers are competing to create new technologies in the field of construction, one of which is added materials so that the building is adequate and strong, therefore this research is planning high quality concrete with a ratio of added materials SikaGrout 215 New, in research This method uses the SNI 03-2834-2000 concrete mix design method. The compressive strength of concrete using sikagrout 215 new at the age of 7 days was obtained at the obtained compressive strength of concrete at 0% variation of 257.96 kg/cm<sup>2</sup>, decreased in 0.3% variation of 204.48 kg/cm<sup>2</sup>, increased in variation 0, 6 % is 263.58 kg/cm<sup>2</sup>, the increase in compressive strength at 0.9% variation is 282.93 kg/cm<sup>2</sup>. While at the age of 14 days, the compressive strength of concrete at 0% variation was 287.33 kg/cm<sup>2</sup>, a decrease in 0.3% variation was 271.92 kg/cm<sup>2</sup>, an increase in 0.6% variation was 287.42 kg/cm<sup>2</sup>. , and the increase in compressive strength at a variation of 0.9% is 400.54 kg/cm<sup>2</sup>. The results of the compressive strength test of high-strength concrete using Sikagrout 215 new experienced an increase in compressive strength compared to concrete without Sikagrout 215 new.*

**Keywords** : *compressive strength of concrete, high strength concrete, sikagrout 215 new*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dalam dunia konstruksi bangunan sangat pesat sehingga para produsen berlomba – lomba menciptakan teknologi baru dalam bidang konstruksi salah satunya bahan tambah agar bangunan tersebut memadai dan kuat. Semua bangunan tersebut membutuhkan struktur bangunan yang kokoh dan mampu menopang beban dari bangunan tersebut agar tidak terjadi keruntuhan bangunan. Semakin banyak masyarakat yang berada didalam konstruksi bangunan maka pemilik bangunan dituntut untuk membangun dengan tingkat keselamatan yang tinggi.

Beton merupakan material struktur yang umum digunakan karena penggunaannya yang sangat luas dalam bidang konstruksi bangunan sipil. Ada berbagai jenis beton yang biasanya digunakan dalam konstruksi salah satunya beton mutu tinggi.

Pemilihan bahan pembuatan sangat penting untuk mendapatkan mutu beton yang diinginkan. Beton harus direncanakan sebaik mungkin dengan memilih material yang berkualitas supaya dapat berfungsi dengan semestinya dan mampu melayani kebutuhan pembangunan gedung, jembatan, jalan raya, atau yang berhubungan dengan beton agar sesuai dengan yang telah direncanakan. Jika ingin mendapatkan beton dengan mutu dan keawetan yang tinggi, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, meliputi faktor air semen (fas), agregat (baik halus maupun kasar), dan penggunaan bahan tambah.

Penggunaan bahan tambah dalam beton haruslah dengan kadar yang tepat agar dapat menghasilkan beton mutu tinggi sesuai dengan rencana, pada penelitian ini ialah untuk merencanakan beton mutu tinggi dengan perbandingan menggunakan bahan tambah *SikaGrout 215 New* yang merupakan bahan grouting siap pakai yang mempunyai karakteristik tidak menyusut dengan waktu kerja yang sesuai dengan temperature lokal. *SikaGrout 215 New* mempunyai sifat kekuatan awal yang sangat cepat, tahan terhadap benturan dan getaran, tahan terhadap penyusutan, kekuatan tekan tinggi, tidak menyebabkan korosi, dan tidak beracun,

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran sejauh mana perbedaan kuat tekan beton mutu tinggi dengan perbandingan menggunakan bahan tambah *SikaGrout 215 New*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan utama yang akan diangkat pada penelitian ini adalah :

1. Berapa perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan menggunakan campuran *SikaGrout 215 New* dengan variasi 0%, 0,3%, 0,6%, 0,9% ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan *SikaGrout 215 New* dengan persentase yang direncanakan terhadap kuat tekan yang direncanakan?

## 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Maksud penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah merencanakan beton mutu tinggi dengan perbandingan bahan tambah *SikaGrout 215 New* dengan variasi 0%, 0,3%, 0,6% dan 0,9% pada umur 7 dan 14 hari.

### 1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton pada umur 7 dan 14 hari dengan membandingkan penambahan *SikaGrout 215 New* dengan variasi 0%, 0,3%, 0,6% dan 0,9% dalam campuran.

## 1.4 Lingkup Penelitian

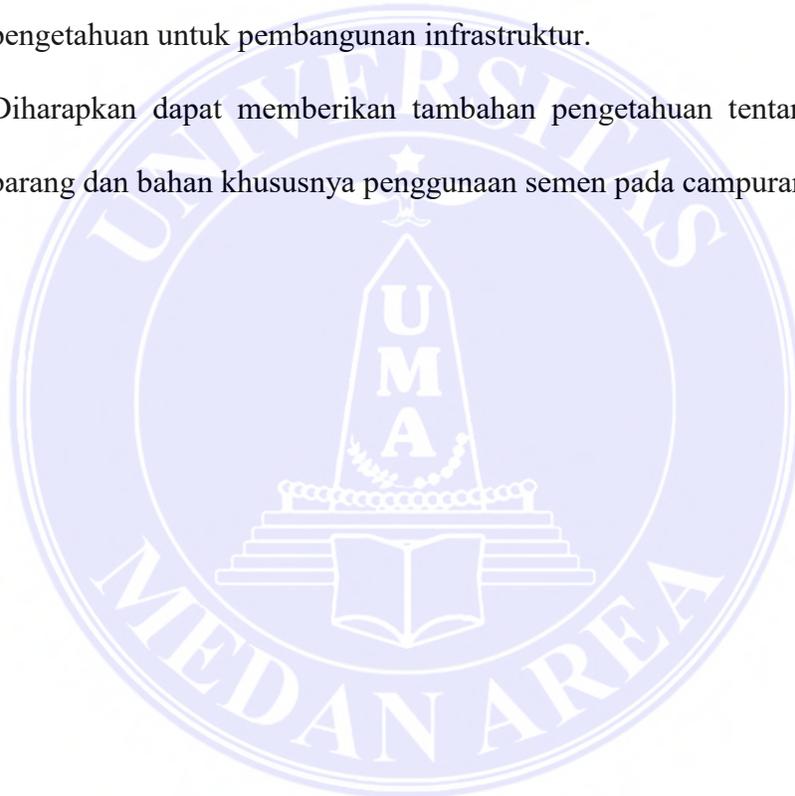
Agar membatasi ruang lingkup penelitian ini diperlukan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Metode yang dipakai untuk pembuatan campuran beton (*mix design*) menggunakan SNI 03-2834-2000
2. Persentase penggunaan bahan tambah pada campuran adalah 0,3%, 0,6%, 0,9% dari total berat benda uji
3. Bahan tambah yang dipakai adalah *SikaGrout 215 New*.
4. Menggunakan benda uji kubus  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$  dengan umur selama 14 hari

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian adalah :

1. Diharapkan dapat dipakai sebagai pedoman dalam mengoptimalisasi penggunaan bahan tambah khusus sesuai kebutuhan bangunan.
2. Dengan adanya penambahan *SikaGrout 215 New* dapat meningkatkan kekuatan beton, sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu sumber pengetahuan untuk pembangunan infrastruktur.
3. Diharapkan dapat memberikan tambahan pengetahuan tentang penggunaan barang dan bahan khususnya penggunaan semen pada campuran beton.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Review Penelitian Terdahulu

(Suhaimi, R. Dedi Iman Kurnia, Helmy Dharmawan, 2020) dengan judul penelitian “Studi Penggunaan *Sikagrout* dan *Accelerator* Terhadap Kuat Tekan Serta Percepatan Perkerasan Beton. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kuat tekan awal beton kombinasi *sikagrout* dan *accelerator*, mengetahui dapatkah kombinasi tersebut mencapai mutu beton structural pada umur 12 jam, 24 jam dan 48 jam. Penelitian ini dilakukan berdasarkan metode eksperimental (SNI 03-2847-.2002), dengan tahapan penelitian yang dimulai dengan studi literature, dilanjutkan dengan persiapan material dan peralatan, pembuatan benda uji, pengujian benda uji dan analisis data. Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan bahwa: 1) hasil uji kuat tekan awal beton *sikagrout accelerator* untuk umur pengujian 12, 24, dan 48 jam berturut turut adalah sebesar 16,513 Mpa. 27,619 Mpa dan 38,953 Mpa; 2) nilai *slump* yang diperoleh lebih besar dari yang direncanakan dalam *job mix design*, yaitu sebesar 7,5 cm – 12 cm, dengan hasil pengukuran atau pengujian *slump* runtuh; dan 3) substitusi pasir dengan *sikagrout* dan penambahan bahan zat *additive* berupa *accelerator* dapat mempercepat waktu perkerasan, hanya dalam waktu singkat (24 jam) beton kombinasi *sikagrout* dan *accelerator* sudah mencapai kekuatan sesuai mutu beton rencana (20,75 Mpa) dengan nilai kuat tekan beton sebesar 27,619 Mpa.

(Asrullah, 2018) dengan judul penelitian “Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan *Sika Concrete Refair Mortar* Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton K 300”. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bidang Pengujian, Peralatan dan Bahan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Tata Ruang Provinsi Sumatera Selatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencoba menggunakan *Sika Concrete Refair Mortar* sebagai pengganti semen dalam beton dengan berbagai variasi campuran dari kebutuhan berat semen yang ditinjau dari kuat tekan beton. Pada penelitian ini menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SK.SNI 03-1974-1990). Dari hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa kuat beton tanpa penambahan *Sika Concrete Refair Mortar* sebesar  $302,50 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan kuat tekan terbesar dari penambahan *Sika Concrete Refair Mortar* terjadi pada penambahan *Sika Concrete Refair Mortar* 5% dengan nilai kuat  $311,89 \text{ kg/cm}^2$ .

(R.R. Susi Riwayati, Roby Habibi, 2020) dengan judul penelitian “Pengaruh Penambahan Zat Aditif *Sika Viscocrete* Terhadap Kuat Tekan Mutu Beton K-300 Umur 14 Hari”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara beton yang ditambah dengan aditif *SikaViscoCrete-3115N* dengan beton normal terhadap kuat tekan mutu beton K-300 umur 14 hari. Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang sesuai dengan SK SNI T-03-2834-1993. Sampel yang digunakan berbentuk kubus  $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$  pada umur 14 hari. Dengan variasi yaitu beton normal dan beton normal + *Sika Viscocrete* 1%, 2%, 3% dengan 9 sampel pada setiap variasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton dengan penambahan 2% *Sika Viscocrete-3115N* umur 14 hari terhadap beton normal sebesar  $315,07 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan pada penambahan 3% *Sika*

Viscocrete-3115N mendapatkan nilai optimum pada umur 14 hari sebesar 358,13 kg/cm<sup>2</sup>.

