

TUGAS AKHIR

**STUDI PEMANFAATAN LIMBAH GRC (GLASSIFIBER
REINFORCED CEMENT BOARD) DAN SIKAFUME
SEBAGAI BAHAN TAMBAH DALAM CAMPURAN
BETON**

(Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh:

HARI WINARDI

1307210186



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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : HARI WINARDI

NPM : 1307210186

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : STUDI PEMANFAATAN LIMBAH GRC (GLASSIFIBER REINFORCED CEMENT BOARD) DAN SIKAFUME SEBAGAI BAHAN TAMBAH DALAM CAMPURAN BETON

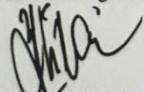
Bidang ilmu : Struktur

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

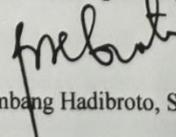
Medan, Agustus 2018

Mengetahui dan menyetujui:

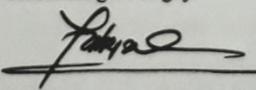
Pembimbing I/Penguji


Ir. Ellyza Chairina, M.Si.

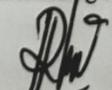
Pembimbing II/Penguji

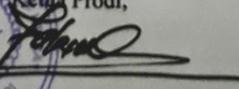

Bambang Hadibroto, ST., MT.

Pembanding I/Penguji


Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc.

Pembanding II/Penguji


Rhini Wulan Dary, ST., MT.


Program Studi Teknik Sipil
Ketua Prodi,

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : HARI WINARDI
Tempat/tgl. Lahir : Delitua, 11 Januari 1994
NPM : 1307210186
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

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

“STUDI PEMANFAATAN LIMBAH *GRC (GLASSIFIBER REINFORCED CEMENT BOARD)* DAN *SIKAFUME* SEBAGAI BAHAN TAMBAH DALAM CAMPURAN BETON”

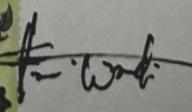
Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

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

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

Medan, 2018

Saya yang menyatakan,



FAFF324700205
000
LEMBANG SURUH
KEMENTERIAN
KEMENTERIAN
KEMENTERIAN

(HARI WINARDI)

ABSTRAK

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH *GRC* (*GLASSIFIBER EINFORCED CEMENT BOARD*) DAN *SIKAFUME* SEBAGAI BAHAN TAMBAH DALAM CAMPURAN BETON

Hari Winardi

1307210168

Ir. Ellyza Chairina, M.Si

Bambang Hadibroto, S.T., MT.

Beton adalah suatu campuran yang dimana bahan penyusunnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen, air, dan juga dengan penggunaan bahan tambah ataupun tidak, bahan tambah tersebut dapat berupa limbah atau zat *additive*. Dalam penelitian kali ini penulis mencoba menggunakan limbah *GRC* yang merupakan bahan yang pertama kali dikenalkan di Inggris dan masuk di Indonesia pada tahun 70-an sampai awal 80-an ini merupakan salah satu pengembangan dari beton, dan *additive* berupa *SikaFume*, untuk penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara Medan yang mencakup tentang pengujian waktu ikat semen, pengujian nilai *slump*, dan pengujian kuat tekan beton. Setelah dilakukan pengujian di dapatkan hasil nilai *slump* 8 cm, waktu ikat awal 60 -waktu ikat akhir 135 (menit), kuat tekan 20,59 MPa untuk semen dan beton normal. Nilai *slump* 10 cm, waktu ikat awal 75 -waktu ikat akhir 180 (menit), kuat tekan 21,06 MPa untuk semen dan beton normal + *GRC* 0,5%. Nilai *slump* 12 cm, waktu ikat awal 105 -waktu ikat akhir 225 (menit), kuat tekan 21,72 MPa untuk semen dan beton normal + *GRC* 1%. Nilai *slump* 14 cm, waktu ikat awal 120 -waktu ikat akhir 240 (menit), kuat tekan 22,71 MPa untuk semen dan beton normal + *GRC* 1,5%, Nilai *slump* 13 cm, waktu ikat awal 150 -waktu ikat akhir 255 (menit), kuat tekan 22,54 MPa untuk semen dan beton normal + *GRC* 0,5% + *SikaFume* 5%. Nilai *slump* 15 cm, waktu ikat awal 165 -waktu ikat akhir 270 (menit), kuat tekan 24,45 MPa untuk semen dan beton normal + *GRC* 1% + *SikaFume* 5%. Nilai *slump* 18 cm, waktu ikat awal 180 -waktu ikat akhir 330 (menit), kuat tekan 25,07 MPa untuk semen dan beton normal + *GRC* 1,5% + *SikaFume* 5%. Dari hasil data penelitian tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan penambahan *GRC* dan *SikaFume*, dapat menaikkan nilai *slump*, dan memperlambat waktu ikat awal-akhir pada pasta semen, serta dapat menaikkan kuat tekan pada beton.

Kata-kata kunci: Bahan Tambah, *GRC*, *SikaFume*, Waktu Ikat Pasta, Kuat Tekan Beton.

ABSTRACT

STUDY OF GRC (GLASS FIBER REINFORCED CEMENT BOARD) WASTE AND SIKAFUME AS ADDITIONAL MATERIALS IN CONCRETE MIXED

Hari Winardi

1307210168

Ir. Ellyza Chairina, M.Si

Bambang Hadibroto, S.T., MT.

The concrete is a mixture in which the constituent material comprises coarse aggregate, fine aggregate, cement, water, and also with the use of no added ingredients the additive. In this study the author tries to use GRC waste which is the material that was first introduced in England and entered in Indonesia in the 70s to early 80s this one of the development in concrete and for this research is done in concrete Laboratory Faculty of Engineering Medan University of Sumatera Utara Medan which covers about cement time test, slump value test, and strength testing done test result slump value of 8 cm, initial binding time 60-end binding time 135(minutes), compressive strength 20,59 MPa for cement and normal concrete. Slump value of 10 cm, initial binding time 75-end binding time 180(minutes), strong compressive strength 21,06 MPa for cement and normal concrete GRC 0,5%. Slump value 12cm, initial binding time 105-end binding time 225(minutes), strong compressive strength 21,72 MPa for cement and normal concrete GRC 1%. Slump value of 14 cm, initial binding time 120-end binding time 240(minutes), compressive strength 22,71MPa for cement and normal concrete GRC 1,5%. Slump value of 13, initial binding time 150-end binding time 255(minutes), compressive strength 22,54 MPa for cement and normal concrete GRC 0,5% SikaFume 5%. Slump value of 15, initial binding time 165-end binding time 270(minutes), compressive strength 24,45 MPa for cement and normal concrete GRC 1% SikaFume 5%. Slump value of 18, initial binding time 180-end binding time 330(minutes), compressive strength 25,07 MPa for cement and normal concrete GRC 0,5% SikaFume 5%. From result of data the study can be deduced that with the addition GRC and SikaFume, it can increase the slump value, and slow down the binding time of the paste on the cement paste, and can increase the compressive strength concrete.

*Keywords: Added Material, GRC, SikaFume, Paste Time Test, Strong Concrete
Test*

KATA PENGANTAR



Assalamu'Alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabil'alamin, segala puji atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga atas barokah dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai mana yang diharapkan.

Adapun judul dari Tugas Akhir ini adalah **“STUDI PEMANFAATAN LIMBAH GRC (GLASSIFIBER REINFORCED CEMENT BOARD) DAN SIKAFUME SEBAGAI BAHAN TAMBAH DALAM CAMPURAN BETON”** yang diselesaikan selama kurang lebih 5 bulan. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi syarat menyelesaikan jenjang keserjanaan Strata 1 pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

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

1. Ibu Ir.Ellyza Chairina, M.Si., selaku Dosen Pembimbing -I dalam penulisan Tugas Akhir ini sekaligus Kepala Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Bambang Hadibroto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing-II dalam penulisan Tugas Akhir ini.

3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc., selaku Dosen Pembanding –I dalam penulisan Tugas Akhir ini sekaligus Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Rhini Wulan Dary, ST., MT., selaku Dosen Pembanding-II dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Ramli dan Ibunda tercinta Nurhayati yang telah mengasuh dan membesarkan penulis dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus.
6. Untuk keluargaku Kakanda dan Adinda Hari Sumedi, S.T., dan Hari Agung Laksono yang telah memberikan dukungan kepada penulis hingga selesainya Tugas Akhir ini.
7. Terkhusus untuk teman berbagiku Ira Firdayanti yang selalu memberikan dukungan dan motifasi kepada penulis dalam banyak hal.
8. Bapak Ade Faisal, S.T, M.Sc, Ph.D., selaku Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Ibu Irma Dewi, S.T., M.Si., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara..
10. Bapak dan Ibu staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Bapak Ir. Torang Sitorus M.T., selaku Kepala dan Pelaksana Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
12. Mas Bandi dan Bahari selaku Laboran dan Pelaksana Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara, serta sudah penulis anggap seperti keluarga sendiri, sekali lagi terimakasih banyak.

13. Rekan Teknik Sipil '13 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
14. Adinda Asisten Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara, Bagas Sangga Buana, M. Rizky Ananda Syahputra, dan Muhammad Ridwan Siregar, yang telah memberikan masukan serta arahan kepada penulis dalam melaksanakan Tugas Akhir ini.
15. Dedi Wardani Tarigan, Robi Maulana, Dedi Arianto dan rekan – rekan semasa kecil hingga sekarang atas doa yang diberikan selama ini.

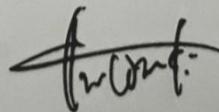
Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan keterbatasan waktu serta kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

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

Wassalamu'Alaikum Wr. Wb

Medan, Agustus 2018

Penulis



Hari Winardi

1307210186

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Lingkup Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Umum	7
2.2 Bahan Penyusun Beton	8
2.2.1. Semen	8
2.2.2. Agregat	9
2.2.3. Air	13
2.2.4. <i>GRC (Glassifiber Reinforced Cement Board)</i>	14
2.2.5. <i>SikaFume</i>	14
2.3 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton	14
2.4 <i>Slump</i> Test	21
2.5 Perawatan Beton	23
2.6 Pengujian Sample	24
	viii

2.6.1. Uji Waktu Ikat Semen	24
2.6.2. Uji Kuat Tekan Beton	28
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2 Bahan dan Peralatan	29
3.2.1. Bahan	30
3.2.2. Peralatan	30
3.3 Persiapan Penelitian	30
3.4 Pemeriksaan Agregat	32
3.4.1. Pemeriksaan Agregat Halus	36
3.4.2. Pemeriksaan Agregat Kasar	38
BAB 4 ANALISA DATA	41
4.1 Rencana Campuran Beton	41
4.2 Pembuatan Benda Uji	46
4.3 Pengujian Nilai <i>Slump</i>	47
4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton	48
4.5 Pengujian Konsistensi Semen Portland (SNI-03-6826-2002)	51
4.6 Pengujian Waktu Ikat Semen Portland Bebrbagai Jenis Variasi (SNI-03-6827-2002)	52
4.6.1. Semen Portland	52
4.6.2. Semen Portland + <i>GRC</i> 0,5%, Semen Portland + <i>GRC</i> 1%, Semen Portland + <i>GRC</i> 1,5%	53
4.6.3. Semen Portland + <i>GRC</i> 0,5% + SikaFume 5%, Semen Portland + <i>GRC</i> 1% + SikaFume 5%, Semen Portland + <i>GRC</i> 1,5% + SikaFume 5%	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	57

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1: Kandungan Bahan Penyusun <i>GRC</i>	2
Tabel 2.1: Batas Gradasi Agregat Halus	10
Tabel 2.2: Batas Gradasi Agregat Kasar	11
Tabel 2.3: Faktor Penggali Untuk Standar Deviasi	15
Tabel 2.4: Perkiraan Kadar Air Bebas	16
Tabel 3.1: Data Dari Pengujian Analisa Ayakan Agregat Halus	32
Tabel 3.2: Data Dari Pengujian Kadar Air Agregat Halus	35
Tabel 3.3: Data Dari Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	36
Tabel 3.4: Data Dari Pengujian Analisa Ayakan Agregat Kasar	39
Tabel 3.5: Data Dari Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	40
Tabel 3.6: Data Dari Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	42
Tabel 4.1: Data Dari Pengujian Kadar Air Bebas	42
Tabel 4.2: Data Dari Pengujian Klasifikasi Agregat	42
Tabel 4.3: Komposisi Bahan Untuk Tiap-Tiap Variasi	45
Tabel 4.4: Data Dari Pengujian Nilai Slump	47
Tabel 4.5: Data Dari Pengujian Kuat Tekan Beton Berbagai Jenis Variasi	48
Tabel 4.6: Data Dari Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland	51
Tabel 4.7: Data Dari Pengujian Waktu Ikat Semen Portland	52
Tabel 4.8: Data Dari Pengujian Waktu Ikat Semen Portland + <i>GRC</i> 0,5%, Semen Portland + <i>GRC</i> 1%, Semen Portland + <i>GRC</i> 1,5%	53
Tabel 4.9: Data Dari Pengujian Waktu Ikat Semen Portland + <i>GRC</i> 0,5% + <i>SikaFume</i> 5%, Semen Portland + <i>GRC</i> 1% + <i>SikaFume</i> 5%, Semen Portland + <i>GRC</i> 1,5% + <i>SikaFume</i> 5%	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1: Benda Uji Silinder	4
Gambar 2.1.a: Grafik Daerah Gradasi Pasir Kasar	11
Gambar 2.1.b: Grafik Daerah Gradasi PasirAgak Kasar	11
Gambar 2.1.c: Grafik Daerah Gradasi Pasir Agak Halus	11
Gambar 2.1.d: Grafik Daerah Gradasi Pasir Halus	12
Gambar 2.2: Gambar Daerah Gradasi Agregat Kasar	13
Gambar 2.3: Hubungan Faktor Air Semen Dan Kuat Tekan Silinder Beton	16
Gambar 2.4: Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Di Anjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 10 mm	18
Gambar 2.5: Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Di Anjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm	18
Gambar 2.6: Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Di Anjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm	18
Gambar 2.7: Grafik Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran Dan Berat Beton	19
Gambar 2.8: Kerucut Abrams	21
Gambar 2.9: <i>Slump</i> Sejati	22
Gambar 2.10: <i>Slump</i> Geser	22
Gambar 2.11: <i>Slump</i> Runtuh	23
Gambar 2.12: Alat Vicat Dan Cetakan Benda Uji	25
Gambar 2.13: Model Benda Uji Silinder	29
Gambar 3.1: Diagram Alir Pembuatan Beton	31
Gambar 3.2: Grafik Hasil Analisa Daerah Gradasi Agregat Halus (Zona III)	34
Gambar 3.3: Hasil Analisa Daerah Gradasi Agregat Kasar	39
Gambar 4.1: Data Hasil Dari Pengujian Nilai <i>Slump</i> Berbagai Jenis Variasi	47
Gambar 4.2: Beban Tekan Pada Bneda Uji Silinder	48
Gambar 4.3: Data Hasil Dari Pengujian Kuat Tekan Beton Berbagai	