## 2.2 Dasar Teori

Beton mutu tinggi adalah sebuah istilah untuk menggambarkan beton dengan ciri khusus dimana tidak dimiliki oleh beton normal. Beton mutu tinggi dapat diartikan sebagai beton yang memiliki satu atau lebih karakteristik seperti: susut yang kecil, permeabilitas yang rendah, modulus elastisitas yang tinggi atau kuat tekan yang tinggi. Beton mutu tinggi adalah pilihan yang paling tepat dan pembangunan gedung-gedung bertingkat tinggi. Jenis material dasar yang digunakan untuk menghasilkan beton mutu tinggi ini pada prinsipnya tidak banyak berbeda dengan jenis material dasar yang digunakan untuk memproduksi beton mutu normal. Pada dasarnya beton merupakan material komposit yang bersifat sangat heterogen yang terdiri atas unsur-unsur seperti pasta semen, agregat, zona kontak antara pasta semen-agregat, rongga-rongga kosong (*void*). Oleh karena itu, perilaku mekanik beton, seperti kekuatan tekannya, tentunya akan dipengaruhi oleh karakteristik unsur-unsur penyusunnya. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992).

Beton yang baik mempunyai kuat tekan, dan kuat lekat yang tinggi, kedap air, tahan aus, tahan cuaca, tahan zat-zat kimia, susutan pengerasannya kecil dan elastisitasnya tinggi. Beton segar yang baik ialah beton yang dapat diaduk, diangkut, dituang, dipadatkan, tidak ada kecenderungan terjadi segregasi (pemisahan kerikil dari adukan) maupun *bleeding* (pemisahan air dan semen dari adukan).

Kualitas beton dapat dipengaruhi dari bahan-bahan semen (kualitas dan kecepatan pengerasan), agregat (gradasi mempengaruhi kemudahan pengerjaannya, kadar air mempengaruhi perbandingan air-semen, kebersihannya (mempengaruhi kekuatan dan sifat awet beton), air (kualitas mempengaruhi pengerasan), dan bahan campuran (modifikasi dari sifat-sifat beton).

Menurut SNI-03-2847-2002, beton ialah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa pada. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. Agar hasil kuat tekan beton yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. Disamping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogeny dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan.

Syarat yang terpenting dari pembuatan beton adalah :

- Beton segar harus dapat dikerjakan atau dituang.
- Beton yang dikerjakan harus cukup kuat untuk menahan beban dari yang telah direncanakan.
- Beton tersebut harus dapat dibuat secara ekonomis.

Beton segar merupakan campuran beton yang setelah selesai diaduk hingga beberapa saat karakteristik dari beton tersebut belum berubah. Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen dimana proses hidrasi antara air dengan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus maka akan menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar maka akan menjadi beton. Penambahan material lain maupun mengganti material yang sejenis atau berbeda akan membedakan jenis beton tersebut serta dapat menambah mutu dari beton itu sendiri.

Dalam pengerjaan beton segar, tiga sifat yang penting yang harus selalu diperhatikan adalah kemudahan pengerjaan (*workability*), segregasi, dan *bleeding* (Tri Mulyono, 2004).

Menurut SNI 03-2847-2002 beton dapat dibedakan menjadi 3 jenis berdasar berat satuan yaitu :

- Beton ringan, adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari  $1.900 \text{ kg/m}^3$ .
- Beton normal, adalah beton yang mempunyai berat satuan  $2.200 \text{ kg/m}^3$  sampai  $2.500 \text{ kg/m}^3$  dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah.
- Beton berat, adalah beton yang mempunyai berat satuan lebih dari  $2.500 \text{ kg/m}^3$ .

Menurut Mulyono (2004) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu :

1) Beton berdasarkan kelas dan mutu beton. Kelas dan mutu beton ini, dibedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

- a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non structural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.
- b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan tambahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.
- c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Diisyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh

tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

2) Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :

a. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran *shale*, lempung, *slates*, residu *slag*, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar  $800-1800 \text{ kg/m}^3$  atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar  $1400 \text{ kg/m}^3$ , dengan kekuatan tekan umur 28 hari antara 6,89 Mpa sampai 17,24 Mpa menurut SNI 08-1991-03.

b. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara  $2200 \text{ kg/m}^3 - 2400 \text{ kg/m}^3$  dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 Mpa.

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari  $2400 \text{ kg/m}^3$ . Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

d. Beton massa (mass concrete)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan massif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

e. *Ferro-Cement*

*Ferro-Cement* adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

f. Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

Disamping beton memiliki pengelompokan, beton pun memiliki kelebihan 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 temperature tinggi
  - Biaya pemeliharaan kecil.
2. Kekurangan :
  - Bentuk yang dibuat sulit untuk diubah
  - Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
  - Berat

- Daya pantul suara yang besar.

Mutu dan kualitas beton diatas, secara umum dipengaruhi oleh sifat-sifat bahan campuran, cara pelaksanaan dan perawatannya. Secara lebih rinci, mutu dan kualitas beton dipengaruhi oleh :

1. Tipe dan mutu semen.
2. Sifat, bentuk dan kualitas agregat.
3. Ukuran dan gradasi agregat.
4. Rasio perbandingan antara air dan semen.
5. Kandungan bahan organis dan kotoran dalam agregat dan air.
6. Cara pelaksanaan (pencampuran, pengangkutan, penuangan, pemadatan, dan perawatannya)

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton (Tri Mulyono, 2004).

1. Proporsi bahan-bahan penyusun
2. Metode perancangan
3. Perawatan
4. Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan

## **2.3 Bahan Penyusun Beton**

### **2.3.1 Semen Portland**

Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama

dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk Kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

Semen portland merupakan jenis semen yang paling umum digunakan sebagai bahan pembuatan beton. Kandungan bahan kimia dalam semen dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Kandungan bahan-bahan kimia dalam bahan baku semen

Oksida	% Berat
Kapur, CaO	60 - 67
Silika, SiO <sub>2</sub>	17 - 25
Alumina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 - 8
Besi, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 - 0,6
Magnesia, MgO	0,1 - 4
Sulfur, SO <sub>3</sub>	1,3
Soda/potash, Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0,2 - 1,3

Sumber : Neville and Brooks, 1987

Semen merupakan serbuk yang halus yang digunakan sebagai perekat antara agregat kasar dengan agregat halus. Apabila bubuk halus ini dicampur dengan air selang beberapa waktu akan menjadi keras dan dapat digunakan sebagai pengikat hidrolis. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut yang biasa disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) maka akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif yang berfungsi sebagai pengisi. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland dibagi menjadi 5 (lima) tipe yaitu :

- Tipe I (Ordinary Portland Cement) : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan – persyaratan khusus.
- Tipe II (Moderate Sulfat Resistance) : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Tipe III (High Early Strength) : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut kekuatan awal yang tinggi.
- Tipe IV (Low Heat of Hydration) : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.
- Tipe V (Sulfat Resistance Cement) : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Menurut SII 0013-1981 dan Ulasan PB 1989, semen Tipe I digunakan untuk bangunan – bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus. Semen Tipe II yang memiliki kadar  $C_3A$  tidak lebih dari 8% digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton yang terus menerus berhubungan dengan air kotor atau air tanah atau induk pondasi yang tertanam didalam tanah yang mengandung air agresif (garam – garam sulfat) dan saluran air buangan atau bangunan yang berhubungan langsung dengan rawa. Semen Tipe III, memiliki kadar  $C_3A$  serta  $C_3S$  yang tinggi dan butirannya digiling halus, sehingga cepat mengalami proses hidrasi. Semen jenis ini dipergunakan pada daerah yang bertemperatur rendah, terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin

(winter season). Semen Tipe IV mempunyai panas hidrasi yang rendah, kadar  $C_3S$ -nya dibatasi maksimum sekitar 35% dan kadar  $C_3A$ -nya maksimum 5%. Semen tipe ini digunakan untuk pekerjaan – pekerjaan yang besar dan masif, seperti untuk pekerjaan bending, pekerjaan jalan beton, pondasi berukuran besar atau pekerjaan besar lainnya. Semen Tipe V digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut, air buangan industri, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat dalam persentase yang tinggi. Total alkali yang terkandung dalam semen dalam campuran beton harus dibatasi sekitar 0,5% - 0,6% (Stanton, 1940).

Tabel 2.2 Syarat Kimia Semen Portland

No	Uraian	Jenis semen Portland (%)				
		I	II	III	IV	V
1	SiO <sub>2</sub> , minimum	-	20,0 <sup>b,c)</sup>	-	-	-
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maksimum	-	6,0	-	-	-
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maksimum	-	6,0 <sup>b,c)</sup>	-	6,5	-
4	MgO, maksimum	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
5	SO <sub>3</sub> , maksimum					
	Jika C <sub>3</sub> A ≤ 8,0	3,0	3,0	3,5	2,3	2,3
	Jika C <sub>3</sub> A > 8,0	3,5	<sup>d)</sup>	4,5	<sup>d)</sup>	<sup>d)</sup>
6	Hilang senpijar, maksimum	5,0	3,0	3,0	2,5	3,0
7	Bagian tak larut, maksimum	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5
8	C <sub>3</sub> S, maksimum	-	-	-	35 <sup>b)</sup>	-
9	C <sub>2</sub> S, minimum	-	-	-	40 <sup>b)</sup>	-
10	C <sub>3</sub> A, maksimum	-	8,0	15	7 <sup>b)</sup>	5 <sup>b)</sup>
11	C <sub>4</sub> AF + 2 C <sub>3</sub> A atau C <sub>4</sub> AF + C <sub>2</sub> F, maksimum	-	-	-	-	25 <sup>c)</sup>

Sumber : SNI 15-2049-2004, Semen Portland

## Keterangan :

- a) Persyaratan pembatasan secara kimia berdasarkan perhitungan untuk senyawa potensial tertentu tidak harus diartikan bahwa oksida dari senyawa potensial tersebut dalam keadaan murni.
- b) Apabila yang diisyaratkan adalah kalor hidrasi seperti yang tercantum pada tabel syarat fisika tambahan, maka syarat kimia ini tidak berlaku.
- c) Apabila yang diisyaratkan adalah pemuaiannya karena sulfat yang tercantum pada tabel syarat fisika tambahan, maka syarat kimia ini tidak berlaku.
- d) Tidak dapat dipergunakan.

Tabel 2.3 Fungsi senyawa pada Semen Portland

No	Nama senyawa	Fungsi senyawa
1	C <sub>3</sub> S	Jika terkena air akan cepat bereaksi dan menghasilkan panas. Panas tersebut akan mempengaruhi kecepatan mengeras sebelum hari ke-14
2	C <sub>2</sub> S	Senyawa C <sub>2</sub> S lebih lambat bereaksi dengan air dan hanya berpengaruh terhadap semen setelah umur 7 hari. C <sub>2</sub> S memberikan ketahanan terhadap serangan kimia (chemical attack) dan mempengaruhi susut terhadap pengaruh panas akibat lingkungan.
3	C <sub>3</sub> A	C <sub>3</sub> A, bereaksi secara exothermie dan bereaksi sangat cepat, memberikan kekuatan awal yang sangat cepat pada 24 jam pertama.
4	C <sub>4</sub> AF	kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen atau beton sehingga kontribusinya dalam peningkatan kekuatan kecil

Sumber : Teknologi Beton A – Z, Amri Sjafei, 2005

Semen mengandung  $C_3S$  dan  $C_2S$  sebesar 70% sampai dengan 80%. Unsur – unsur ini merupakan unsur paling dominan dalam memberikan sifat semen.  $C_3S$  segera mulai berhidrasi bila semen terkena air secara eksotermis. Berpengaruh besar terhadap pengerasan semen terutama sebelum mencapai umur 14 hari. Membutuhkan 24% dari beratnya.  $C_2S$  bereaksi dengan air lebih lambat dan hanya berpengaruh terhadap pengerasan semen setelah 7 hari dan memberikan kekuatan akhir. Unsur ini membuat semen tahan terhadap serangan kimia dan mengurangi penyusutan karena pengeringan. Membutuhkan air 21% dari beratnya.  $C_3A$  berhidrasi secara eksotermis, bereaksi secara cepat dan memberikan kekuatan sesudah 24 jam. Membutuhkan air 40% dari beratnya.

### 2.3.2 Agregat Kasar

Agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70%-75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat dibedakan menjadi dua macam yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami atau buatan. Untuk menghasilkan beton dengan kekompakan yang baik, diperlukan gradiasi agregat yang baik. Gradiasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradiasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm, dan 40 mm untuk kerikil. Untuk pasir lubang ayakan 4,8 mm, 2,4 mm, 0,6 mm, 0,3 mm dan 0,15 mm.

Penggunaan bahan batuan dalam adukan beton berfungsi :

1. Menghemat penggunaan semen
2. Mengurangi susut pengerasan.
3. Mencapai susunan pampat beton dengan gradiasi beton yang baik.
4. Mengontrol workability adukan beton dengan gradiasi bahan batuan baik (A. Antono, 1982)

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan berdasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai butir-butir yang besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih besar dari 4,8 mm. Sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm.

Jenis agregat kasar pada umumnya adalah :

1. Batu pecah alami, didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini berasal dari gunung api, jenis sedimen atau jenis metamorf. Batu ini memberikan kekuatan yang tinggi tetapi kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan agregat kasar lainnya.
2. Kerikil alami, didapat dari proses alami yaitu pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil mempunyai kekuatan lekat lebih rendah dari batu pecah.
3. Agregat kasar buatan, terutama berupa slag atau *shale* yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan.

4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat, agregat jenis ini misalnya : baja pecah, magnetit, dan limonit.

Agregat kasar berupa pecahan batu, pecahan kerikil atau kerikil alami dengan ukuran butiran minimal 5 mm dan ukuran butiran maksimal 40 mm. Ukuran maksimum dari agregat kasar dalam beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan bahwa agregat tersebut harus dengan mudah dapat mengisi cetakan dan lolos dari celah-celah yang terdapat diantara batang-batang baja tulangan. Berdasarkan berat jenisnya, agregat kasar dibedakan menjadi 3 golongan (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007), yaitu :

1. Agregat normal

Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2,5-2,7  $\text{gr/cm}^3$ . Agregat ini biasanya berasal dari agregat basalt, granit, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis sekitar 2,3  $\text{gr/cm}^3$ .

2. Agregat berat

Agregat berat adalah agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2,8  $\text{gr/cm}^3$ , misalnya magnetic ( $\text{FeO}_4$ ) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis tinggi 5  $\text{gr/cm}^3$ . Penggunaannya dipakai sebagai pelindung dari radiasi.

3. Agregat ringan

Agregat ringan adalah agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari 2,0  $\text{gr/cm}^3$  yang biasanya dibuat untuk beton non struktural atau

dinding beton. Kebaikannya adalah berat sendiri yang rendah sehingga strukturnya ringan dan pondasinya lebih ringan.

Dalam pelaksanaan pekerjaan beton, besar butir agregat selalu dibatasi oleh ketentuan maksimal persyaratan agregat, ketentuan itu antara lain :

- 1) Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh dari  $\frac{3}{4}$  kali jarak bersih antara baja tulangan atau antara tulangan dan cetakan.
- 2) Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh besar dari  $\frac{1}{3}$  kali tebal pelat.
- 3) Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih dari  $\frac{1}{5}$  kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan.

Menurut PBI 1971, ketentuan mengenai penggunaan agregat kasar untuk beton harus memenuhi syarat antara lain :

1. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm.
2. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.

3. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm, apabila kadar lumpur melampaui 1%, maka agregat kasar harus dicuci.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
5. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20t, dengan mana harus dipenuhi syarat-syarat berikut :
  - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5-19 mm lebih dari 24% berat.
  - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19-30 mm lebih dari 22% berat.Atau dengan mesin pengaus los angelest dengan mana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.
6. Besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih daripada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, sepertiga dari tebal pelat atau tigaperempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan. Penyimpangan dari pembatasan ini diijinkan, apabila menurut penilaian pengawas ahli, cara-cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa hingga menjamin tidak terjadinya sarang-sarang kerikil.

Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat. Sebagai pernyataan dipakai nilai presentasi berat butir yang tertahan atau lolos saringan standar. Gradasi agregat untuk campuran beton dipengaruhi oleh :

1. Jumlah semen yang dibutuhkan
2. Jumlah air yang diperlukan
3. Pengecoran, pemadatan beton (*workability* dan segregasi),
4. Penyelesaian akhir beton
5. Sifat-sifat beton setelah mengeras

Tabel 2.4 Gradasi Kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan	
	Berat butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95 - 100	100
20	30 - 70	95 - 100
10	10 - 35	25 - 55

Sumber : Teknologi Beton, Ir. Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton terhadap kekuatan agregat (Tri Mulyono, 2004) :

1. Perbandingan agregat dan semen campuran,
2. Kekuatan agregat
3. Bentuk dan ukuran agregat
4. Tekstur permukaan
5. Reaksi kimia
6. Ketahanan terhadap panas

### 2.3.3 Agregat Halus

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan berdasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai butir-butir yang besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih besar dari 4,8 mm, sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm.

Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar.

Pasir yang digunakan dalam adukan beton harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Pasir harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Hal ini dikarenakan dengan adanya bentuk pasir yang tajam, maka kaitan antar agregat akan lebih baik, sedangkan sifat keras untuk menghasilkan beton yang keras pula.
2. Butirnya harus bersifat kekal. Sifat kekal ini berarti pasir tidak mudah hancur oleh pengaruh cuaca, sehingga beton yang dihasilkan juga tahan terhadap pengaruh cuaca.
3. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering pasir, lumpur yang ada akan menghalangi ikatan antara pasir dan pasta semen, jika konsentrasi lumpur tinggi maka beton yang dihasilkan akan berkualitas rendah.
4. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.

5. Gradasinya harus memenuhi syarat seperti tabel 2.5 berikut ini

Tabel 2.5 Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50

Sumber : Teknologi Beton, Ir. Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007

Keterangan :

Daerah I : Pasir kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah IV : Pasir halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 4,8 mm. Pasir alam dapat digolongkan menjadi tiga macam (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007) yaitu :

#### 1. Pasir galian

Pasir ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali. Bentuk pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam walaupun biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan cara dicuci terlebih dahulu.

## 2. Pasir sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekatan antar butiran agak kurang karena bentuk butiran yang bulat.

## 3. Pasir laut

Pasir laut adalah pasir yang diambil dari pantai, butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung banyak garam. Garam ini menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah serta menyebabkan pengembangan volume bila dipakai pada bangunan. Selain itu dari garam ini mengakibatkan korosi terhadap struktur beton, oleh karena itu pasir laut sebaiknya tidak dipakai.

### 2.3.4 Air

Air merupakan bahan pembuat yang sangat penting namun harganya murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga menjadi reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan pada beton, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Selain itu air juga digunakan untuk merawat beton dengan cara pembasahan setelah dicor.

Air yang digunakan dalam campuran beton agar semen dapat bereaksi hanya sekitar (25%-30%) dari berat semen. Jika air yang digunakan kurang dari 25% dari berat smen, maka *workability* tidak akan tercapai. Sebaliknya

semakin banyak air yang digunakan ke dalam campuran beton dapat mempermudah proses pengadukan, pengangkutan, dan pencetakan. Akan tetapi dapat mengakibatkan kekuatan pada beton menurun, yang dikarenakan air yang terlalu banyak akan menyebabkan banyaknya gelembung udara setelah proses hidrasi selesai sehingga pasta semen berpori lebih banyak. Penggunaan air yang sedikit tidak menentukan kekuatan beton mutu tinggi, karena dengan jumlah air yang sedikit dapat mengakibatkan tidak selesainya proses hidrasi sehingga mutu beton dapat menurun. Oleh karena itu, air yang ditambahkan ke dalam campuran harus dilakukan sedikit demi sedikit sampai mencapai nilai maksimum dalam rencana.

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

Penggunaan air untuk beton sebaiknya air memenuhi persyaratan sebagai berikut ini, (SNI 03-2847-2002) :

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air

bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

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

- Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
- Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

4. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/ltr.

5. Tidak mengandung *klorida* (Cl) lebih dari 0,5 gr/ltr.

6. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/ltr.

Tujuan utama dari penggunaan air ialah agar tidak terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu. Air yang dibutuhkan agar terjadi proses hidrasi tidak banyak kira-kira 20% dari berat semen, tapi kita tambahkan air untuk tujuan ekonomis. Dengan menambah lebih banyak air harus dibatasi, sebab dengan pemakaian yang terlalu banyak akan menimbulkan gelembung air sehingga beton menjadi *poreus*. Selain itu

dapat menurunkan kekuatan beton, kelebihan air juga dapat memberikan penyusutan besar pada beton. Fungsi air didalam campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pelicin bagi agregat.
2. Bereaksi dengan semen untuk membentuk pasta semen.
3. Penting untuk mencairkan bahan/material semen ke seluruh permukaan agregat.
4. Membasahi agregat untuk melindungi agregat dari penyerapan air vital yang diperlukan pada reaksi kimia
5. Memungkinkan campuran beton mengalir ke dalam cetakan.

### **2.3.5 Bahan Tambah *SikaGrout 215 New***

*SikaGrout 215 new* adalah semen grouting siap pakai yang mempunyai karakteristik tidak menyusut dengan waktu kerja yang sesuai untuk temperatur lokal. Dapat mengalir sangat baik. Memenuhi persyaratan standar Corps of Engineer CRD C-621 dan ASTM C-1107.