Jenis Variasi	49
Gambar 4.4: Grafik Data Hasil Dari Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland	51
Gambar 4.5: Grafik Data Hasil Dari Pengujian Waktu Ikat Semen Berbagai Jenis Variasi	55

DAFTAR NOTASI

A	= Luas Permukaan Benda Uji	(cm ²)
P	= Beban Tekan	(kg)
f'c	= Kuat Tekan	(MPa)
t	= Tinggi Benda Uji	(cm)
Bj	= Berat Jenis	-
FM	= Modulus Kehalusan	-
n	= Jumlah Benda Uji	(Buah)
V	= Volume	(cm ³)
W	= Berat	(kg)
Ø	= Diameter	(cm)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era global yang semakin meningkat dan juga terus berkembangnya teknologi secara pesat, hal ini tentu mengakibatkan banyaknya bermunculan benda-benda yang tak habis pakai (limbah) menumpuk. Dengan mengingat tidak semua limbah dapat di daur ulang menjadi hal yang bermanfaat, sehingga keberadaannya yang terus meningkat menjadi suatu masalah di setiap negara termasuk Indonesia.

Dalam mengurangi dampak kerusakan lingkungan ahli-ahli peneliti berusaha mencari solusi untuk menangani pencemaran lingkungan. Banyak upaya yang dilakukan dimulai dari penerapan bangunan ramah lingkungan, dan teknologi ramah lingkungan. Bersamaan pula dengan meningkatnya skala pembangunan, baik itu berupa struktur, infrastruktur dan lainnya menunjukkan juga semakin banyak kebutuhan beton di masa yang akan datang. (Syahnan, A.P. 2014).

Beton merupakan campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan dengan bahan tambah lainnya ataupun tidak dengan syarat-syarat perbandingan (proporsi) tertentu. Banyak segi keuntungan yang diperoleh dari beton, seperti memiliki kuat tekan yang tinggi, mutu dapat direncanakan sesuai kebutuhan dan mudah dirawat serta memerlukan biaya yang murah dalam pengerjaan dan perawatannya.

Dengan melihat fenomena tersebut banyak orang mencoba untuk memanfaatkan benda-benda tak habis pakai dalam campuran beton. Namun tidak menghilangkan sifat beton asli pada normalnya. Salah satunya adalah limbah *GRC (Glassfiber Reinforced Cement Board)*

GRC adalah bahan yang pertama kali dikenalkan di Inggris dan masuk di Indonesia pada akhir 70-an sampai awal 80-an ini merupakan salah satu

pengembangan dari beton. Walaupun belum terlalu umum saat ini *GRC* mulai banyak digunakan di beberapa bangunan misalkan: gedung perkuliahan, gedung perkantoran, rumah sakit, rumah tinggal dan lainnya.

Pada umumnya *GRC* di terapkan pada pembuatan *plafound* ataupun *partisi*. Berbeda dengan *Gypsum*, *GRC* lebih tahan terhadap penyerapan air, dan dinyatakan lulus ketahanan api. Tetapi di sisi lain *GRC* memiliki tekstur yang agak keras sehingga tidak memungkinkan lagi untuk di pakai kembali setelah dilakukan pembongkran terhadap area yang diterapkan karena akan terjadi patahan atau kerusakan. Hal ini mendasari saya untuk menggunakan limbah *GRC*

Adapun kandungan (bahan penyusun) yang terdapat pada *GRC* seperti dalam Tabel 1.1.

Tabel 1.1: Kandungan (bahan penyusun) *GRC*.

Bahan	Spray (kg)	Premix (kg)
Semen	50	50
Agregat Halus	50	50
Plastizer	0,5	0,55
Polimer	5	5
Air	13,5	14,5
AR Glassifibre	4,5-5%	2-3,5%

(Sumber: www.grcartikon.co.id)

Selain *GRC*, penulis juga akan mengkombinasikan bahan *additive* berupa *SikaFume* sebanyak 5% pada masing-masing variasi sebagai bahan tambah pada beton. *SikaFume* merupakan generasi terbaru *additive* beton dalam bentuk bubuk halus yang didasarkan pada teknologi *Silica Fume*. *SikaFume* biasa digunakan sebagai *additive* yang sangat efektif untuk menghasilkan beton dengan kualitas tinggi, sesuai dengan standar ASTM C 1240-00.

SikaFume/Silica Fume merupakan produk sampingan (*biprodukt*) dari suatu industri silikon metal. Terdapat Kelebihan tersendiri apabila kita menggunakan *SikaFume* dalam proses pembuatan beton khususnya mutu tinggi, kelebihan

tersebut antara lain: meningkatkan *workabilitas* untuk jangka yang lama, meningkatkan stabilitas dan keterpaduan campuran beton segar. (Reni Oktaviani Tarru dkk).

1.2. Perumusan Masalah

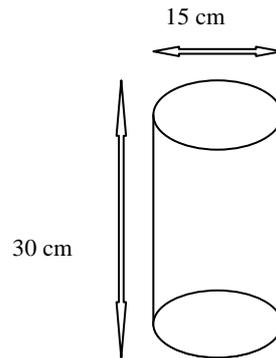
Dengan adanya latar belakang yang telah dijelaskan maka penulis mencoba menganalisis :

1. Bagaimana pengaruh nilai *slump* pada beton segar normal dengan bahan tambah limbah *GRC* dan *SikaFume* ?
2. Bagaimana nilai kuat tekan pada beton normal dengan bahan tambah limbah *GRC* dan *SikaFume* ?
3. Mencari tahu waktu ikat pasta semen normal dengan penambahan limbah *GRC* dan *SikaFume* ?

1.3. Lingkup Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi baik cakupan / lingkup masalahnya agar tidak terlalu luas. Pembatasan masalah meliputi :

1. Mutu beton yang direncanakan adalah $f'c$ 20 MPa.
2. Menggunakan bahan campuran berupa limbah *GRC* dan *SikaFume*.
3. Penambahan agregat halus *GRC* yang digunakan sebanyak 0.5%, 1%, dan 1,5% dari penggunaan semen.
4. Penambahan agregat halus *GRC* yang digunakan sebanyak 0.5%, 1%, dan 1,5% dari penggunaan semen serta *SikaFume* sebesar 5% dari penggunaan semen pula, untuk masing-masing variasi.
5. Benda uji (*sample*) yang digunakan adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
6. Perawatan beton dengan cara perendaman dalam bak yang berisi air.
7. Pengujian waktu ikat semen untuk semua variasi.
8. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari untuk semua variasi dan model benda uji silinder seperti pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1: Benda uji silinder.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan penulis dalam penelitian untuk tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai *slump* beton segar yang menggunakan bahan limbah *GRC*, dan *SikaFume* sebagai bahan tambah dalam campuran beton.
2. Mengetahui perilaku mekanik beton yang menggunakan limbah *GRC* dan *SikaFume* sebagai penambahan pada semen dalam campuran beton dan membandingkannya dengan beton normal. Perilaku mekanik yang diteliti meliputi: kuat tekan.
3. Untuk mengetahui waktu ikat pasta semen dengan penambahan limbah *GRC* dan *SikaFume*.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari Tugas Akhir ini antara lain adalah :

1. Dari hasil penelitian ini kiranya dapat kita jadikan suatu acuan bahwa penggunaan limbah *GRC* dan *SikaFume* sebagai tambahan komponen pembentuk beton merupakan suatu pilihan (*choice*) yang patut dipertimbangkan untuk mendapatkan/merubah sifat dan mutu beton tertentu sesuai yang diinginkan.
2. Menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan / individu untuk menggunakan limbah *GRC* dan *SikaFume* sebagai salah satu bahan dalam campuran beton.

3. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya yang akan membahas masalah penggunaan limbah *GRC* dan *SikaFume* dengan mengkombinasikan dengan bahan tambahan lainnya untuk beton mutu tinggi.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistem atau metode yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini adalah dengan mengumpulkan teori dan data-data yang diperlukan serta masukan-masukan yang diberikan oleh Dosen Pembimbing dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Adapun sistematika penulisan di bawah ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara garis besar isi setiap bab yang dibahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang penelitian, perumusan masalah, lingkup masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan tentang dasar-dasar teori yang berkaitan tentang penelitian.

BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang prosedur percobaan yang meliputi, sistematika penelitian, tempat dan waktu penelitian, bahan dan peralatan, persiapan penelitian, dan pemeriksaan agregat.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang rencana campuran beton, pembuatan benda uji, pengujian nilai *slump*, pengujian kuat tekan, pengujian konsistensi semen portland, pengujian waktu ikat semen serta menganalisis data yang diperoleh.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh dan saran-saran dari penulis mengenai penelitian yang dilakukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Beton adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air atau dengan bahan tambahan yang membentuk massa padat. Beton yang sering digunakan pada umumnya yaitu beton normal. Beton yang sudah mengeras atau kaku dapat juga dilakukan sebagai batuan tiruan, dengan rongga- rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus atau pasir), dan pori-pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat sehingga terbentuklah suatu kesatuan yang padat dan tahan lama.

Mutu beton ditentukan oleh banyak faktor antara lain (Sutikno. 2003):

1. Faktor Air Semen (*FAS*).
2. Perbandingan bahan-bahannya.
3. Mutu bahan-bahannya.
4. Susunan butiran-butiran agregat yang dipakai.
5. Ukuran maksimum agregat yang dipakai.
6. Bentuk butiran agregat.
7. Kondisi pada saat mengerjakan.
8. Kondisi pada saat pengerasan.

Dan adapun beton merupakan salah satu bahan untuk struktur bangunan yang sangat banyak dipakai dan luas penggunaannya. Umumnya, penggunaan beton *readymix* untuk pekerjaan struktur bangunan, tetapi jika kondisi di lapangan maupun lingkup pekerjaannya tidak memungkinkan untuk menggunakan beton *readymix* maka akan digunakan beton yang diaduk sendiri di lokasi proyek tersebut.

Dalam penelitian ini, material alternatif campuran beton yang digunakan adalah limbah *GRC*, yang merupakan sisa pembuangan dari RS. Mitra Sejati Medan. Adapun penyusun dari limbah *GRC* tersebut antara lain: semen, agregat halus, *plastizier*, *polimer*, air, dan *ar glassifibre*. Kemudahan dalam mendapatkan bahan juga menjadi pertimbangan dalam menggunakan bahan limbah *GRC*. Banyak sekali limbah *GRC* yang terbuang percuma dan tidak dimanfaatkan. Selain itu, limbah *GRC* juga sangat susah terurai dan dapat mencemari lingkungan.

Selain limbah *GRC*, penulis juga akan mengkombinasikan bahan *additive* berupa *SikaFume* sebagai bahan tambah pada beton. *SikaFume* merupakan generasi terbaru *additive* beton dalam bentuk bubuk halus yang didasarkan pada teknologi *Silica Fume*. *SikaFume* biasa digunakan sebagai *additive* yang sangat efektif untuk menghasilkan beton dengan kualitas tinggi, sesuai dengan standar ASTM C 1240-00.

2.2. Bahan Penyusun Beton

Beton pada umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama, yaitu semen, agregat dan air. Untuk kegunaan tertentu dapat juga ditambahkan bahan tambah untuk mengubah sifat-sifat tertentu yang diinginkan dari beton. Berikut ini akan dijelaskan mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut, maupun bahan tambah yang digunakan.

2.2.1. Semen

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan juga banyak diaplikasikan kedalam bangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Fungsi semen adalah untuk mengikat butir-butir agregat dengan agregat lainnya hingga membentuk suatu massa padat.

Adapun sifat-sifat fisik semen yaitu :

a. Kehalusan Butir

Kehalusan semen juga mempengaruhi waktu pengerasan pada semen itu sendiri. Secara umum, semen yang berbutir halus meningkatkan kohesi pada beton segar dan juga dapat mengurangi *bleeding* (kelebihan air),

akan tetapi dengan penambahan air cenderung beton akan menyusut lebih banyak dan pasti juga akan mempermudah terjadinya keretakan/penyusutan.

b. Waktu Ikat

Waktu ikat ini juga sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dalam sebuah adukan baik itu mortar maupun beton, karena suatu adukan atau campuran yang dibuat harus sesegera mungkin dipakai supaya tidak lekas kering.