*SikaGrout 215 new* berbentuk bubuk dan berwarna abu-abu sama seperti semen biasa. Namun memiliki kuat tekan yang cukup tinggi. Kekuatan *SikaGrout 215 new* untuk daya tekan setelah umur 1 hari mencapai 240 kg/cm<sup>2</sup>. Pada umur 3 hari mencapai 410 kg/cm<sup>2</sup>. Pada umur 7 hari mencapai 530 kg/cm<sup>2</sup>. Pada umur 28 hari mencapai 650 kg/cm<sup>2</sup>.

Keuntungan lain dari SikaGrout 215 new adalah :

- Mudah penggunaannya, hanya menambahkan air
- Karakteristik mudah mengalir
- Konsistensi dapat diatur
- Kekuatan awal sangat cepat
- Tahan terhadap penyusutan
- Kekuatan tekan tinggi
- Tidak korosi
- Tidak beracun

Kekurangan dari SikaGrout 215 new ialah harga relatif mahal.

SikaGrout 215 merupakan beton grouting yang mengandung *silica fume* yang memiliki kemampuan mengalir yang sangat baik, dapat digunakan untuk memperbesar volume suatu beton dan mengganti penyusutan plastis pada beton. SikaGrout 215 dapat digolongkan ke dalam semen hidrolis karena dapat mengeras jika ditambahkan air.

Kandungan *silica fume* dalam SikaGrout 215 ini merupakan bahan yang sangat efektif untuk memproduksi beton grouting dengan kualitas tinggi. Tersusun lebih dari 95% SiO<sub>2</sub> dengan ukuran partikel lebih kecil dari 1 micron. (ACI Committee 226, 1987)

Keuntungan yang dihasilkan dari pemakaian silica fume ini sebagai berikut.

1. Menambah daya lekat dan kestabilan dari campuran beton grouting.
2. Kepadatan bertambah tinggi
3. Daya tembus gas menjadi sangat berkurang.
4. Sangat mengurangi infiltrasi dan klorid.
5. Mempercepat terbentuknya kekuatan beton.

*Silica fume* memiliki sifat pozzolan yang memungkinkan terbentuknya perekat baru semacam semen akibat reaksi antara *silica dioksida* ( $\text{SiO}_2$ ) yang terkandung dalam *silica fume* dengan *Calcium hidroksida* ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dari hasil hidrasi semen yang akan meningkatkan kekerasan beton. Dengan ukuran butirnya yang sangat halus, *silica fume* akan mengisi pori-pori dalam campuran mortar beton sehingga akan menambah kepadatan beton.

Menurut ASTM C-125, pozzolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika atau silika alumina dan alumina, yang sifatnya sendiri memiliki sedikit atau tidak adanya sifat semen akan tetapi dalam bentuk yang halus dan dengan adanya uap air / kelembaban maka akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu normal untuk membentuk senyawa yang memiliki sifat semen.

*Silica fume* merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. *Silica fume* merupakan produk yang dihasilkan dari reduksi kwarsa murni dengan batu bara didalam

suatu tungku listrik pada pembuatan *silica* dan *ferro silicon*. *Silica fume* mengandung kadar  $\text{SiO}_2$  yang tinggi dan merupakan bahan yang sangat halus, berbentuk bulat dan berdiameter sangat kecil lebih kecil dari 1 micron.

Daerah transisi (*tranzien zona*) adalah daerah antara pasta semen dengan agregat. Pada hampir semua beton daerah tersebut merupakan daerah yang lemah karena terjadi *bleeding* dan segregasi pada daerah tersebut. Dengan adanya *silica fume* akan meningkatkan kepadatan pada daerah transisi sehingga meningkatkan kekuatan dari beton.

#### 2.4 Perencanaan Campuran Beton

Campuran beton merupakan suatu perpaduan dari komposisi material penyusunnya. Pada dasarnya perancangan campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan suatu proporsi campuran bahan yang optimal dengan kekuatan yang maksimum. Kriteria dasar dari perancangan beton adalah kekuatan tekan dan kemudahan pengerjaan. Dalam penelitian ini akan menggunakan metode SNI 03-2834-2000 untuk menghitung campuran dalam beton dengan menggunakan benda uji kubus panjang 15 cm, tinggi 15 cm, dan lebar 15 cm.

Perencanaan campuran beton merupakan pemilihan dari bahan-bahan beton yang memadai, serta menentukan proporsi masing – masing bahan untuk menghasilkan beton yang ekonomis dengan kualitas yang baik. Syarat – syarat beton keras ditentukan oleh jenis struktur dan teknik pengecoran (perletakan, pengangkatan, dan pemadatan). Berikut dapat dilihat kerangka perhitungan untuk perencanaan campuran beton sebagai berikut :

a. Kuat tekan rata - rata

1. Standar deviasi

Deviasi standar yang didapat dari pengalaman di lapangan selama produksi beton menurut rumus :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_r)^2}{n-1}}$$

Dimana :

S = standar deviasi  $x_i$  = kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

$x_r$  = Kuat tekan beton rata – rata

n = Jumlah nilai hasil uji

Hasil yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus sebagai berikut :

- Mewakili bahan-bahan prosedur pengawasan mutu dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
- Mewakili kuat tekan beton yang diisyaratkan  $f'_c$  yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai  $f_{cr}$  yang ditentukan.
- Paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.

Tabel 2.6 Faktor pengali untuk standar deviasi bila data kurang dari 30

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali standar deviasi
Kurang dari 15	Pakai Persamaan
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

Sumber : SNI 03-2834-2000

- Bila fasilitas produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji lapangan untuk perhitungan deviasi standar yang memenuhi ketentuan, maka kuat rata – rata perlu  $f'_{cr}$  harus ditetapkan berdasarkan tabel 2.

Tabel 2.7 Kuat tekan rata – rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar

Persyaratan kuat tekan $f'_c$ Mpa	Kuat tekan rata - rata perlu, $f'_{cr}$ Mpa
Kurang dari 21	$f'_c + 7,0$
21 sampai dengan 35	$f'_c + 8,5$
lebih dari 35	$f'_c + 10,0$

Sumber : SNI 03–2847-2002

## b. Pemilihan faktor air semen

Faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan pada :

1. Hubungan kuat tekan faktor air semen sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan tabel 2 dan grafik 1 atau 2 dalam SNI 03-2834-2000
2. Untuk lingkungan khusus, faktor air semen didapat maksimum.

c. Nilai slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Hal ini berkait dengan tingkat kemudahan pengerjaan (workability). Semakin tinggi nilai slump berarti semakin cair adukan beton tersebut, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan. Nilai slump lebih ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja, bila nilai slump sama akan tetapi nilai fasnya berubah maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi. (Tjokrodimulyo, 1992). Ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, dipadatkan dan diratakan.

d. Besar butir agregat kasar maksimum

Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi sebagai berikut :

- Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan;
- Sepertiga dari tebal plat.
- Tiga perempat dari jarak bersih maksimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

e. Kadar air bebas

Kadar air bebas dapat ditentukan sebagai berikut :

- Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada tabel 1 dan grafik 1 atau 2 dalam SNI 03-2834-2000.

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

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

Keterangan :

Wh = perkiraan jumlah air untuk agregat halus

Wk = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

Tabel 2.8 Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) beton dengan FAS dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (Mpa)				Bentuk Uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
Batu pecah	30	40	53	60		

Sumber : SNI 03-2834-2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal

f. Berat jenis relatif agregat

Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut :

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

- Agregat tak pecah : 2,5
- Agregat dipecah : 2,6 atau 2,7

2) Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut :

Berat jenis agregat gabungan = persentase agregat halus x berat jenis agregat halus + persentase agregat kasar x berat jenis agregat kasar

g. Proporsi campuran beton

Proporsi campuran beton (semen, air, agregat) harus dihitung dalam  $\text{kg/m}^3$  adukan.

h. Koreksi proporsi campuran

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD) 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.

#### 2.4.1 Workability

Istilah *workability* sulit untuk didefinisikan dengan tepat, namun Newman (1964) mengusulkan agar didefinisikan pada sekurang-kurangnya tiga buah sifat yang terpisah :

1. Kompaktibilitas , atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga udaranya diambil

2. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan disekitar baja dan dituang kembali
3. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi segregasi/pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya.

#### **2.4.2 Segregasi**

Segregasi adalah kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya sarang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan beton tersebut keropos. Segregasi disebabkan oleh beberapa hal (Tri Mulyono, 2004) :

1. Campuran kurus atau kurang semen
2. Terlalu banyak air
3. Besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm
4. Permukaan butir kasar, semakin kasar permukaan butir agregat, maka semakin mudah terjadinya segregasi

#### **2.4.3 Bleeding**

*Bleeding* adalah kecenderungan air untuk naik ke permukaan pada beton yang baru dipadatkan. Air yang naik ke permukaan akan membawa semen dan butir-butir halus, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (*laitance*). *Bleeding* dipengaruhi oleh (Tri Mulyono, 2004) :

1. Susunan butir agregat

Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya *bleeding* kecil.

2. Banyaknya air

Semakin banyaknya air berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya *bleeding*.

3. Kecepatan hidrasi

Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya *bleeding*.

4. Proses pemadatan

Pemadatan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya *bleeding*.

## 2.5 Perawatan Beton

Tujuan dari perawatan beton adalah :

1. Melindungi permukaan dari pengaruh sinar matahari, angin, hujan lebat dan lain-lain.
2. Melindungi beton terhadap adanya benturan dan beban yang berlebihan sebelum beton tersebut benar-benar mengeras.
3. Melindungi beton selama dalam pengerasan agar suhunya selalu sesuai, dengan menambahkan air dalam jumlah yang cukup selama masih dalam proses pengerasan.
4. Menghindari kehilangan zat cair yang banyak ketika pengerasan beton pada jam-jam awal.

5. Menghindari penguapan air dari beton pada hari pertama pengerasan beton secara berlebihan.
6. Menghindari perbedaan temperature dalam beton yang mengakibatkan rengat-rengat atau retakan pada beton.

Perawatan pengerasan (curing) yang tepat dari beton menghendaki agar air dalam adukan tidak diperbolehkan menguap dari beton sampai beton telah mencapai kekuatan beton yang diinginkan. Penguapan dapat menyebabkan suatu kehilangan air yang cukup berarti, sehingga mengakibatkan terhentinya proses hidrasi, dengan konsekuensi berkurangnya kekuatan beton. Penguapan dapat pula menyebabkan penyusutan kering yang terlalu awal dan cepat, sehingga berakibat timbulnya tegangan tarik yang menyebabkan retak, kecuali bila beton telah mencapai kekuatan yang cukup untuk menahan tegangan ini. Oleh karena itu, direncanakan suatu cara untuk mempertahankan beton supaya terus menerus berada dalam keadaan basah selama beberapa minggu. Perawatan yang baik terhadap beton akan memperbaiki beberapa segi kualitasnya. Disamping lebih kuat dan lebih awet terhadap agresi kimia, beton juga lebih tahan terhadap aus.