Waktu ikat adalah, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suatu tahap ataupun kriteria dimana pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu tersebut dihitung sejak air tercampur dengan semen. Waktu dari pencampuran semen dengan air sampai saat kehilangan sifat keplastisannya disebut waktu ikat awal, dan pada waktu sampai pastinya menjadi massa yang keras disebut waktu ikat akhir. Pada semen portland terdapat batasan waktu ikat yaitu :

- Waktu ikat awal > 60 menit
- Waktu ikat akhir < 480 menit

c. Panas Hidrasi

Silikat dan *aluminat* yang terdapat pada semen, yang bereaksi dengan air menjadi media perekat yang memadat dilanjutkan dengan pembentukan massa yang keras. Reaksi pembentukan media perekat ini disebut dengan hidrasi.

2.2.2. Agregat

Agregat adalah suatu butiran yang berfungsi sebagai bahan pengisi dan juga sebagai penguat beton tersebut. Agregat ini menempati sebanyak kurang lebih 65% volume dari beton. Sehingga kualitas beton itu sendiri bergantung pada sifat agregat ini. Agregat ini dapat dibedakan menjadi beberapa kategori, yaitu:

a. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang dimana keseluruhan butirnya menembus ayakan berlubang 4.8mm (SNI-0052-1980) atau 4.75mm (ASTM C33-1982) yang biasa disebut pasir.

Maksud penggunaan agregat halus didalam adukan beton adalah:

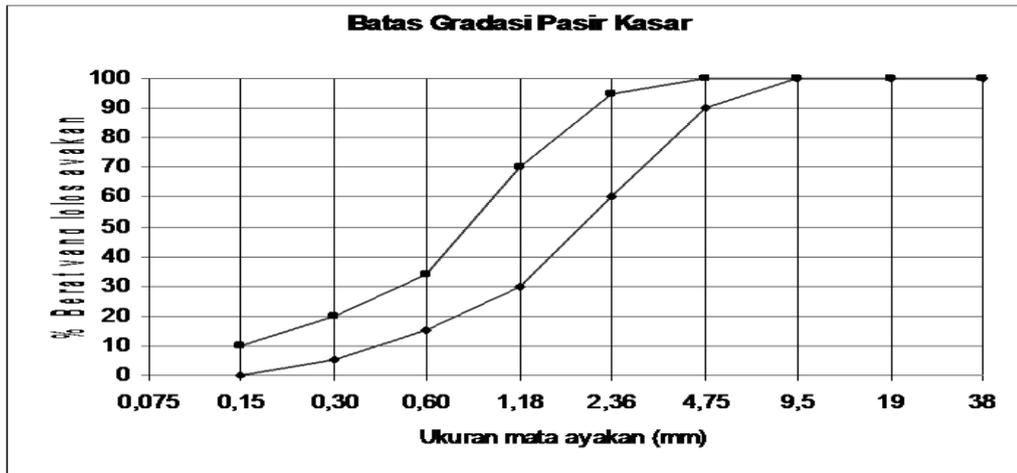
1. Menghemat jumlah pemakaian semen.
2. Menambah kekuatan mutu beton.
3. Mengurangi penyusutan pada saat pengerasan beton.
4. Campuran yang sesuai.

SK.SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standar* di Inggris. Adapun agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (gradasi) seperti dalam Tabel 2.1. Tabel tersebut dijelaskan secara lebih rinci dalam Gambar 2.1.a sampai dengan 2.1.d untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 2.1: Batas gradasi agregat halus.

Lubang Ayakan (mm)	No.	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
9,5	3/8 in	100	100	100	100
4,76	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,38	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,19	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

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



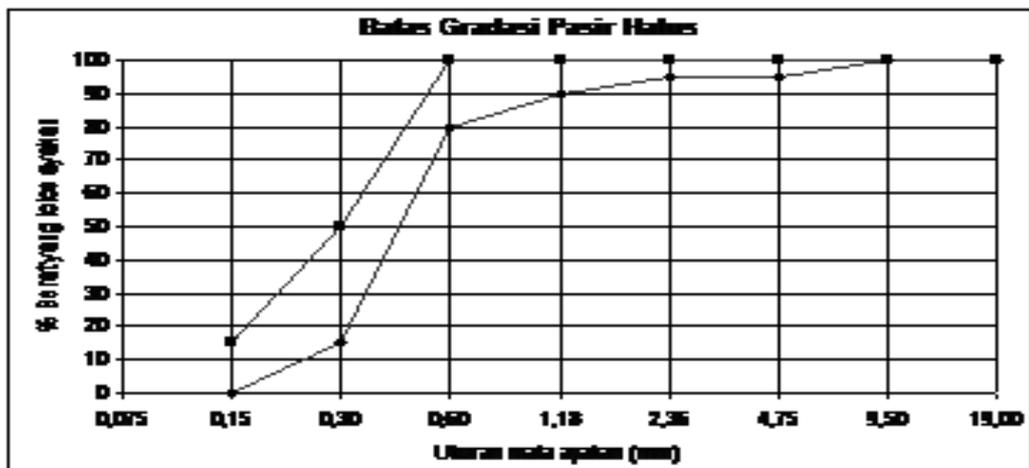
Gambar. 2.1.a: Grafik daerah gradasi pasir kasar (Tri Mulyono. 2005).



Gambar. 2.1.b: Grafik daerah gradasi pasir agak kasar (Tri Mulyono. 2005).



Gambar. 2.1.c: Grafik daerah gradasi pasir agak halus (Tri Mulyono. 2005).



Gambar 2.1.d: Grafik daerah gradasi pasir halus (Tri Mulyono. 2005).

b. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang semua butirnya tertinggal di ayakan 4,8 mm (SII.0052, 1980) atau 4,75 mm (ASTM C33, 1982). Batu pecah adalah bahan alami dari batu-batuan dan berbentuk bulat serta permukannya yang licin. Sedangkan batu pecah adalah bahan yang diperoleh dari batu yang dipecah.

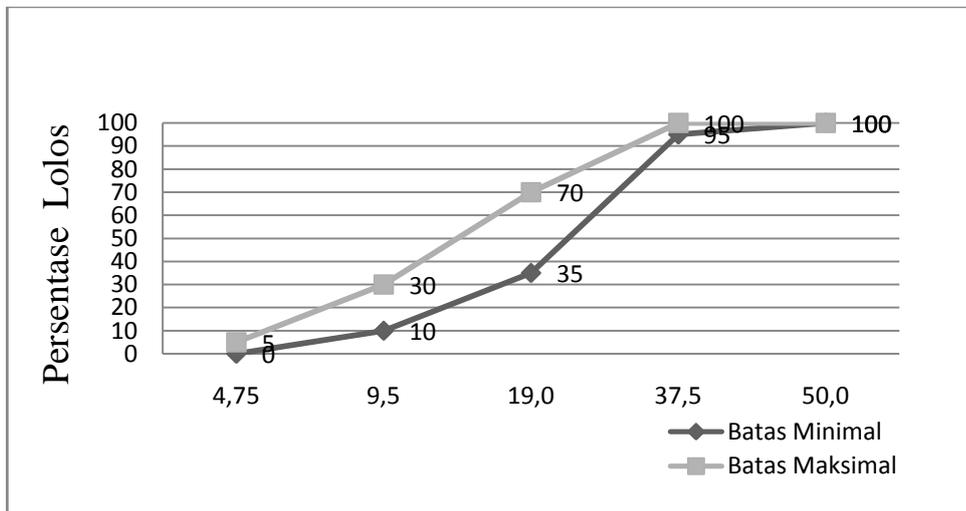
Menurut ASTM C 33 - 86 agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

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

Adapun batas gradasi agregat kasar seperti pada Tabel 2.2. dan Gambar 2.2.

Tabel. 2.2: Batas gradasi agregat kasar.

Ayakan (mm)	% Lolos
50,0	100
37,5	95-100
19,0	35-70
9,5	0-30
4,75	0-5



Gambar 2.2:Grafik daerah gradasi agregat kasar maksimal 40 mm.

2.2.3. Air

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia terjadi, dengan semen untuk pembentukan pasta semen. Air juga digunakan untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton. Namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses pencampuran yang tidak merata.

Air yang dipergunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Tidak mengandung lumpur dan benda melayang lainnya yang lebih dari 2 gram per liter.
2. Tidak mengandung garam atau asam yang dapat merusak beton, zat organik dan sebagainya lebih dari 15 gram per liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 1 gram per liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram per liter.

2.2.4. GRC (*Glassfiber Reinforced Cement Board*)

GRC adalah sebuah produk pracetak (*precast*) dari beton yang di-*mixed* dengan serat *fiberglass*. Keuntungan produk *GRC* adalah lebih ringan dibanding dengan produk beton pracetak pada umumnya dan bisa dibuat lebih tipis sebagai papan *GRC/GRC Board* atau panel *GRC*. Tetapi di sisi lain *GRC* memiliki tekstur yang agak keras sehingga tidak memungkinkan lagi untuk di pakai kembali setelah dilakukan pembongkran terhadap area yang diterapkan karena akan terjadi patahan atau kerusakan.

2.2.5. SikaFume

SikaFume digunakan untuk meningkatkan densitas, daya tahan dan kekuatan tekan beton. *SikaFume* ini merupakan generasi terbaru *additive* beton dalam bentuk bubuk halus yang didasarkan pada Teknonologi *Silica Fume*.

SikaFume digunakan sebagai *additive* yang sangat efektif untuk menghasilkan beton dengan kualitas tinggi, sesuai dengan standar ASTM C 1240-00.

2.3. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton

Adapun langkah-langkah pokok tata-cara perancangan Standar Menurut (SNI-2834-1993) ini adalah:

1. Menentukan mutu (kuat tekan) beton yang disyaratkan f_c' pada umur tertentu.
2. Penghitungan nilai deviasi standar (S) seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Faktor pengkali untuk standar deviasi

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

1. Penghitungan nilai tambah (margin), (m). Nilai tambah (m)=1,64xS

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

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

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

dengan

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

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan, MPa

m = nilai tambah, MPa

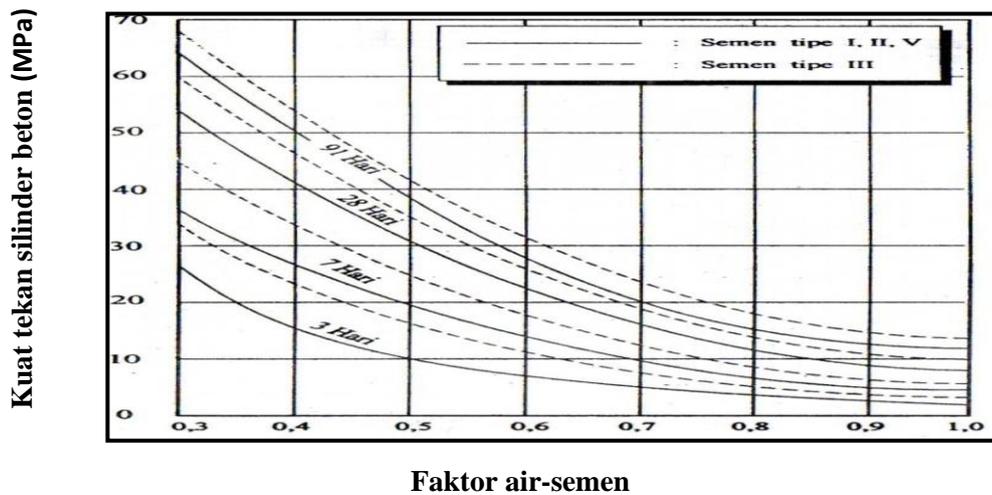
b. Penetapan jenis semen Portland

Pada cara ini dipilih semen tipe I.

c. Penetapan jenis agregat

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

d. Penetapan nilai faktor air semen bebas yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: Grafik hubungan faktor-air-semen dan kuat tekan silinder beton (Mulyono. 2003)

- e. Faktor air semen maksimum.
- f. Penetapan nilai slump.
 Penetapan nilai slump ditentukan, berupa 0-10 mm, 10-30 mm, 30-60 mm atau 60-180 mm.
- g. Penetapan besar butir agregat maksimum.
 Penetapan besar butir maksimum agregat pada beton standar ada 3, yaitu 40 mm, 20 mm atau 10 mm.
- h. Jumlah kadar air bebas.
 Kadar air bebas dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.4.

Tabel. 2.4:Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang di perlukan untuk beberapa tingkat kemudahan dalam pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834-1993)

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat	-	-	-	-
10	Batu tak di pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250

Tabel. 2.4: *Lanjutan*

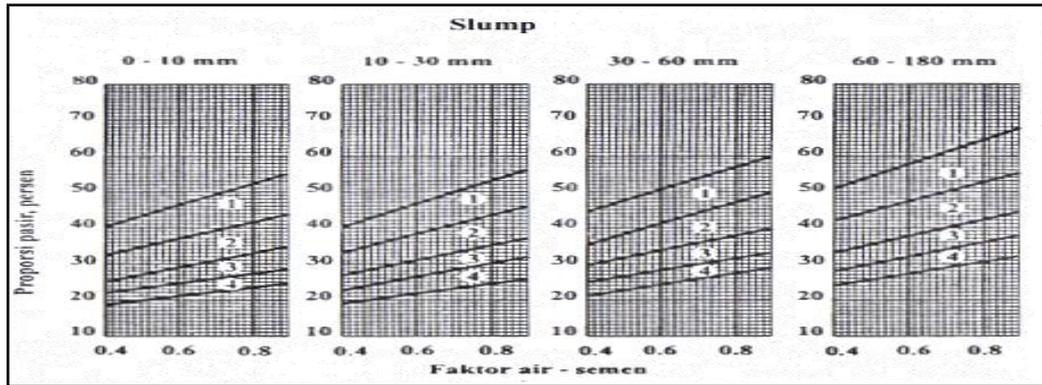
20	Batu tak di pecah	137	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak di pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

- i. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton dihitung dengan Pers. 2.2.

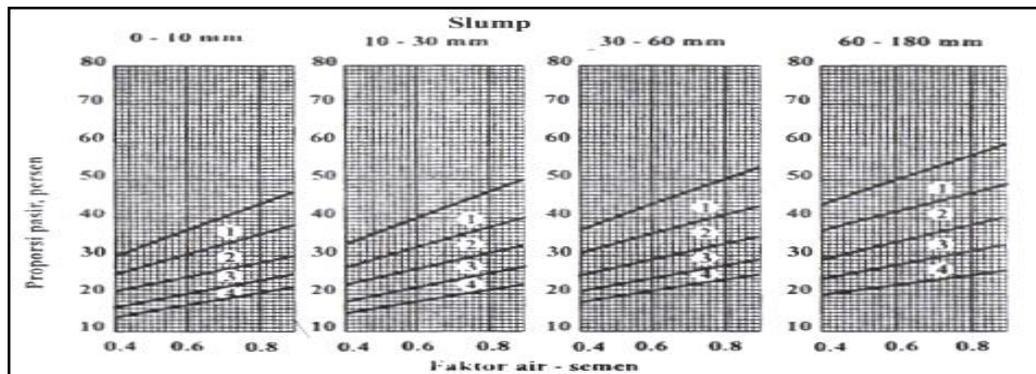
$$W_{s_{mn}} = 1/Fas * W \text{ air} \quad (2.2)$$

Fas = Faktor air per meter kubik beton

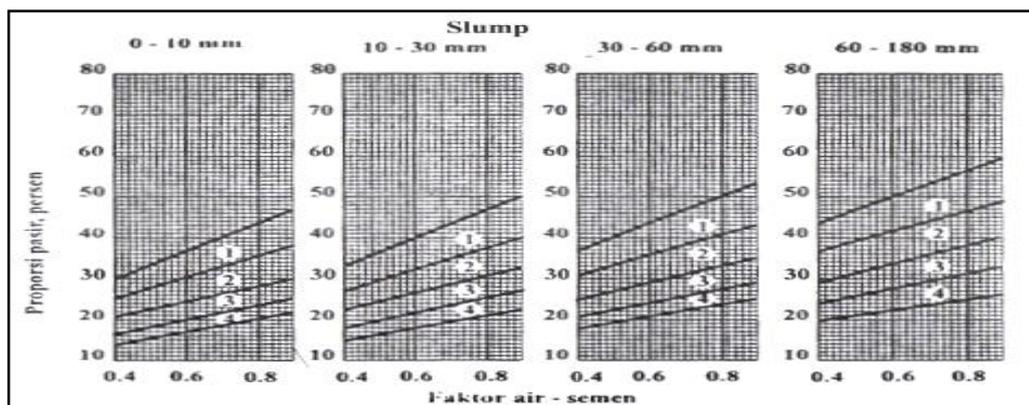
- j. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
- k. Menentukan jumlah semen semimumimum mungkin. Jika tidak , lihat pada tabel SNI jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.
- l. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
- m. Penetapan jenis agregat halus
 Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar (Gambar 2.1.a) , agak kasar (Gambar 2.1.b), agak halus (Gambar 2.1.c) dan pasir halus (Gambar 2.1.d).
- n. Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.2.
- o. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.
 Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut slump yang digunakan secara tegak lurus berpotongan yang dapat dilihat pada Gambar 2.4., 2.5. dan 2.6.



Gambar 2.4: Grafik persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.5: Grafik persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.6: Grafik persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-1993).

p. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan Pers. 2.3.

$$\text{Dengan : } b_{j \text{ camp}} = \frac{k_h}{100} \times b_{jh} + \frac{k_k}{100} \times b_{jk} \quad (2.3)$$

Dimana :

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

B_{jh} = berat jenis agregat halus

B_{jk} = berat jenis agregat kasar

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

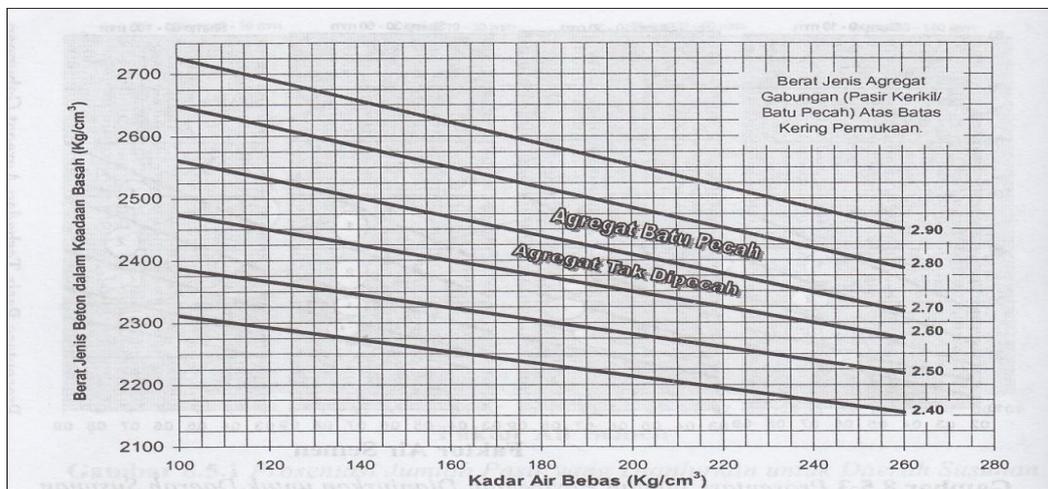
Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, namun jika belum ada maka dapat diambil sebesar :

$B_j = 2,60$ untuk agregat tak pecah/alami

$B_j = 2,70$ untuk agregat pecah.

q. Perkiraan berat beton

Perkiraan berat beton dapat diperoleh dari Gambar 2.7.



Gambar 2.7: Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton (SNI 03-2834-1993)

r. Dihitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan Pers. 2.4.

$$W_{agr,camp} = W_{btn} - W_{air} - W_{smn} \quad (2.4)$$

Dengan :

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

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

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

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

s. Hitung berat agregat halus yang diperlukan,

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan Pers. 2.5.

$$W_{agr,h} = k_h \times W_{agr,camp} \quad (2.5)$$

Dengan:

k_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran

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

t. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan.

Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan Pers. 2.6.

$$W_{agr,k} = k_k \times W_{agr,camp} \quad (2.6)$$

Dengan :

k_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran

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

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

v. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan harus dihitung menurut Pers. 2.7., 2.8., dan 2.9.

$$a. \text{ Air} = B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (2.7)$$

$$b. \text{ Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \quad (2.8)$$

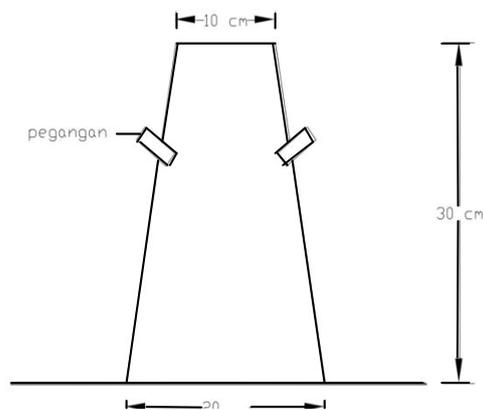
$$c. \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (2.9)$$

Dengan :

- B adalah jumlah air (kg/m³)
- C adalah agregat halus (kg/m³)
- D adalah jumlah agregat kasar (kg/m³)
- C_n adalah absorbsi air pada agregat halus (%)
- D_a adalah absorbsi agregat kasar (%)
- C_k adalah kandungan air dalam agregat halus (%)
- D_k adalah kandungan air dalam agregat kasar (%)

2.4. Slump Test

Kemudahan pengerjaan (*Workability*) dapat diperiksa dengan melakukan pengujian *slump* yang berdasar pada SNI 03-1972-1990. Percobaan ini menggunakan kerucut berbahan baja yang berbentuk terpancung (*kerucut abrams*). Kerucut ini memiliki diameter atas sebesar 10cm, bagian bawah 20cm, dan memiliki tinggi 30 cm, Kerucut ini juga dilengkapi dengan pegangan untuk mengangkat kerucut ketika sudah dipenuhi dan dipadatkan dengan beton segar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8.



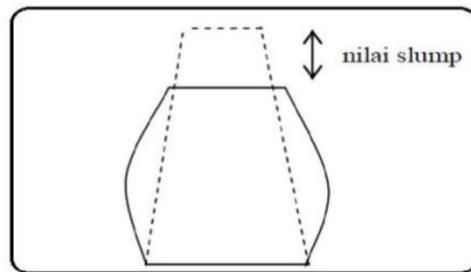
Gambar 2.8: Kerucut abrams

Dan untuk memadatkan beton segar kedalam *kerucut abrams* digunakan tongkat pemadat yang minimal berdiameter 16mm dan memiliki panjang minimal 60cm.

Ada tiga jenis macam *slump*, yaitu :

1. *Slump* sejati (*Slump* sebenarnya)

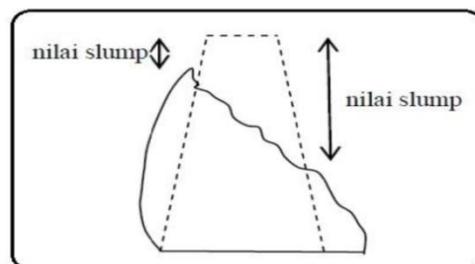
Slump sejati, merupakan suatu penurunan umum dan seragam tanpa adanya adukan beton yang pecah, oleh karena itu *slump* ini dapat di sebut yang sebenarnya seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9: *Slump* saejati (*Slump* Sebenarnya)

2. *Slump* Geser

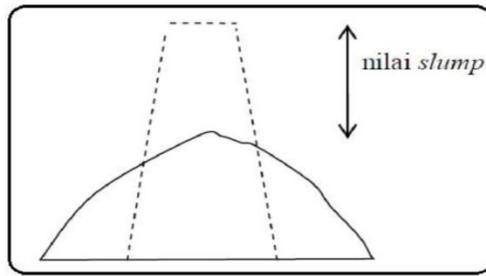
Slump geser terjadi bila separuh puncaknya tergeser atau tergelincir ke bawah pada bidang miring. Pengambilan nilai *slump* geser ini ada dua yaitu dengan mengukur penurunan minimum dan penurunan rata-rata dari puncak kerucut seperti pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10: *Slump* geser

3. *Slump* Runtuh

Terjadi pada kerucut adukan beton yang runtuh seluruhnya akibat adukan beton yang terlalu cair, pengambilan nilai *slump* ini dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut seperti pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11: *Slump* runtuh

2.5. Perawatan Beton

Hidrasi pada semen terjadi karena adanya air yang dicampurkan ke dalam adukan beton. Kondisi ini harus dipertahankan agar reaksi hidrasi kimiawi terjadi dengan sempurna. Jika beton terlalu cepat mengering, maka akan terjadi retak pada permukaannya. Kekuatan beton akan berkurang sebagai akibat retak ini, juga akibat kegagalan mencapai reaksi kimiawi penuh. Kondisi perawatan beton yang baik dapat dicapai dengan melakukan beberapa langkah, yaitu:

1. *Water (Standar Curing)*

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

2. *Exposed Atmosfer*

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

3. *Saeled* atau *wropping*

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

4. *Steam Curing* (perawatan uap)

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

5. *Autoclave*

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

2.6. Pengujian Sampel

2.6.1. Uji Waktu Ikat Semen

Semen sebagai bahan dasar beton, yang bila tercampur dengan air akan membentuk suatu bahan yang lengket seperti lem (*bonding agent*) yang akhirnya mengeras. Kadar air yang dipergunakan dalam percobaan ini sebesar 26% dari berat semen yang dipakai.

Besarnya kadar air yang diperoleh dari percobaan konsistensi semen, dimana dengan kadar air 26% semen mengalami konsistensi/kekentalan standart.. Waktu ikat semen dibedakan menjadi dua:

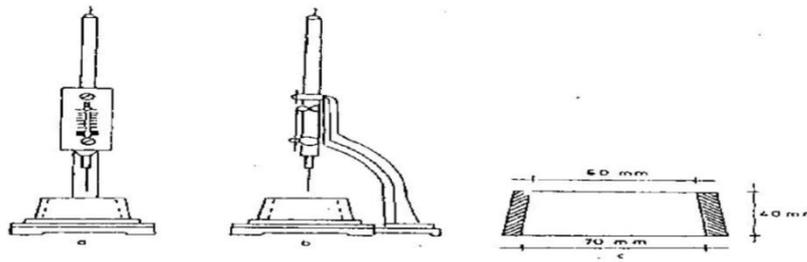
1. Waktu ikat awal (*initial setting time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen hingga hilangnya sifat keplastisan,

Waktu ikat awal > 60 menit

2. Waktu ikatan akhir (*final setting time*) yaitu waktu antara terbentuknya pasta semen hingga beton mengeras yaitu di tandai saat jarum penetrasi 0 mm.