## 2.6 Umur Beton

Kekuatan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil,. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awalnya tinggi, maka campuran akan dikombinasikan dengan semen khusus ataupun penggantian agregat serta menambahkan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen

PCC. Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya terutama pada penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja pada tekanannya.

## 2.7 Kuat Tekan Beton

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007). Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya desak tertentu. Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai  $1000 \text{ kg/cm}^2$  atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar  $200 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $500 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa kubus dengan ukuran panjang 150 mm, tinggi 150 mm dan lebar 150 mm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat desak beton yang dinyatakan dalam satuan MPa atau  $\text{kg/cm}^2$ .

Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah standar ASTM C 39. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah :

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

$f'c$  = kuat tekan beton ( MPa)

$p$  = beban maksimum (N)

$A$  = Luas penampang benda uji ( $mm^2$ )



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium teknik sipil, Unika Santo Thomas Medan, Sumatera Utara, di jalan Setia Budi, dimulai pada tanggal 31 Mei 2022 sampai 25 Juni 2022.

#### **3.2 Bahan atau Material**

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut

- Agregat Kasar ( batu split ukuran maksimum 20 mm) berasal dari jalan Megawati, Binjai
- Agregat halus berasal dari jalan Megawati, Binjai
- Air berasal dari laboratorium Unika Santo Thomas Medan
- Bahan tambah *SikaGrout 215 new*

#### **3.3 Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut

- Satu set ayakan baja
- Mesin penimbangan (ketelitian 0,1 kg)
- Oven
- Gelas ukur

- Kerucut Abraham
- Mesin pengaduk beton
- Cetakan benda uji (kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm)

### 3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian adalah langkah untuk menguraikan sistematika penelitian yang akan digunakan sehingga nantinya akan diperoleh hasil yang dapat dipertanggungjawabkan oleh peneliti. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

#### 1) Tahap I (Persiapan)

Sebelum penelitian mulai dilakukan, maka bahan dan peralatan yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu.

#### 2) Tahap II (Uji Bahan)

Untuk tahap ini dilakukan pengujian material yang akan digunakan untuk mengetahui material yang digunakan memenuhi syarat atau tidak.

Pemeriksaan serta pengujian terhadap bahan beton terdiri dari :

- Pengujian Gradasi Agregat

Metode pemeriksaan berdasarkan SNI 03-1968-1990 dan SNI 03-2834-2000. Dengan memeriksa berat tiap agregat tertahan pada ayakan.

- Pengujian Kadar Air Agregat

Metode pemeriksaan berdasarkan SNI 03-1971-1990 dengan menimbang berat agregat lapangan lalu menimbang agregat yang telah dioven selama 24 jam.

– Pengujian Berat Jenis

Metode pemeriksaan berdasarkan SNI 1970-1990 untuk mendapatkan berat jenis dan penyerapan air agregat.

– Pengujian Berat Isi Agregat

Metode pemeriksaan berdasarkan SNI 03-4804-1998, dengan perhitungan berat isi dalam kondisi padat atau gembur dan rongga udara dalam agregat.

– Pengujian Kadar Lumpur

Metode pemeriksaan berdasarkan SK SNI S-04-1998-F dengan menimbang berat awal agregat sebelum dicuci dan setelah dicuci dan dioven.

3) Tahap III (Pembuatan Benda Uji)

Benda uji yang akan dibuat terdiri dari beberapa beton normal mutu tinggi dan variasi bahan tambah *sikagrout 215 new* sebagai perbandingan. Jumlah benda uji yang akan dibuat untuk penelitian ini sebanyak 8 buah, dengan rincian terlihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Jumlah benda uji untuk tiap campuran

Variasi <i>SikaGrout 215</i> <i>new</i>	Umur (Hari)		Jumlah benda uji tiap variasi	Total
	7	14	Kuat Tekan	
0%	1	1	2	8
0,3 %	1	1	2	
0,6 %	1	1	2	
0,9 %	1	1	2	

Sumber : Olahan data, 2022

Adapun prosedur pembuatan benda uji sebagai berikut :

- Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
- Timbangan semen, kerikil, dan air sesuai dengan yang telah direncanakan.
- Dalam Tahapan selanjutnya metode pencampuran menggunakan SNI-03-2834-2000
- Tuang adonan beton ke dalam cetakan kubus yang telah diolesi oli lalu padatkan menggunakan vibrator.
- Tunggu selang satu hari lalu buka benda uji dari cetakan setelah mengeras

#### 4) Tahap IV (Perawatan)

Tahap ini dilakukan perawatan terhadap benda uji dengan cara merendam sesuai dengan umur yang telah ditentukan yaitu 7 dan 14 hari

#### 5) Tahap V (Pengujian)

Setelah dilakukan perawatan beton yang direndam sesuai umurnya dikeluarkan dan dikeringkan lalu diuji kekuatannya. Pada tahap ini dilakukan

pengujian kuat tekan beton sebanyak 8 buah dengan umur yang sudah ditentukan dengan ukuran benda uji kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm. Prosedur pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut

- Satu hari sebelum dilakukan pengujian beton diangkat dari air dan dibiarkan ditempat terbuka agar beton mengering.
- Timbang beton yang sudah mengering.
- Masukkan beton ke dalam mesin uji kuat tekan, lalu jarum akan menunjukkan beban besar maksimum yang mampu ditahan oleh beton.
- Hitung kuat tekan beton dengan menggunakan rumus

$$\sigma = P/A$$

dimana  $\sigma$  = Kuat tekan beton

P = Beban maksimum

A = Luas permukaan benda uji

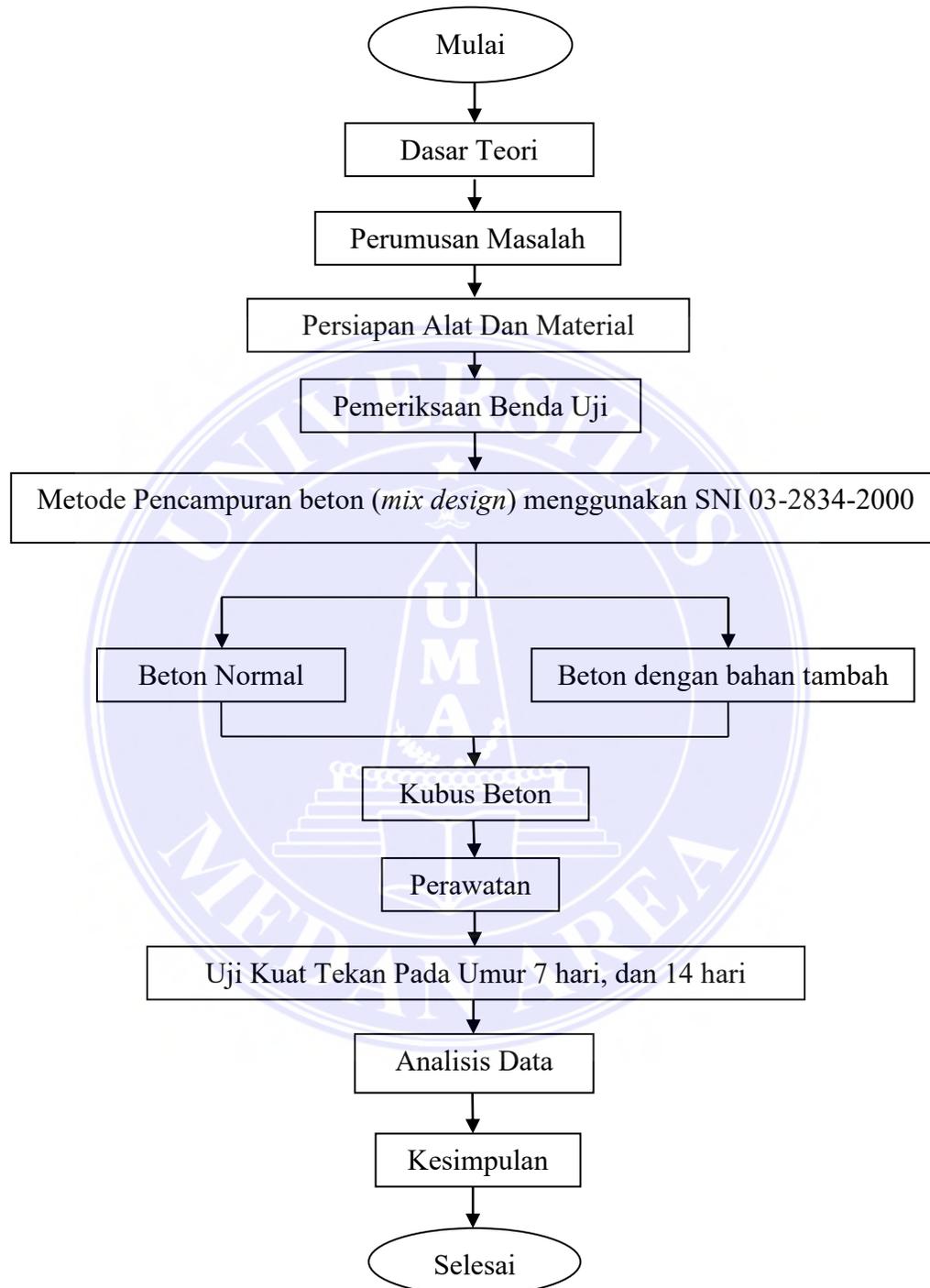
### 3.5 Analisa Data

Analisa data adalah proses penyederhanaan data ke dalam bentuk yang lebih mudah dibaca dan diinterpretasikan. Dalam proses analisa data digunakan, data – data yang diperoleh diharapkan mampu memberikan jawaban dari masalah yang diteliti. Tahap ini merupakan pengolahan data yang telah diperoleh dari penelitian dan pengamatan kemudian diolah dan dianalisis dengan bantuan microsoft excel. Data juga dianalisis menggunakan analisa korelasi untuk menentukan hubungan antar

variable. Hasil dari penelitian ini disajikan dalam bentuk table maupun grafik yang akhirnya dapat diambil suatu kesimpulan.