Waktu ikat akhir < 480 menit

Berikut adalah alat vicat dan cetakan benda uji seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12: Alat vicat dan cetakan benda uji (SNI-036827-2002)

Untuk mengetahui waktu ikat semen yang terjadi dalam penelitian ini, sebelumnya harus di tentukan terlebih dahulu konsistensi semen seperti yang baru saja dijelaskan. Konsistensi normal semen Portland adalah kadar air pasta semen yang apabila jarum vicat di letakkan ke permukaannya dalam interval waktu 30 detik akan terjadi penetrasi sedalam 10 cm.

Karena ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan untuk melakukan pengujian waktu ikat awal semen Portland. Adapun langkah tahapannya sebagai berikut :

Metode Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland Dengan Alat Vicat (SNI-03-6826-2002)

- 1) Siapkan 5 (lima) benda uji semen Portland masing-masing beratnya 300 gram serta air suling sebanyak 1000 ml.
- 2) Tuangkan 84 ml air suling kedalam mangkok pengaduk, kemudian masukkan pula secara perlahan-lahan benda uji sebanyak 300 gram. Biarkan kedua bahan itu didalam mangkok pengaduk selama 30 detik.
- 3) Aduklah kedua bahan tadi selama 30 detik dengan kecepatan pengaduk 140 ± 5 putaran per menit.
- 4) Hentikan pengadukan selama 15 detik, sementara itu bersihkan pasta yang menempel pada dinding mangkok pengaduk.
- 5) Aduklah pasta kembali selama 60 detik dengan kecepatan pengaduk 285 ± 10 putaran per menit.

- 6) Buatlah bola dari pasta, dengan menggunakan tangan, lalu lemparkan 6 kali dari tangan kiri ke tangan kanan dan sebaiknya jarak lemparan adalah 15 cm.
- 7) Peganglah bola pasta yang terbentuk di salah satu tangan lainnya memegang cetakan benda uji. Melalui lobang dasarnya, masukkan bola pasta kedalam cetakan benda uji sampai terisi penuh dan ratakan kelebihan pasta pada dasar cincin dengan sekali gerakan telapak tangan.
- 8) Letakkan dasar cincin pada pelat kaca, ratakan permukaan alat pasta dengan sekali gerakan sendok perata dalam posisi miring dan haluskan pasta dengan ujung sendok perata, tanpa mengadakan tekanan pada pasta.
- 9) Letakkan cetakan benda uji yang berisi pasta pada alat vicat, lalu sentuhkan ujung batang vicat pada bagian tengah permukaan pasta dan kencangkan posisi batang vicat.
- 10) Letakkan pembacaan skala pada nol atau catat angka permulaan, dan segera lepaskan batang vicat sehingga dengan bebas dapat menembus permukaan pasta, setelah 30 detik, catatlah besarnya penetrasi batang vicat. Pekerjaan ini harus selesai dalam waktu 60 detik setelah pengadukan.
- 11) Ulangi pekerjaan 2) sampai dengan 9) sekurang-kurangnya 5 kali dan setiap kali dengan menggunakan benda uji baru dan kadar air yang berlainan. Untuk percobaan yang pertama menggunakan air sebanyak 84 ml.
- 12) Hitung besar konsistensi setiap tahapnya, kemudian buatlah grafik yang menyatakan hubungan antara nilai konsistensi dengan penetrasi.

Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland Dengan Alat Vicat (SNI-03-6827-2002)

Adapun perhitungan yang berlaku adalah sebagai berikut:

Waktu ikat awal di tentukan dari grafik penetrasi waktu, yaitu waktu dimana penetrasi jarum vicat mencapai nilai 25 mm

- 1) Setiap 15 menit untuk titik-titik lain yang berbeda pada permukaan benda uji. Jarak titik-titik pengujian adalah 6,5 mm letaknya minimum 9,5 mm dari tepi cetakan benda uji.
- 2) Ulangi pekerjaan 1)

- 3) Setiap kali percobaan penetrasi akan dilakukan, jarum vicat harus dibersihkan.
- 4) Selama percobaan penetrasi dilakukan, jarum vicat selalu dalam kondisi lurus dan bebas dari getaran .

Pengujian waktu ikat awal dilakukan dengan urutan, sebagai berikut:

- 1) Tentukan dan siapkan volume air suling yang diperlukan untuk mencapai konsistensi normal sesuai dengan cara yang berlaku.
- 2) Tuangkan air suling itu kedalam mangkok pengaduk, kemudian masukkan pula secara perlahan-lahan 300 gram benda uji semen kedalam mangkok pengaduk yang sama, selanjutnya biarkan selama 30 detik.
- 3) Aduklah campuran air suling dan benda uji itu selama 30 detik dengan kecepatan pengadukan 140 ± 50 putaran per menit.
- 4) Pengadukan di hentikan selama 15 detik, bersihkan pasta semen yang menempel di pinggir mangkok pengaduk.
- 5) Aduk kembali pasta semen selama 60 detik dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit.
- 6) Buatlah pasta semen berbentuk bola dengan tangan, sambil di lemparkan sebanyak 6 kali dari tangan kiri ketangan kanan dengan jarak kedua tangan ± 15 cm.
- 7) Peganglah cetakan benda uji dengan salah satu tangan, kemudian melalui lobang dasarnya masukkan pasta semen sampai terisi penuh, dan ratakan kelebihan pasta pada dasar cincin dengan sekali gerakan telapak tangan, letakkan dasar cincin ke pelat kaca, ratakan permukaan atas pasta dengan sekali gerakan sendok perata dalam posisi miring dan halus permukaan pasta dengan ujung sendok perata, tanpa mengadakan penekanan.
- 8) Letakkan termometer beton diatas benda uji, lalu simpan di dalam lemari lembab selama 30 menit, selama percobaan benda uji berada dalam cincin dan ditahan pelat kaca.
- 9) Catatlah suhu udara dengan termometer laboratorium dan suhu benda uji dengan termometer beton.

10) Letakkan benda uji pada alat vicat, sentuhkan ujung jarum vicat pada tengah-tengah permukaan benda uji dan kencangkan posisi jarum vicat, letakkan pembacaan skala pada nol atau catat angka permulaan, dan segera lepaskan jarum vicat.

(1) Catatlah besarnya penetrasi jarum vicat kedalam benda uji selama 30 menit.

2.6.2. Uji Kuat Tekan Beton

Pekerjaan-pekerjaan konstruksi beton seharusnya dilakukan dengan terlebih dahulu memeriksa kekuatan beton yang akan dikerjakan apakah kekuatannya sesuai dengan yang ingin direncanakan.

Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan Pers. 2.10.

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (2.10)$$

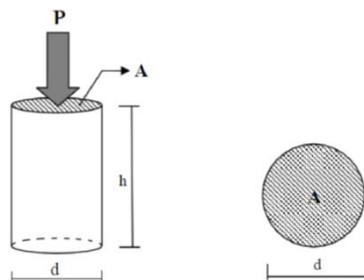
dengan :

f_c' : kekuatan tekan (kg/cm²)

P : beban tekan (kg)

A : luas permukaan benda uji (cm²)

Nilai kuat beton beragam sesuai dengan umurnya dan biasanya nilai kuat tekan beton ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari setelah pengecoran. Berikut adalah model beban tekan benda uji silinder seperti pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13: Model beban tekan benda uji silinder

BAB 3

METODELOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada 11 November 2017 hingga selesai. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara Medan.

Secara umum urutan tahap penelitian meliputi :

- a) Penyediaan bahan penyusun beton.
- b) Pemeriksaan bahan.
- c) Perencanaan campuran beton (*Mix Design*).
- d) Pembuatan benda uji.
- e) Pemeriksaan nilai *slump*.
- f) Pengujian waktu ikat semen.
- g) Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari.

3.2. Bahan dan Peralatan

3.2.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang tipe I PPC.

2. Agregat halus

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

3. Agregat kasar

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

4. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi.

5. Limbah *GRC*

GRC yang digunakan di dalam penelitian ini adalah limbah dari RSU. Mitra Sejati Medan, Sumatera Utara.

6. *SikaFume*

SikaFume yang digunakan di dalam penelitian ini adalah, *SikaFume* yang di produksi oleh PT. Sika Indonesia

3.2.2. Peralatan

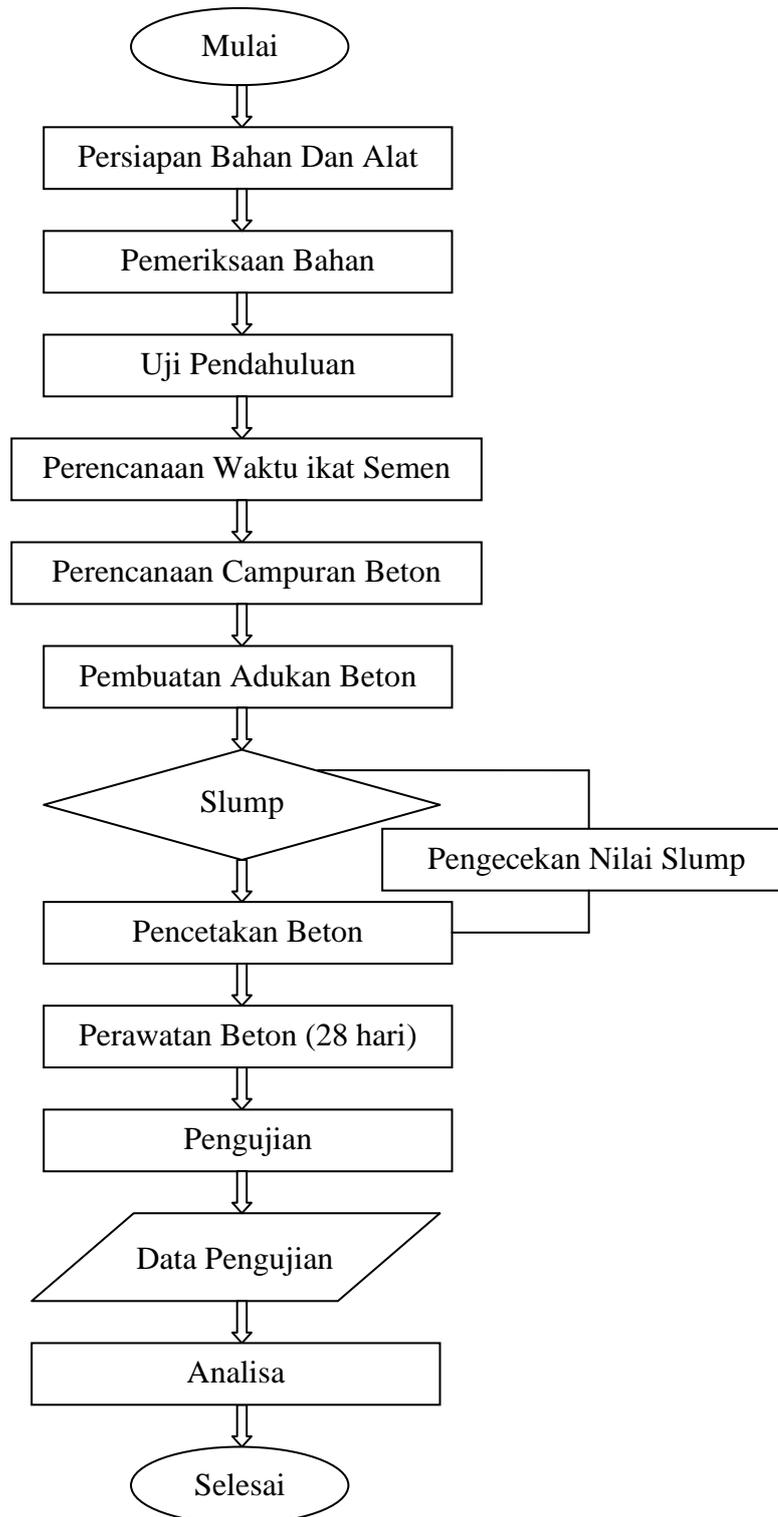
Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain:

1. Satu set saringan beserta alat pengayak (*Shieve Shaker*) untuk agregat halus dan agregat kasar
2. Satu set alat untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus dan kasar
3. Timbangan Digital
4. *Oven*
5. Alat pengaduk beton (*Mixer*)
6. Alat perojok beton (*Vibrator*)
7. Cetakan benda uji berbentuk silinder (*Casing*)
8. Satu set *Slump Test*
9. Alat kuat tekan (*Compression Machine*)
10. Satu set alat untuk pemeriksaan waktu ikat semen (*Vicat*)

3.3. Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material di dapat, selanjutnya dilakukan pemeriksaan pada tiap-tiap material. Kemudian material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahap penelitian yang akan dilaksanakan. Sebaiknya material yang sudah dipisahkan tersebut disimpan dalam karung ataupun tempat penyimpanan lainnya agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang mempengaruhi material tersebut.

Berikut adalah diagram alir pembuatan beton seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Diagram alir pembuatan beton normal, normal tambahan limbah *GRC*, dan normal tambahan limbah *GRC* serta *SikaFume* .

3.4. Pemeriksaan Agregat

Setelah dilakukan pemeriksaan karakteristik terhadap bahan pembuatan beton seperti agregat halus, agregat kasar, semen dan bahan tambahan yang akan digunakan untuk mendapatkan mutu material yang baik sesuai dengan persyaratan yang ada, maka penyediaan bahan penyusun beton adalah disaring, dicuci dan dijemur hingga kering permukaan.

3.4.1. Pemeriksaan Agregat Halus

Agregat halus (pasir) yang dipakai dalam campuran beton diperoleh dari daerah Binjai. Pemeriksaan yang dilakukan terhadap agregat halus meliputi:

- Analisa ayakan pasir
- Pemeriksaan kadar air
- Pemeriksaan berat jenis dan *absorpsi* pasir

Analisa Ayakan Agregat Halus (ASTM C136-84a)

a. Tujuan :

Untuk memeriksa penyebaran butiran (*gradasi*) dan menentukan nilai modulus kehalusan pasir (FM)

b. Hasil pemeriksaan : 2,3 berdasarkan Pers. 3.1.

$$1. \quad FM = \frac{\% \text{ komulatif tertahan}}{100} \quad (3.1)$$

2. Modulus kehalusan pasir (FM) : 2,3

Tabel 3.1: Data dari pengujian analisa ayakan agregat halus.

Nomor Ayakan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	I (gr)	II (gr)	Berat Total (gr)	%	Tertahan	Lolos
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	100

Tabel 3.1: *Lanjutan*

4.75 (No. 4)	65	66	131	6,55	6,55	93,45
2.36 (No. 8)	88	92	180	9,00	15,55	84,45
1.18 (No.16)	95	102	197	9,85	25,40	74,60
0.60 (No. 30)	149	135	284	14,20	39,60	60,40
0.30 (No. 50)	230	225	455	22,75	62,35	37,65
0.15 (No. 100)	219	225	444	22,20	84,55	15,45
Pan	154	155	309	15,45	100,00	0,00
<i>Total</i>	1000	1000	2000	100		

• Persentase berat tertahan rata-rata:

- No. 4 = $\frac{131}{2000} \times 100\% = 6,55\%$
- No. 8 = $\frac{180}{2000} \times 100\% = 9,00\%$
- No. 16 = $\frac{197}{2000} \times 100\% = 9,85\%$
- No. 30 = $\frac{284}{2000} \times 100\% = 14,20\%$
- No. 50 = $\frac{455}{2000} \times 100\% = 22,75\%$
- No. 100 = $\frac{444}{2000} \times 100\% = 22,20\%$
- Pan = $\frac{309}{2000} \times 100\% = 15,45\%$

• Persentase berat kumulatif tertahan:

- No.4 = 0 + 6,55 = 6,55%
- No.8 = 6,55 + 9,00 = 15,55%
- No.16 = 15,55 + 9,85 = 25,40%
- No.30 = 25,40 + 14,20 = 39,60%

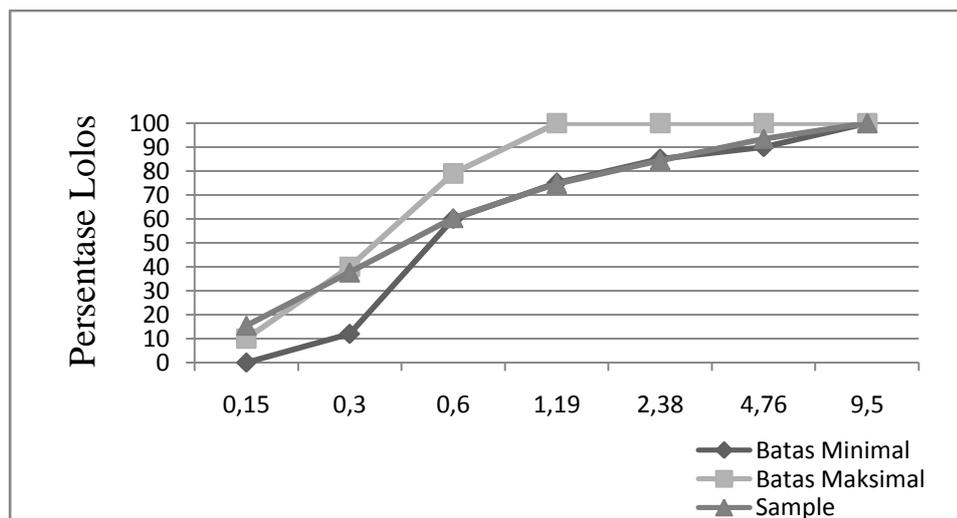
- No.50 = 39,60 + 22,75 = 62,35%
- No.100 = 62,35 + 22,20 = 84,55%
- Pan = 84,55 + 15,45 = 100%

• Persentase berat rata-rata yang lolos saringan:

- No.4 = 100 - 6,55 = 93,45%
- No.8 = 100 - 15,55 = 84,45%
- No.16 = 100 - 25,40 = 74,60%
- No.30 = 100 - 39,60 = 60,40%
- No.50 = 100 - 62,35 = 37,65%
- No.100 = 100 - 84,45 = 15,45%
- Pan = 100 - 100 = 0,0%

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

$$= \frac{234,00}{100}$$



Gambar 3.2: Grafik hasil analisa daerah gradasi agregat halus (Zona III).

Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (ASTM 1864-89)

a. Tujuan :

Untuk mengetahui kandungan air (*moisture content*) yang terdapat dalam pasir

b. Hasil Pemeriksaan :

Kadar air (*moisture content*) pasir : 4,15 %

Tabel 3.2: Data dari pengujian kadar air agregat halus.

	Sample I	Sample II	Rata-rata
Sampel asli, gr (W1)	1000	1000	1000
Sampel kering setelah oven, gr (W2)	959	958	958,5
Kandungan air, gr (W1-W2)	41	42	41,5
Persentase kandungan air, % $((W1-W2)/W1) \times 100$	4,10	4,20	4,15

Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Agregat Halus (ASTM C128-88)

a. Tujuan :

Untuk menentukan berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan air (*absorpsi*) pasir.

b. Hasil pemeriksaan :

- Berat jenis SSD : 2,48 gr
- Berat jenis kering : 2,42 gr
- Berat jenis semu : 2,57 gr
- Absorpsi : 2,46 %

Tabel 3.3: Data dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

	Contoh I	Contoh II	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan (gr) S	500	500	500
Berat contoh didalam piknometer penuh air (gr) C	968	968	968
Berat contoh kering oven (gr) A	488	488	488
Berat piknometer penuh air (gr) B	670	670	670
Berat jenis kering $A/(B+S-C)$ (gr)	2,42	2,42	2,42
Berat jenis SSD $S/(B+S-C)$ gr	2,48	2,48	2,48
Berat jenis semu $A/(B+A-C)$ gr	2,57	2,57	2,57
Penyerapan (<i>Absortion</i>) $((S-A)/A) \times 100\%$	2,46 %	2,46 %	2,46 %

3.4.2. Pemeriksaan Agregat Kasar

Agregat kasar (batu pecah) adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 5 mm. Agregat harus mempunyai gradasi yang baik, artinya harus terdiri dari butiran yang beragam besarnya, sehingga dapat mengisi rongga-rongga akibat ukuran yang besar, sehingga akan mengurangi penggunaan semen atau penggunaan semen yang minimal. Agregat kasar yang dipakai dalam campuran beton diperoleh dari Binjai.

Pemeriksaan yang dilakukan pada agregat kasar meliputi :

- Analisa ayakan batu pecah
- Pemeriksaan kadar air
- Pemeriksaan berat jenis dan *absorpsi* batu pecah

Analisa Ayakan Agregat Kasar (ASTM C136-84a)

a. Tujuan :

Untuk memeriksa penyebaran butiran (*gradasi*) dan menentukan nilai modulus kehalusan batu pecah (FM)

b. Hasil pemeriksaan : 7,45 berdasarkan Pers. 3.2.

$$3. \quad FM = \frac{\% \text{ kumulatif tertahan hingga ayakan } 0.150 \text{ mm}}{100} \quad (3.2)$$

4. Agregat kasar untuk campuran beton adalah agregat kasar dengan modulus kehalusan (FM) antara 5,5 sampai 7,5.

Tabel 3.4: Data dari pengujian analisa ayakan agregat kasar.

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	I (gr)	II (gr)	Berat Total (gr)	%		
					Tertahan	Lolos
38,1 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100
19,1 mm	965,0	936,0	1903,0	47,58	47,58	52,43
9,52 mm	982,0	1002,0	1984,0	49,60	97,18	2,82
4,76 mm	53,0	60,0	113,0	2,83	100,00	0,0
2,38 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00	0,0
1,19 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00	0,0
0,60 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00	0,0
0,30 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00	0,0
0,15 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00	0,0
Total	2000	2000	4000	100		

• Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{➤ } 38,1 \text{ mm} = \frac{0,00}{4000} \times 100\% = 0,00\%$$

$$\text{➤ } 19,1 \text{ mm} = \frac{1903,0}{4000} \times 100\% = 47,58\%$$

$$\text{➤ } 9,52 \text{ mm} = \frac{1984,0}{4000} \times 100\% = 49,60\%$$

$$\text{➤ } 4,76 \text{ mm} = \frac{113,0}{4000} \times 100\% = 2,8 \%$$

• Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\text{➤ } 38,1 \text{ mm} = 0,00 + 47,58 = 47,58\%$$

$$\text{➤ } 19,1 \text{ mm} = 47,58 + 49,60 = 97,18\%$$

$$\text{➤ } 9,52 \text{ mm} = 97,18 + 2,82 = 100\%$$

$$\text{➤ } 4,76 \text{ mm} = 100 + 0,00 = 100\%$$

• Persentase berat rata-rata yang lolos saringan:

$$\text{➤ } 38,1 \text{ mm} = 100 - 0,00 = 0,00\%$$

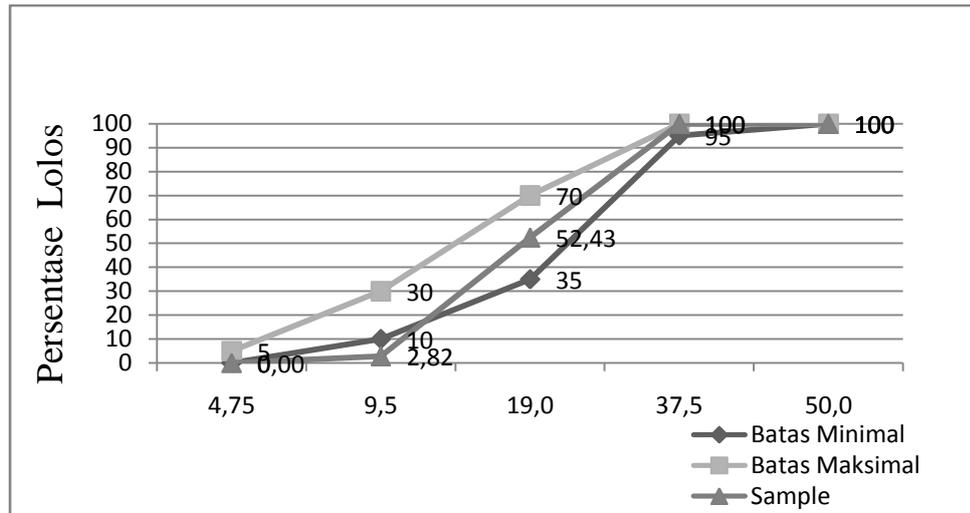
$$\text{➤ } 19,1 \text{ mm} = 100 - 47,58 = 52,43\%$$

$$\text{➤ } 9,52 \text{ mm} = 100 - 97,18 = 2,82\%$$

$$\text{➤ } 4,76 \text{ mm} = 100 - 100 = 0,00\%$$

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{744,75}{100} \end{aligned}$$

$$= 7,45$$



Gambar 3.3: Grafik hasil analisa daerah gradasi agregat kasar.

Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (ASTM 1864-89)

a. Tujuan :

Untuk mengetahui kandungan air (*moisture content*) yang terdapat dalam batu pecah.

b. Hasil Pemeriksaan :

Kadar air (*moisture content*) batu pecah : 0,25 %

Tabel 3.5: Data dari pengujian kadar air agregat kasar.

	Sample I	Sample II	Rata-rata
Sampel asli, gr (W1)	1000	1000	1000
Sampel kering setelah oven, gr(W2)	997	998	997,5
Kandungan air, gr (W1-W2)	3	2	3
Persentase kandungan, % $((W1-W2)/W1) \times 100$	0,3	0,2	0,25

Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Agregat Kasar (ASTM C127-88)

a. Tujuan :

Untuk menentukan berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan air (*absorpsi*) batu pecah.

b. Hasil pemeriksaan :

- Berat jenis SSD : 2,68 gr
- Berat jenis kering : 2,66 gr
- Berat jenis semu : 2,71 gr
- Absorpsi : 0,68

Tabel 3.6: Data dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

	Sample I	Sample II	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan B (gr)	1250	1250	1250
Berat contoh di dalam air C (gr)	783	784	783,5
Berat jenis kering oven A (gr)	1242	1241	1241,5
Berat jenis kering $A/(B - C)$ (gr)	2,66	2,66	2,66
Berat jenis SSD $B/(B - C)$ (gr)	2,68	2,68	2,68
Berat jenis semu $A/(A - C)$ (gr)	2,71	2,72	2,71
Penyerapan (<i>Absorption</i>) $((B-A)/A) \times 100\%$	0,64	0,73	0,68

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Rencana Campuran Beton

Disini penulis ingin menganalisis, dari data-data yang diperoleh saat penelitian sedang berlangsung sehingga didapat suatu proporsi campuran beton yang di inginkan.