### 3.6 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian  
Sumber : Olahan Data, 2022

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

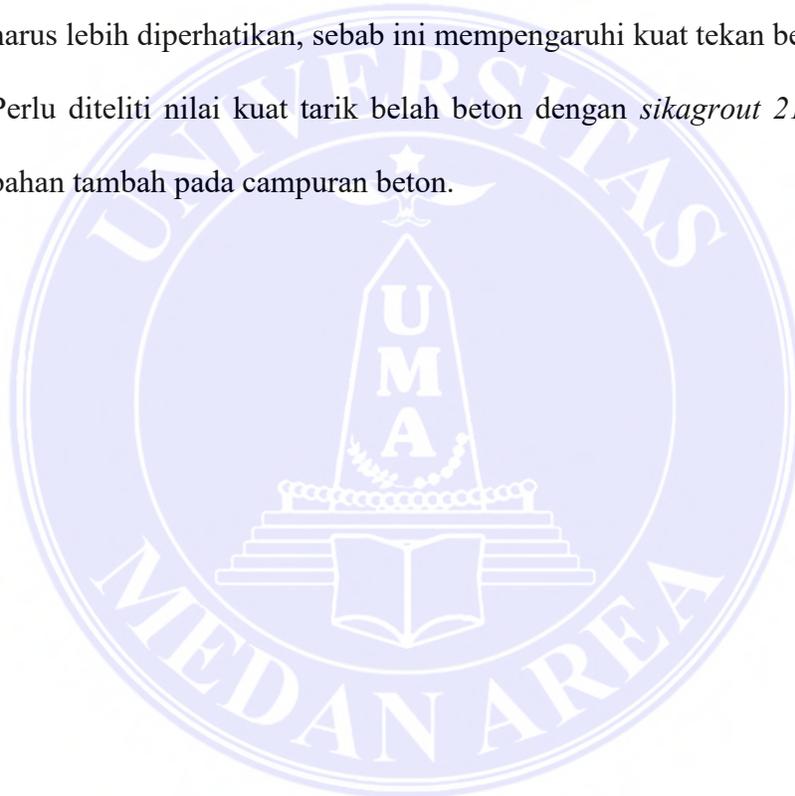
#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Kuat tekan beton menggunakan *sikagrout 215 new* pada umur 7 hari didapat kuat tekan beton pada variasi 0 % sebesar 257,96 kg/cm<sup>2</sup>, mengalami penurunan pada variasi 0,3 % sebesar 204,48 kg/cm<sup>2</sup>, kenaikan pada variasi 0,6 % sebesar 263,58 kg/cm<sup>2</sup>, kenaikan kuat tekan pada variasi 0,9 % sebesar 282,93 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan pada umur 14 hari didapat kuat tekan beton pada variasi 0 % sebesar 287,33 kg/cm<sup>2</sup>, penurunan pada variasi 0,3 % sebesar 271,92 kg/cm<sup>2</sup>, kenaikan pada variasi 0,6 % sebesar 287,42 kg/cm<sup>2</sup>, dan kenaikan kuat tekan pada variasi 0,9 % sebesar 400,54 kg/cm<sup>2</sup>.
2. Penggunaan air yang berlebih pada campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton itu sendiri.
3. Hasil uji kuat tekan beton mutu tinggi menggunakan *sikagrout 215 new* mengalami peningkatan kuat tekan dibandingkan dengan beton tanpa *sikagrout 215 new*.

## 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan penggunaan *sikagrout 215 new* sebagai substitusi semen.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi *sikagrout 215 new*
3. Pembuatan beton dengan campuran *sikagrout 215 new* untuk faktor air semen harus lebih diperhatikan, sebab ini mempengaruhi kuat tekan beton itu sendiri.
4. Perlu diteliti nilai kuat tarik belah beton dengan *sikagrout 215 new* sebagai bahan tambah pada campuran beton.



## DAFTAR PUSTAKA

- A. Rudi Hermawan, Eka SM. (2014). Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Campuran Agregat Dan Sikagrout 215. *Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*. Vol. 13, No. 1
- ACI Committee 226, (1987). *Use of fly ash in concrete*. Detroit : American Concrete Institute.
- Anggraeni, S. S. (2014). Pengaruh Kadar Zat Additive Terhadap Kuat Tekan Pada Beton Mutu Tinggi, Universitas Lampung. *Skripsi*, Fakultas Teknik Universitas Lampung: Bandar Lampung.
- Antono, A. (1982). *Teknologi Beton, Diktat*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Asrullah. (2018). Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Sika Concrete Refair Mortar Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton K 300. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, Vol 8, No 2
- ASTM Standards, C1107/C1107M. (2011). “*Standard Specification for Packaged Dry, Hydraulic-Cement Grout (Nonshrink)*”.
- ASTM Standards, C125-10a. (2009). “*Standard Terminology Relating to Concrete and Agregates*”.
- Husnah. (2016). Analisa Perencanaan Beton Mutu Tinggi (High Strength Concrete) Dengan Semen Holcim. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Abdurrab*, Vol.1, No.2, ISSN, 2527-7073.
- Ida Bagus, R, A. (2010). Perbedaan Kuat Tekan Beton Menggunakan Dua Jenis Semen. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Udayana*, Vol.14, No.2
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Andi: Yogyakarta.
- Pedoman Beton 1989, *Teknologi Beton dalam SII 0013-1981 dan Ulasan PB 1989*.
- R.R. Susi Riwayati, Roby Habibi, (2020). Pengaruh Penambahan Zat Aditif Sika Viscocrete Terhadap Kuat Tekan Mutu Beton K-300 Umur 14 Hari. *Jurnal Tekno Global* Vol. 09, No. 2

- Randy M. (2007). Optimalisasi Penambahan Split Pada SikaGrout FM. *Tugas Akhir, Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.*
- Rulli R, I. (2013). *Semen Portland di Indonesia untuk Aplikasi Beton Kinerja Tinggi.* Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum.
- SikaGrout 215. (2015). *Grouting Kekuatan Tinggi – Sika Indonesi*”. Diunduh di <https://idn.sika.com> tanggal 11 Oktober 2021
- Suhaimi, R. Dedi Iman Kurnia, Helmy Dharmawan, (2020). Studi Penggunaan Sikagrout dan Accelerator Terhadap Kuat Tekan Serta Percepatan Perkerasan Beton. *Jurnal Universitas Almuslim*, Vol.12 No.1
- SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.* Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untu Bangunan Gedung.* Bandung: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI 15-2049-2004. *Semen Portland.* Badan Standarisasi Nasional.
- Stanton, TE. (1940). *Pemuaian Beton Melalui Reaksi Antara Semen dan Agregat.* No.SP-249-1.
- Tjokrodimulyo, K. (1996). *Teknologi Beton.* Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Nifiri, Yogyakarta.



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/11/22

Access From (repository.uma.ac.id)17/11/22

## ANALISA AYAKAN AGREGAT HALUS

Nama : Wahyudi Mahendra  
NPM : 178110101  
Agregat Asal : Jalan Megawati, Binjai  
Tanggal :

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan	Kumulatif Berat Tertahan	Persentase (%)	
			Tertahan	Lolos
4,8	0	0	0	100
2,4	0	0	0	100
1,2	14	14	2,8	97,2
0,6	91	105	21	79
0,3	253	358	71,6	28,4
0,15	107	465	93	7
0,075	9	474	94,8	5,2
PAN	26	500	100	0
Jumlah	500		283,2	

## HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN DAYA SERAP AGREGAT HALUS

Nama : Wahyudi Mahendra  
NPM : 178110101  
Agregat Asal : Jalan Megawati, Binjai  
Tanggal :

Uraian	Sampel
Berat Jenis Kering (Bulk) $B2 / (B3 + 500 - B1)$	2,48
Berat Jenis Kering Permukaan (SSD) $500 / (B3 + 500 - B1)$	2,54
Penyerapan $(500 - B2) / B2 \times 100$	2,04 %

## HASIL PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS

Nama : Wahyudi Mahendra  
NPM : 178110101  
Agregat Asal : Jalan Megawati, Binjai  
Tanggal :

Uraian	Sampel
Berat Benda Uji Asli	500
Berat Benda Uji Setelah di Oven	474
Kadar Air = $(W3 - W5) / W5 \times 100\%$	5,48 %

## HASIL PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

Nama : Wahyudi Mahendra  
NPM : 178110101  
Agregat Asal : Jalan Megawati, Binjai  
Tanggal :

Uraian	Sampel
Berat Benda Uji Semula (W3)	1000
Berat Benda Uji Kering Oven (W5)	966
Kadar Lumpur = $(W3 - W5) / W3 \times 100\%$	3,4 %

## HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

Nama : Wahyudi Mahendra  
NPM : 178110101  
Agregat Asal : Jalan Megawati, Binjai  
Tanggal :

Uraian	Gembur (gr)	Padat (gr)
Berat Benda Uji W3	3110	4010
Berat Silinder + Pasir	5660	6560
Berat Isi Agregat	1,04 kg/l	1,34 kg/l

## ANALISA AYAKAN AGREGAT KASAR

Nama : Wahyudi Mahendra  
 NPM : 178110101  
 Agregat Asal : Jalan Megawati, Binjai  
 Tanggal :

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gr)	Kumulatif Berat Tertahan	Persentase (%)	
			Tertahan	Lolos
31,5	0	0	0	100
19	1608	53,6	53,6	46,4
8	1284	96,4	42,8	57,2
5	108	100	3,6	96,4
2,36	0	100	0	0
1,18	0	100	0	0
0,3	0	100	0	0
0,15	0	100	0	0
Pan	0	100	0	0
Jumlah	3000	650	100	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{650}{100} = 6,5$$

## HASIL PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

Nama : Wahyudi Mahendra  
NPM : 178110101  
Agregat Asal : Jalan Megawati, Binjai  
Tanggal :

Uraian	Sampel (gr)
Berat Benda Uji Asli (lapangan) W3	500
Berat Benda Uji setelah di oven W5	497
Kadar Air = $(W3 - W5) / W5 \times 100$	0,60 %

## HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN DAYA SERAP AGREGAT KASAR

Nama : Wahyudi Mahendra  
NPM : 178110101  
Agregat Asal : Jalan Megawati, Binjai  
Tanggal :

Uraian	Sampel
Berat Jenis Kering (Bulk) $B_k / (W_2 + B_j - W_1)$	2,51
Berat Jenis Kering Permukaan (SSD) $B_j / (W_2 + B_j - W_1)$	2,53
Penyerapan $\{ (B_j - B_k) / B_k \} \times 100$	0,9 %

## HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR

Nama : Wahyudi Mahendra  
NPM : 178110101  
Agregat Asal : Jalan Megawati, Binjai  
Tanggal :

Uraian	Gembur (gr)	Padat (gr)
Berat Benda Uji W3	4070	4580
Berat Silinder + Batu	6620	7130
Berat Isi Agregat W3/V	1,36 kg/l	1,53 kg/l

## HASIL PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

Nama : Wahyudi Mahendra  
NPM : 178110101  
Agregat Asal : Jalan Megawati, Binjai  
Tanggal :

Uraian	Berat Sampel (gr)
Berat Benda Uji Sebelum dicuci W3	1000
Berat Benda Uji Setelah dicuci W5	993,4
Kadar Lumpur = $(W3 - W5) / W3 \times 100 \%$	0.66%