Dari hasil percobaan yang dilakukan didapat data-data sebagai berikut:

- Berat jenis agregat kasar = 2,68 gram
- Berat jenis agregat halus = 2,48 gram
- Absorpsi agregat kasar = 0,68 gram
- Absorpsi agregat halus = 2,46 gram
- Kadar air agregat kasar = 0,25%
- Kadar air agregat halus = 4,15%
- FM agregat kasar = 7,45
- FM agregat halus = 2,34
- Nilai slump rencana = 60 – 180 mm
- Ukuran agregat max = 40 mm

Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-2834-1993, Hasil Analisa)

Mutu rencana	:	Fc 20 MPa
Nilai tambah (margin)	:	12
Kekuatan rata2 yang ditargetkan	:	32
Jenis semen	:	Tipe 1
Fas (ambil yang terendah)	:	0,483
Fas maksimum	:	0,6

Tabel 4.1: Data dari pengujian kadar air bebas (Kg/M3) yang diperlukan untuk beberapa tingkat kemudahan dalam pengerjaan adukan beton (Penentuan nilai *slump*) (SNI 03-2834-199)

Agregat		Slump			
φMaks (mm)	Jenis	0-1 (kaku)	1-3 (kekal)	3-6 (sedang)	6-18 (encer)
40	Tidak pecah	115	140	160	175
	Pecah	155	175	190	205

NB. Agregat tidak sepenuhnya pecah atau terpecah

Slump yang ditargetkan	:	6-18 cm
Kadar air bebas	:	$(175 \times \frac{2}{3}) + (205 \times \frac{1}{3})$
	:	116,6 + 68,3
	:	185 kg/m ³
Jumlah semen	:	$(185 : 0,483) = 383,022 \text{ kg/m}^3$
Jumlah semen maksimum	:	383,02 kg/m ³
Jumlah semen minimum	:	275 kg/m ³

Klasifikasi agregat

Tabel 4.2: Data hasil pengujian klasifikasi (Pemilihan butir) agregat.

Φ Agregat Maks (mm)	% Faktor Zona Pasir	I	II	III	IV
		43%	57%	86%	14%
40	Minimum	41	32	27	24
	Maximum	50	41	32	27

Kesimpulan .

Pasir didapat pada gradasi III

Pasir yang dipakai yaitu, 27%-32%

Berat jenis SSD agg kasar : 2,68

Semen	:	Agregat Halus	:	Agregat Kasar	:	Air
383,02	:	586,37	:	1220,08	:	180,52
1	:	1,5	:	3,2	:	0,5

Untuk satu benda uji (kg/m^3)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

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

Semen	=	383,02 kg/m^3	x	0,0053 m^3	=	2,03 kg/m^3
Pasir	=	586,37 kg/m^3	x	0,0053 m^3	=	3,10 kg/m^3
Batu pecah	=	1220,08 kg/m^3	x	0,0053 m^3	=	6,47 kg/m^3
Air	=	180,52 kg/m^3	x	0,0053 m^3	=	0,96 kg/m^3

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
2,03	:	3,10	:	6,47	:	0,96
1	:	1,5	:	3,2	:	0,48

Batu pecah \rightarrow Analisa Saringan \rightarrow % Tertahan /100 x Total Batu pecah

Saringan	19,1 mm	$\frac{47,58}{100}$	x	6,47	=	3,08 kg/m^3
	9,52 mm	$\frac{49,60}{100}$	x	6,47	=	3,20 kg/m^3
	4,76 mm	$\frac{2,83}{100}$	x	6,47	=	0,19 kg/m^3

$$\text{Total : } 3,08 + 3,20 + 0,19 = 6,47 \text{ kg/m}^3$$

Pasir \rightarrow Analisa Saringan \rightarrow % Tertahan /100 x Total Pasir

Saringan	4,75 (No.4)	$\frac{6,55}{100}$	x	3,10	=	0,20 kg/m^3
	2,36 (No.8)	$\frac{9,00}{100}$	x	3,10	=	0,28 kg/m^3

$$\begin{array}{rclcl}
 1,18 & (\text{No.16}) & \frac{9,85}{100} & \times & 3,10 = 0,31 \text{ kg/m}^3 \\
 0,60 & (\text{No.30}) & \frac{14,20}{100} & \times & 3,10 = 0,44 \text{ kg/m}^3 \\
 0,30 & (\text{No.50}) & \frac{22,75}{100} & \times & 3,10 = 0,70 \text{ kg/m}^3 \\
 0,15 & (\text{No.100}) & \frac{22,20}{100} & \times & 3,10 = 0,69 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Pan} & & \frac{15,45}{100} & \times & 3,10 = 0,48 \text{ kg/m}^3
 \end{array}$$

$$\text{Total : } 0,20 + 0,28 + 0,31 + 0,44 + 0,70 + 0,69 + 0,49 = 3,10 \text{ kg/m}^3$$

Penggunaan limbah *GRC* dari jumlah semen dalam satu benda uji

$$GRC \ 0,5\% = \frac{2,03}{100} \times 0,5 = 0,01 \text{ kg/m}^3$$

$$GRC \ 1\% = \frac{2,03}{100} \times 1 = 0,02 \text{ kg/m}^3$$

$$GRC \ 1,5\% = \frac{2,03}{100} \times 1,5 = 0,03 \text{ kg/m}^3$$

Penggunaan *SikaFume* dari jumlah semen dalam satu benda uji

$$SikaFume \ 5\% = \frac{2,03}{100} \times 5 = 0,10 \text{ kg/m}^3$$

Adapun komposisi bahan untuk tiap-tiap variasi seperti Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Komposisi bahan untuk tiap-tiap variasi.

Variasi	Semen (kg)	Pasir (kg)	Batu Pecah (kg)	Air (kg)	<i>GRC</i> (kg)	<i>SikaFume</i> (kg)
I	2,03	3,10	6,47	0,96	-	-
II	2,03	3,10	6,47	0,96	0,01	-
III	2,03	3,10	6,47	0,96	0,02	-
IV	2,03	3,10	6,47	0,96	0,03	-
V	2,03	3,10	6,47	0,96	0,01	0,10
VI	2,03	3,10	6,47	0,96	0,02	0,10
VII	2,03	3,10	6,47	0,96	0,03	0,10

4.2. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini cetakan (*casing*) menggunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, jumlah keseluruhan benda uji yang di buat sebanyak 28 benda uji.

Adapun tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji yaitu:

1. Pengadukan pada beton

Pengadukan beton ini dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk beton (*mixer*). Mula-mula masukkan agregat kasar kedalam bejana pengaduk kemudian dilanjutkan dengan agregat halus, setelah kedua agregat tercampur rata dilanjutkan dengan memasukkan semen. Setelah itu air dimasukkan secara perlahan-lahan. Pengadukan tersebut dilanjutkan sampai warna atau campuran adukan tampak rata. Setelah beton tercampur secara merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

2. Pencetakan

Sebelum beton yang telah selesai di cor di masukkan kedalam cetakan, terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah di sediakan, sebaiknya cetakan di olesi sedikit solar agar saat pelepasan beton tidak mengalami kesulitan. Lalu masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sendok aduk atau semen. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu di lakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk, dan di penelitian ini penulis menggunakan vibrator sebagai alat bantu. Lepaskan cetakan setelah ± 24 jam.

3. Pemeliharaan beton

Setelah cetakan dibuka kemudian beton tersebut direndam di dalam air (terendam keseluruhan) hingga umur yang telah ditetapkan saat mendekati umur pengujian.

4. Pembuatan kaping (*capping*)

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

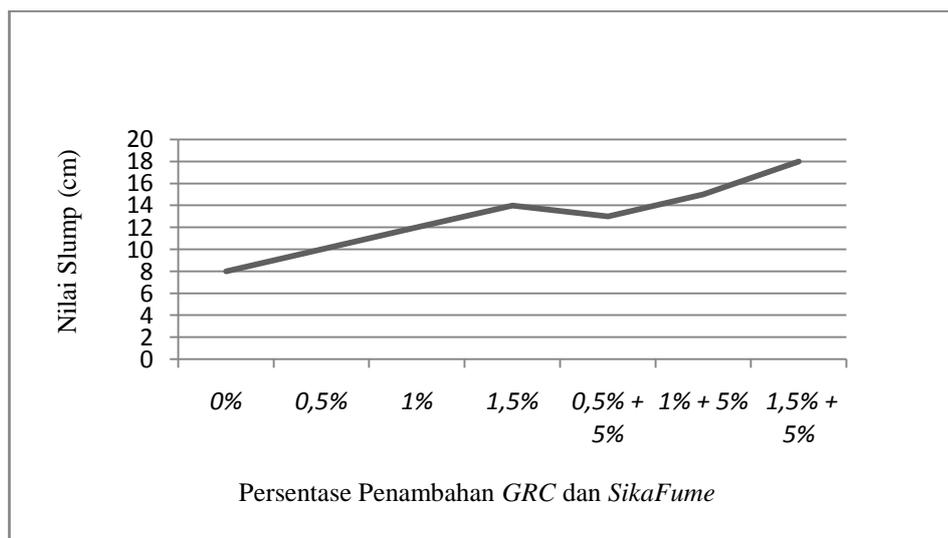
4.3. Pengujian Nilai *Slump*

Dari pengujian nilai slump, baik dari penambahan *GRC*, *GRC* dan *SikaFume* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Data hasil dari pengujian nilai slump berbagai jenis variasi.

Kadar Bahan Tambah	Nilai Slump (cm)
Normal	8
<i>GRC</i> 0,5%	10
<i>GRC</i> 1%	12
<i>GRC</i> 1,5%	14
<i>GRC</i> 0,5% + <i>Sikafume</i> 5%	13
<i>GRC</i> 1% + <i>Sikafume</i> 5%	15
<i>GRC</i> 1,5% + <i>Sikafume</i> 5%	18

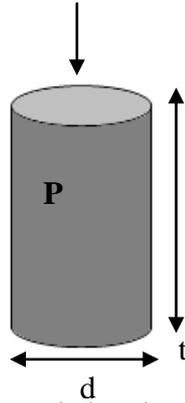
Adapun Gambar grafik dari tabel hasil pengujian nilai *slump* berbagai jenis variasi seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Grafik data hasil dari pengujian nilai slump berbagai jenis variasi

4.4. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan (*compression machine*) dengan kapasitas 2500 KN, benda uji yang akan diuji sebanyak 28 benda uji, dengan pengelompokan masing-masing benda uji sesuai dengan variasi campurannya. Dan berikut model beban tekan pada benda uji silinder seperti pada Gambar 4.2.



Gambar. 4.2: Beban tekan pada benda uji silinder.

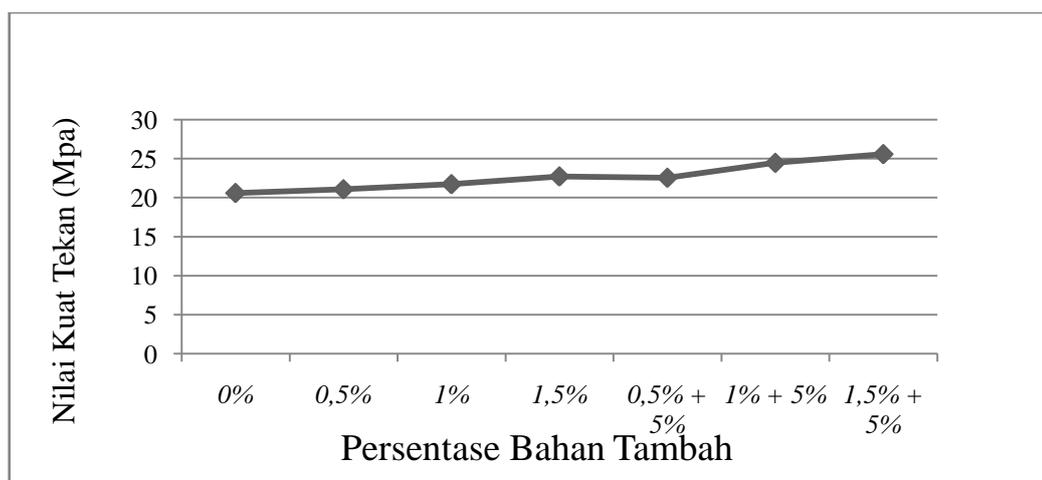
Tabel 4.5: Data hasil dari pengujian kuat tekan beton dengan berbagai jenis variasi.

Variasi	Benda Uji	Umur 28 Hari		
		Berat (kg)	Beban Tekan (KN)	Rata-Rata (MPa)
0%	1	13,00	352,0	20,59
	2	13,02	360,0	
	3	12,98	366,0	
	4	12,95	366,0	
GRC 0,5%	1	13,01	360,0	21,06
	2	13,00	370,0	
	3	13,02	376,0	
	4	13,22	372,0	
GRC 1%	1	12,88	380,0	21,72
	2	12,96	376,0	
	3	13,06	388,0	
	4	13,08	382,0	

Tabel 4.5: Lanjutan

GRC 1,5%	1	13,00	400,0	22,71
	2	13,02	402,0	
	3	12,98	406,0	
	4	12,95	390,0	
GRC 0,5% + Sikafume 5%	1	13,02	390,0	22,54
	2	13,06	396,0	
	3	12,05	400,0	
	4	12,96	400,0	
GRC 1% + Sikafume 5%	1	12,99	420,0	24,45
	2	12,92	424,0	
	3	12,96	436,0	
	4	12,88	436,0	
GRC 1,5% + Sikafume 5%	1	13,02	440,0	25,07
	2	13,05	436,0	
	3	13,06	438,0	
	4	13,00	447,0	

Berikut adalah grafik kuat tekan beton dengan berbagai jenis variasi seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3:Grafikdata hasil dari pengujian kuat tekan beton dengan berbagai jenis variasi.