## PERHITUNGAN MIX DESIGN BETON

Perhitungan perencanaan campuran beton untuk mencari kebutuhan bahan yang diperlukan untuk memuat 1 m<sup>3</sup> beton dilapangan. Langkah – langkah perencanaan daftar Mix Design adalah sebagai berikut :

1. Kuat tekan karakteristik

Kuat tekan rencana ialah mutu K-300, atau  $f_c' = 24,9$

2. Nilai tambah (M)

$M = 8,5$  Mpa, diketahui berdasarkan pada tabel dibawah

Tabel Kuat tekan rata – rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar

Persyaratan kuat tekan $f_c$ Mpa	Kuat tekan rata - rata perlu, $f_{cr}$ Mpa
Kurang dari 21	$f_c + 7,0$
21 sampai dengan 35	$f_c + 8,5$
lebih dari 35	$f_c + 10,0$

Sumber : SNI 03–2847-2002

3. Kuat tekan beton rata-rata

$$\begin{aligned} F_{cr} &= f_c + M \\ &= 24,9 + 8,5 \\ &= 33,4 \text{ Mpa} = 340,469 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

4. Jenis semen

Jenis semen yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis semen tipe 1

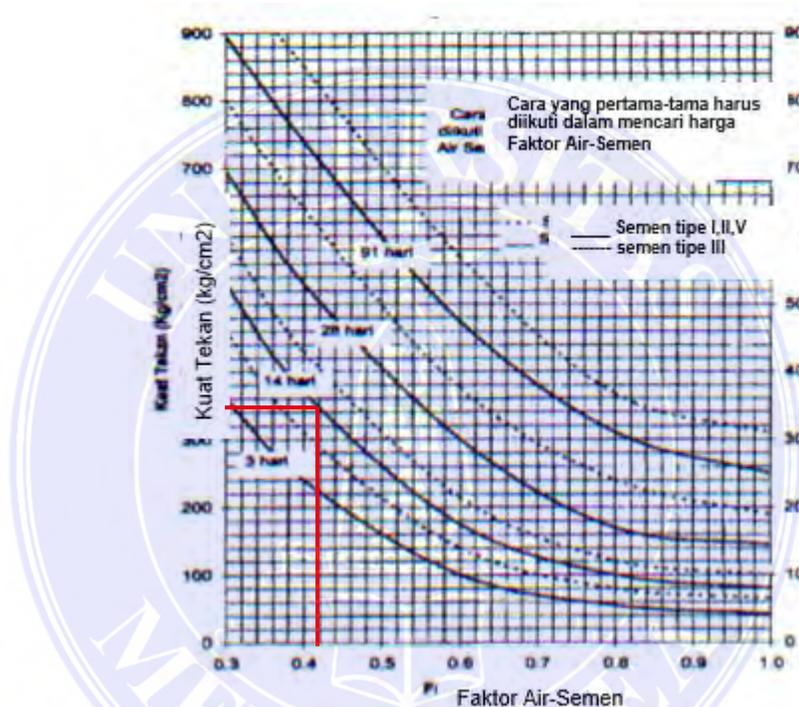
5. Jenis agregat yang digunakan adalah :

- Agregat kasar : Batu pecah

- Agregat halus : Alami

## 6. Faktor air semen

Dari grafik yang dapat dilihat pada lampiran 1 yang berkaitan dengan hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan faktor air semen untuk benda uji kubus 15 x 15x 15 cm, maka didapat nilai fas = 0,42



Gambar Hubungan fas dan kekuatan tekan beton untuk benda uji kubus

Sumber : SNI 03-2834-2000

## 7. Menentukan fas maksimum

Dalam faktor perhitungan grafik faktor air semen didapat 0,42 sementara pada tabel didapat nilai fas maks 0,60 maka dipakai faktor air semen 0,42 dikarenakan diambil yang terkecil

## 8. Slump

Nilai slump yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah 75 – 150 mm

Tabel Menentukan nilai slump

Pemakaian beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Max (cm)	Min (cm)
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
<b>Pelat, balok, kolom, dinding</b>	<b>15,0</b>	<b>7,5</b>
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal (beton massa)	7,5	2,5

Sumber : SNI 03-2834-2000

9. Ukuran agregat maksimum

Ukuran agregat maksimum pada penelitian ini adalah 20 mm

10. Kadar air bebas

$$= \frac{2}{3} A_h + \frac{1}{3} A_k$$

$$= \frac{2}{3} (195) + \frac{1}{3} (225)$$

$$= 204,9 \text{ l/m}^3$$

Tabel Perkiraan kadar air bebas (kg/cm<sup>3</sup>)

Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	<b>195</b>
	Batu pecah	170	190	210	<b>225</b>
40 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber : SNI 03-2834-2000

11. Kadar semen

$$W \text{ semen} = W \text{ air} / \text{fas}$$

$$= 204,9 / 0,42 = 487,857 \text{ kg/m}^3$$

## 12. Kadar semen minimum

Berdasarkan tabel kadar semen minimum didapat  $325 \text{ kg/m}^3$

Tabel persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai lingkungan

Lokasi	Jumlah semen minimum per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton didalam ruang bangunan :		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruang bangunan :		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah :		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Tabel tersendiri	Tabel tersendiri

Sumber : SNI 03-2834-2000

## 13. Gradasi agregat halus

Ditetapkan masuk daerah susunan butir daerah 3 yang dapat dilihat pada lampiran berdasarkan hasil analisa ayak masing – masing pasir.

Tabel Hasil Pemeriksaan Analisa Ayak Agregat Halus

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan	Kumulatif Berat Tertahan	Persentase (%)	
			Tertahan	Lolos
4,8	0	0	0	100
2,4	0	0	0	100
1,2	14	14	2,8	97,2
0,6	91	105	21	79
0,3	253	358	71,6	28,4
0,15	107	465	93	7
0,075	9	474	94,8	5,2
PAN	26	500	100	0
Jumlah	500		283,2	

Sumber : Hasil Pengujian, 2022

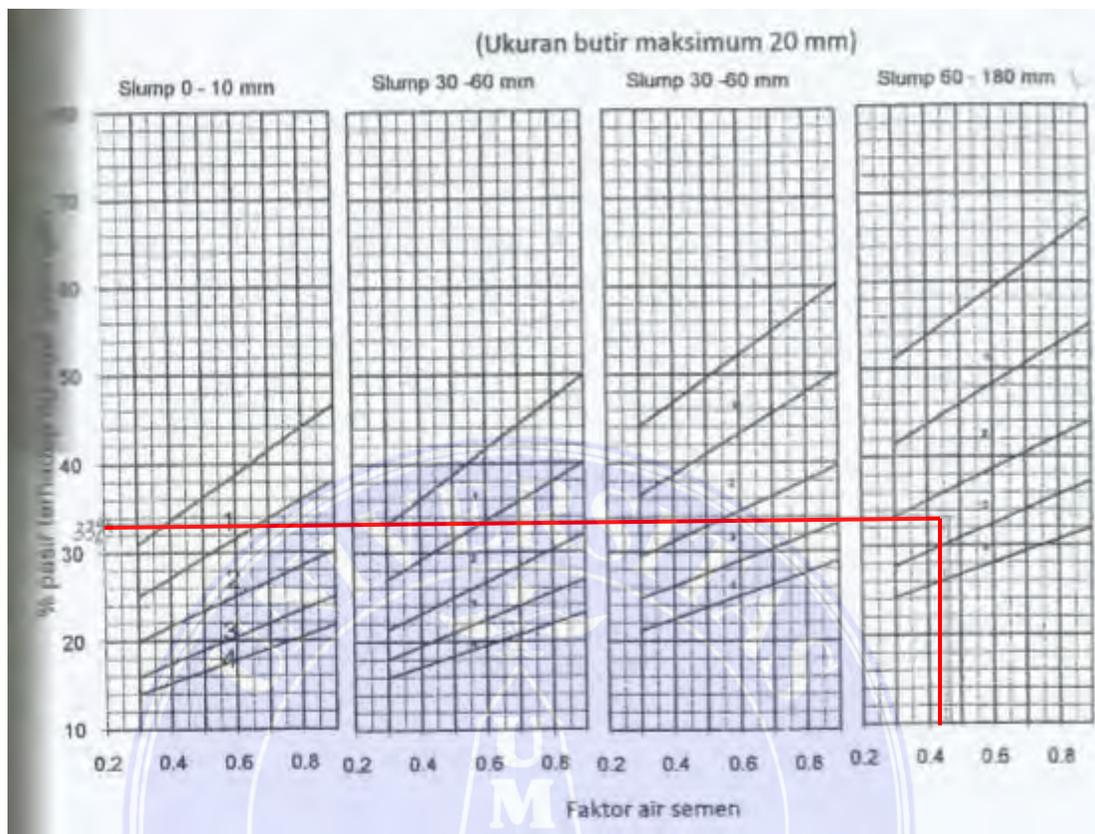
Tabel Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Daerah	Daerah	Daerah	Daerah
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50

Sumber : Teknologi Beton, Ir. Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007

#### 14. Persentase agregat halus

% Agregat halus = 33 %, dapat dilihat pada grafik dalam lampiran dengan nilai slump 60 – 180 mm.



Gambar grafik persentase jumlah pasir daerah no. 1, 2, 3, 4

15. Persentase agregat kasar

= 67 % merupakan pengurangan dari 100 % terhadap nilai persen agregat halus adalah sebagai berikut =  $100 \% - 33 \% = 67 \%$

16. Berat jenis relatif

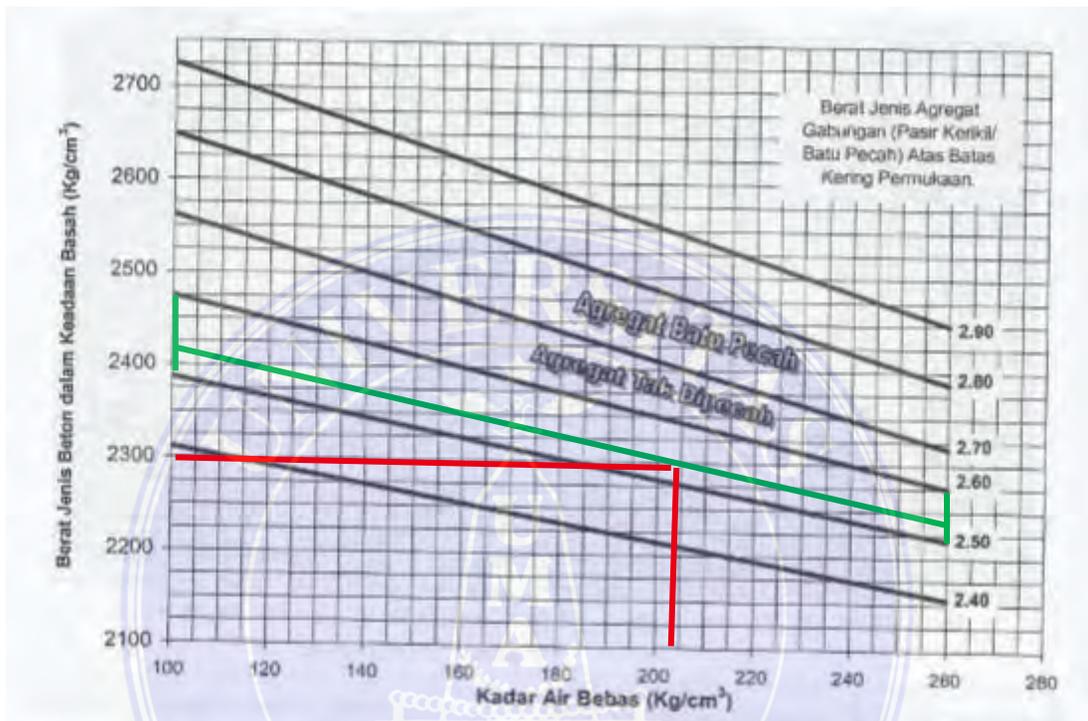
- Berat jenis agregat halus (SSD) = 2,54
- Berat jenis agregat kasar (SSD) = 2,53

17. Bj agregat gabungan

= 2,533 didapat dari penggabungan antara agregat halus dan agregat kasar, maka cara perhitungannya adalah sebagai berikut =  $(33 \% \times 2,54) + (67 \% \times 2,53) = 2,533$

### 18. B<sub>j</sub> beton basah

Diperoleh dari grafik yang dapat dilihat pada lampiran, yang menunjukkan nilai B<sub>j</sub> beton yang direncanakan pada grafik tersebut didapat 2300 kg/cm<sup>3</sup>.



Gambar Perkiraan berat jenis beton basah yang dimampatkan secara penuh

### 19. Kadar agregat gabungan

$$\begin{aligned} \text{Ag campuran} &= B_j \text{ beton} - W \text{ semen} - W \text{ air} \\ &= 2300 - 487,857 - 204,9 \\ &= 1607,243 \text{ kg/cm}^3 \end{aligned}$$

### 20. Kadar agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Kadar Ah} &= 33\% \times 1607,243 \\ &= 530,390 \text{ kg/cm}^3 \end{aligned}$$

21. Kadar agregat kasar

$$\begin{aligned}\text{Kadar Ak} &= 67\% \times 1607,243 \\ &= 1076,853 \text{ kg/cm}^3\end{aligned}$$







BUILDING TRUST

## PRODUCT DATA SHEET

# SikaGrout<sup>®</sup>-215 (new)

---

**HIGH PRECISION, GENERAL PURPOSE, NON-SHRINK CEMENTITIOUS GROUT**

---

<p><b>DESCRIPTION</b></p> <p>A non-shrink, cementitious premixed grout with extended working time to suit local ambient temperatures.</p> <p><b>USES</b></p> <p>For grouting over a wide range of applications:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anchor bolts</li> <li>• Machine bedding/base plates</li> <li>• Supporting bridge bearing pads</li> <li>• Pre-cast concrete section</li> <li>• Dry pack applications</li> <li>• Cavities, gaps and recesses</li> <li>• For grouting method of concrete repair</li> <li>• Marine structure</li> </ul>	<p><b>CHARACTERISTICS / ADVANTAGES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Easy to use, just add water</li> <li>• Good flow characteristic</li> <li>• Adjustable consistency</li> <li>• Rapid strength development</li> <li>• Shrinkage compensated</li> <li>• High final strength</li> <li>• Non-Corrosive</li> <li>• Non-Toxic</li> </ul>
--	--

---

**PRODUCT INFORMATION**

<b>Packaging</b>	25 kg bag
<b>Appearance / Colour</b>	Powder / Grey
<b>Shelf life</b>	6 months from the date production if stored in undamaged and unopened original sealed bags
<b>Storage conditions</b>	Stored in dry condition between +10 °C - +30 °C
<b>Density</b>	~2.26 kg/L

---

**TECHNICAL INFORMATION**

<b>Compressive Strength</b>	1 day	~25.0 N/mm <sup>2</sup>	(ASTM C-109)
	3 days	~40.0 N/mm <sup>2</sup>	
	7 days	~52.0 N/mm <sup>2</sup>	
	28 days	~65.0 N/mm <sup>2</sup>	
<b>Tensile Strength in Flexure</b>	28 days	> 6.0 N/mm <sup>2</sup>	(ASTM C-348)

Product Data Sheet  
SikaGrout<sup>®</sup>-215 (new)  
Version 01/2018  
A-6201110110000-01

**1 / 3**

<b>Tensile Adhesion Strength</b>	28 days	>1.5 N/mm <sup>2</sup> Concrete failure, over roughened concrete surface
	28 days	>2.5 N/mm <sup>2</sup> Over mechanically roughened old grout surface
<b>Expansion</b>	1-3 h (at +27 °C)	0.30 - 1.40 % (ASTM C-940)

### APPLICATION INFORMATION

<b>Mixing Ratio</b>	4.0 l. per 25 kg bag (water per powder = 16 % by weight)	
<b>Consumption</b>	~1.940 kg/m <sup>3</sup> of mortar	
<b>Yield</b>	~12.80 L per 25 kg bag	
<b>Layer Thickness</b>	Recommended thickness is 20 - 100 mm	
<b>Flowability</b>	Flow cone (mm)	240 - 280 mm (ASTM C230/230M)
<b>Product Temperature</b>	< +30 °C	
<b>Ambient Air Temperature</b>	+10 °C - +35 °C	
<b>Substrate Temperature</b>	+10 °C - +35 °C	
<b>Pot Life</b>	25 min	
<b>Setting Time</b>	4 - 8 h	

### APPLICATION INSTRUCTIONS

#### SUBSTRATE QUALITY / PRE-TREATMENT

##### SURFACE PREPARATION

- Remove dirt, oil, grease, loose material and other bond-inhibiting materials.
- Anchor bolts to be grouted must be degreased with suitable solvent.
- Concrete must be sound and roughened to promote mechanical adhesion.
- Prior to pouring, surface must be wetted to saturated surface dry.

##### FORMING

For pourable grout, construct forms to retain grout without leakage. Forms should be lined or coated with bond-breaker for easy removal. Forms should be sufficiently high to accommodate head of grout. Where grout tight form is difficult to achieve, use SikaSet Accelerator as water plug (refer to PDS SikaSet Accelerator).

##### MIXING

Put measured quantity of water (depend on the required consistency) into a mixing vessel. Add slowly the total contents of SikaGrout®-215 (new) while mixing. Mix continuously for 3 minutes to achieve even consistency. Use a mechanically low speed drill (400-600 rpm) with mixing paddle or appropriately sized mortar mixer.

#### APPLICATION

Within 25 minutes after mixing, place grout into forms from one side to avoid air entrapment. Do not vibrate. Use a suitable head box of 150-200 mm and maintain the grout head at all times to ensure a continuous flow. Gentle tapping or pulling loops of wire from one side may assist the flow of the mortar under difficult working conditions.

#### CURING TREATMENT

Wet cure for a minimum 3 days with wet hessian, plastic sheet or apply a curing compound (Antisol).

#### CLEANING OF EQUIPMENT

Clean all tools and application equipment with water immediately after use. Hardened and / or cured material can only be removed mechanically.

#### IMPORTANT CONSIDERATIONS

- Minimum application thickness = 10 mm
- Recommended thickness of SikaGrout®-215 (new) in one pour is 20 mm to 100mm.
- If the thickness exceeds 100 mm, special procedure must be taken to anticipate temperature rise. Iced water, add coarse aggregate to the mix (max. 40% by powder weight), or both of them may be used to eliminate temperature rise.
- Variations in cement could cause shade differences in colour of the mortar.

Product Data Sheet  
SikaGrout®-215 (new)  
form 1232, 12/2016 (2/21)  
000001234567891011







PENGUJIAN KOKOH TEKANAN BETON PC - 0103 - 76 (ASTM C - 39 - 72) (ASTM C - 192 - 69) (ASTM C - 617 - 71 A)				Jenis Benda Uji Kubus, 15 x 15 x 15 (cm)			Jumlah Benda Uji 8 Buah			Alat : - Mesin Compression Test - Timbangan	
No	Benda Uji	Tanggal		Berat (kg)	Umur (hari)	Mutu Beton Rencana	Beban Tekan (kN)	Rasio Umur	Luas Benda Uji (cm <sup>2</sup> )	Kokoh Tekan Beton, K (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Cetak	Uji							Pengujian	Estimasi 28 hari
1	Kubus (0%)	10/06/2022	18/06/2022	7,84	7	K-300	569,20	0,650	225,0	257,961	396,86
2	Kubus (0,3%)	10/06/2022	18/06/2022	7,96	7	K-300	451,20	0,650	225,0	204,48	314,59
3	Kubus (0,6%)	10/06/2022	18/06/2022	7,96	7	K-300	581,60	0,650	225,0	263,58	405,51
4	Kubus (0,9%)	10/06/2022	18/06/2022	7,85	7	K-300	624,30	0,650	225,0	282,93	435,28
5	Kubus (0%)	10/06/2022	25/06/2022	7,93	14	K-300	634	0,880	225,0	287,329	326,51
6	Kubus (0,3%)	10/06/2022	25/06/2022	7,99	14	K-300	600	0,880	225,0	271,92	309,00
7	Kubus (0,6%)	10/06/2022	25/06/2022	7,93	14	K-300	634,2	0,880	225,0	287,42	326,61
8	Kubus (0,9%)	10/06/2022	25/06/2022	8,05	14	K-300	883,8	0,880	225,0	400,54	455,16
Pekerjaan :				Lokasi :			Di uji oleh :				
Penelitian Tugas Akhir				Universitas Katolik Santo Thomas Medan			- Josua Hutauruk - Arie Surbakti				
Pemohon Pengujian :				LABORATORIUM BETON FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL UNIKA SANTO THOMAS SUMATERA UTARA Jl. Setia Budi No.479-F, Medan 20132 Telp.8210161 Ext.232			Di ketahui Oleh :			Kepala Laboratorium Beton  ( Ir. Martius Ginting, MTSi)	
Wahyudi Mahendra (178110101)											



SikaGrout 215 new



Analisa saringan agregat



Menimbang agregat kasar



Menimbang agregat halus



**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/11/22

Access From (repository.uma.ac.id)17/11/22



Proses Perendaman Agregat



Mengeringkan agregat



Pemeriksaan agregat



Pengecoran bahan



Penentuan nilai slump



Memasukkan beton segar kedalam cetakan



Menggetarkan cetakan untuk memadatkan



Perendaman benda uji



Menimbang benda uji



Pengujian kuat tekan beton



Beban tekan maksimum benda uji