Hasil pengujian kuat tekan beton diatas, merupakan pengujian kuat tekan beton yang didapat, bila dibandingkan kuat tekan akhir beton normal dengan beton yang menggunakan bahan *GRC* dan *SikaFume*, maka dapat dilihat pada mengalami peningkatan. Persentase peningkatannya dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini :

- Normal = 20,59 MPa
- Penambahan *GRC* 0,5%
 Besar nilai peningkatan = $\frac{21,06 - 20,59}{20,59} \times 100\%$
 = 2,28% MPa
- Penambahan *GRC* 1%
 Besar nilai peningkatan = $\frac{21,72 - 20,59}{20,59} \times 100\%$
 = 5,48% MPa
- Penambahan *GRC* 1,5%
 Besar nilai peningkatan = $\frac{22,71 - 20,59}{20,59} \times 100\%$
 = 10,29% MPa
- Penambahan *GRC* 0,5% + *SikaFume* 5%
 Besar nilai peningkatan = $\frac{22,54 - 20,59}{20,59} \times 100\%$
 = 9,47% MPa
- Penambahan *GRC* 1% + *SikaFume* 5%
 Besar nilai peningkatan = $\frac{24,45 - 20,59}{20,59} \times 100\%$
 = 18,74% MPa
- Penambahan *GRC* 1,5% + *SikaFume* 5%
 Besar nilai peningkatan = $\frac{25,07 - 20,59}{20,59} \times 100\%$
 = 21,75% MPa

Dari data hasil pengujian diatas kita dapat melihat bahwa persentase peningkatan kuat tekan beton pada penambahan *GRC* sebanyak 0,5%, 1%, dan 1,5%, serta *GRC* + *SikaFume*, 0,5% + 5%, 1% + 5%, dan 1,5% + 5% terjadi perbedaan peningkatan yang tidak terlalu signifikan, adapun faktor-faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi antara lain adalah :

1. Kemungkinan adanya kekeliruan (kurangnya ketelitian) dalam pengerjaan penelitian tersebut.
2. Penambahan *GRC* dengan *SikaFume* berdampak tidak terlalu baik pada beton, seperti pada umumnya penambahan beton normal hanya dengan *SikaFume*.

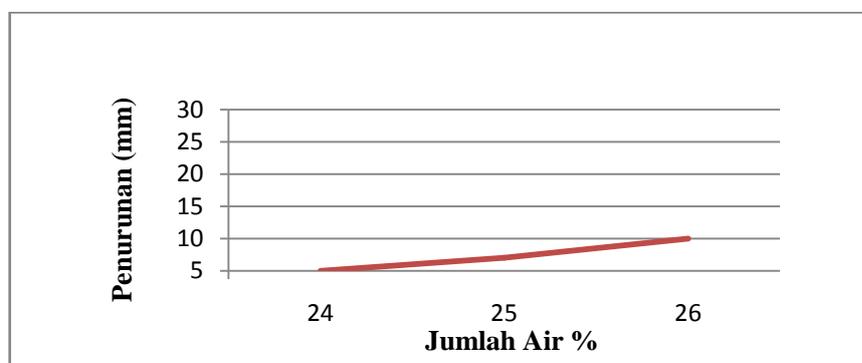
4.5. Pengujian Konsistensi Semen Portland (SNI 03-6828-2002)

Konsistensi semen portland merupakan satu acuan untuk mencari kadar air untuk melakukan pengujian waktu ikat semen portland. Berikut adalah hasil pengujian seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Data hasil dari pengujian konsistensi normal semen Portland.

Jumlah Air %	Penurunan (mm)
24	5
25	7
26	10

Adapun grafik dari Tabel hasil pengujian seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4: Grafik data hasil dari pengujian konsistensi normal semen Portland.

Pada pembuatan campuran beton, semen harus memenuhi konsistensi standart. Untuk itu, faktor air sangat menentukan. Jumlah air yang dibutuhkan pada saat pengadukan semen (beton) tidak boleh berlebihan ataupun kekurangan. Karena dapat mempengaruhi kekuatan beton tersebut.

Konsistensi normal semen di capai apabila penetrasi pasta sebesar (10 ± 1) mm 30 detik setelah jarum pada alat *vicat* di lepaskan.

4.6. Pengujian Waktu Ikat Semen Portland Berbagai Jenis Variasi (SNI 03-6827-2002)

Setelah konsistensi normal semen di tentukan, sebagai acuan untuk penentu waktu ikat semen. Maka berikut adalah hasil dari waktu ikat semen dari keseluruhan proporsi, yaitu:

- 1) Semen Portland
- 2) Semen Portland + *GRC* 0,5%, Semen Portland + *GRC* 1%, dan Semen Portland + *GRC* 1,5%
- 3) Semen Portland + *GRC* 0,5 % + *SikaFume* 5%, Semen Portland + *GRC* 1% + *SikaFume* 5%, dan Semen Portland + *GRC* 1,5% + *SikaFume* 5%

4.6.1. Semen Portland

Dan adapun data Percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Data hasil dari pengujian waktu ikat semen Portland.

Interval Waktu (menit)	Penurunan (mm)
0	-
15	-
30	37
45	33
60	25
75	19
90	5
105	3
120	1
135	0
Waktu Ikat Awal	60 (menit)
Waktu Ikat Akhir	135 (menit)

4.6.2. Semen Portland + GRC 0,5%, Semen Portland + GRC 1%, dan Semen Portland + GRC 1,5%

Dan adapun data Percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Data hasil dari pengujian waktu ikat semen Portland + GRC 0,5%, semen Portland + GRC 1%, dan semen Portland + GRC 1,5%.

Interval	0,5 %	1 %	1,5 %
Waktu (menit)	Penurunan (mm)	Penurunan (mm)	Penurunan (mm)
0	-	-	-
15	-	-	-
30	36	36	39
45	33	33	34
60	29	30	31
75	25	29	29
90	21	27	28,5
105	16	25	27
120	9	23	25
135	7	19	21
150	4	16	17
165	1	11	14
180	0	7	11
195		5	7
210		2	4
225		0	1
240			0
Waktu Ikat Awal	75 (menit)	105 (menit)	120 (menit)
Waktu Ikat Akhir	180 (menit)	225 (menit)	240 (menit)

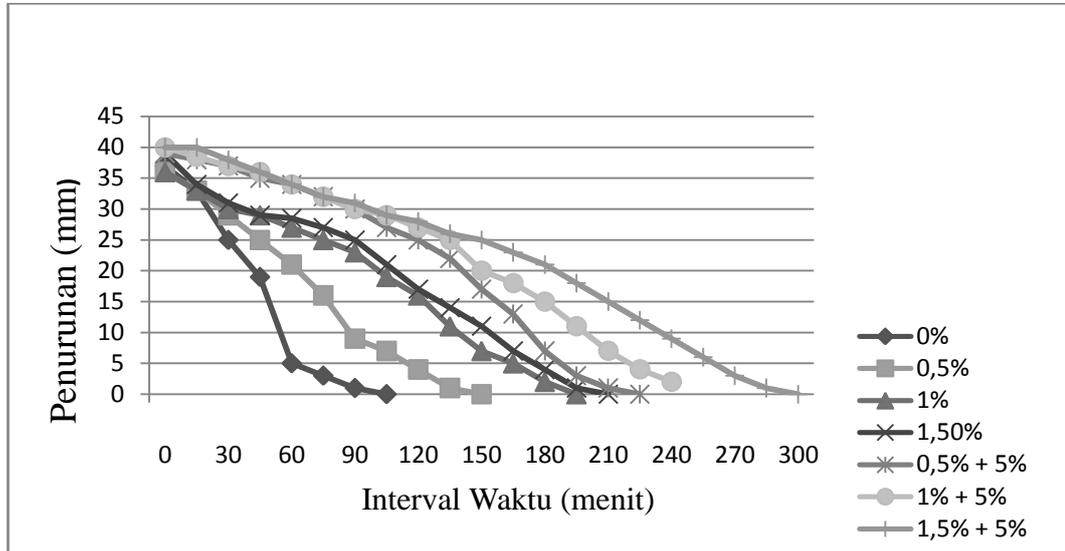
4.6.3. Semen Portland + GRC 0,5% + SikaFume 5%, Semen Portland + GRC 1% + SikaFume 5%, dan Semen Portland + GRC 1,5% + SikaFume 5%

Dan adapun data Percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Data hasil dari pengujian waktu ikat semen Portland + GRC 0,5% + SikaFume 5%, semen Portland + GRC 1% + SikaFume 5%, Dan semen Portland + GRC 1,5% + SikaFume 5%.

Interval	0,5% + 5%	1% + 5%	1,5% + 5%
Waktu (menit)	Penurunan (mm)	Penurunan (mm)	Penurunan (mm)
0	-	-	-
15	-	-	-
30	39	40	40
45	38	38,5	40
60	37	37	38
75	35	36	36
90	34	34	34
105	32	32	32
120	30	30	31
135	27	29	29
150	25	27	28
165	22	25	26
180	17	20	25
195	13	18	23
210	7	15	21
225	3	11	18
240	1	7	15
255	0	4	12
270		2	9
285		1	6
300		0	3
315			1
330			0
Waktu Ikat Awal	150 (menit)	165 (menit)	180(menit)
Waktu Ikat Akhir	225 (menit)	270 (menit)	330 (menit)

Adapun grafik dari tabel hasil pengujian waktu ikat semen berbagai jenis variasi dapat dilihat seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5: Grafik data hasil dari pengujian waktu ikat semen berbagai jenis variasi.

Semen sebagai bahan dasar beton baik adanya penambahan ataupun tidak suatu zat lain, apabila ditambahkan dengan air akan membentuk suatu bahan yang lengket seperti lem yang akhirnya mengeras. Kadar air yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 26% dari berat semen yang dipakai. Besarnya kadar air tersebut diperoleh dari percobaan konsistensi semen, dimana dengan kadar air 26% semen mengalami konsistensi/kekentalan standart.

Dan mengingat :

- Waktu ikat awal > 60 menit
- Waktu ikat akhir < 480 menit

Dapat diambil kesimpulan bahwa, data hasil pengujian waktu ikat semen berbagai jenis variasi diatas dikatakan sesuai dengan standart yang berlaku.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Penggunaan *GRC*, dan juga *GRC* di tambah dengan *SikaFume* berpengaruh dengan hasil meningkatnya nilai *slump* tersebut, yaitu: Normal (8 cm), *GRC* 0,5% (10 cm), *GRC* 1% (12 cm), *GRC* 1,5% (14 cm), *GRC* 0,5% + *SikaFume* 5% (13 cm), *GRC* 1% + *SikaFume* 5% (15 cm), *GRC* 1,5% + *SikaFume* 5% (18 cm).
2. Penggunaan *GRC*, dan juga *GRC* dengan *SikaFume* sebagai bahan tambah dapat menaikkan mutu beton yang didapat. Yaitu:
 - Beton dengan penambahan *GRC* 0,5% didapat hasil pengujian kuat tekan sebesar 21,06 MPa.
 - Beton dengan penambahan *GRC* 1% didapat hasil pengujian kuat tekan sebesar 21,72 MPa
 - Beton dengan penambahan *GRC* 1,5% didapat hasil pengujian kuat tekan sebesar 22,71 MPa
 - Beton dengan penambahan *GRC* 0,5% ditambah *SikaFume* sebanyak 5% didapat hasil pengujian kuat tekan sebesar 22,54 MPa
 - Beton dengan penambahan *GRC* 1% ditambah *SikaFume* sebanyak 5% didapat hasil pengujian kuat tekan sebesar 24,45 MPa
 - Beton dengan penambahan *GRC* 1,5% ditambah *SikaFume* sebanyak 5% didapat hasil pengujian kuat tekan sebesar 25,07 MPa
3. Pengaruh Penggunaan *GRC*, dan juga *GRC* di tambah dengan *SikaFume* yang semakin banyak memperlambat waktu ikat awal dan waktu ikat akhir pada campuran pasta tersebut.

- Semen Portland
Waktu ikat awal 60 (menit), waktu ikat akhir 135 (menit)
- Semen Portland + *GRC* 0,5%
Waktu ikat awal 75 (menit), waktu ikat akhir 180 (menit)
- Semen Portland + *GRC* 1%
Waktu ikat awal 105 (menit), waktu ikat akhir 225 (menit)
- Semen Portland + *GRC* 1,5%
Waktu ikat awal 120 (menit), waktu ikat akhir 220 (menit)
- Semen Portland + *GRC* 0,5% + *SikaFume* 5%
Waktu ikat awal 150 (menit), waktu ikat akhir 225 (menit)
- Semen Portland + *GRC* 1% + *SikaFume* 5%
Waktu ikat awal 165 (menit), waktu ikat akhir 270 (menit)
- Semen Portland + *GRC* 1,5% + *SikaFume* 5%
Waktu ikat awal 180 (menit), waktu ikat akhir 330 (menit)

5.2. Saran

Setelah melihat hasil dari penelitian yang dilakukan dan menyadari kemungkinan adanya kekurangan dan kekeliruan dalam penelitian ini, maka berikut saran-saran yang dapat disampaikan penulis :

1. Perlunya diadakan penelitian lebih lanjut tentang pemakaian bahan lain dibandingkan hasilnya dengan penambahan *GRC* pada campuran beton
2. Untuk kedepannya, perlu lagi untuk ditingkatkan penambahan variasi *GRC* tanpa adanya *SikaFume*, karena penambahan *SikaFume* tidak terlalu membantu setelah adanya penambahan *GRC* seperti beton normal dengan hanya di tambah *SikaFume* pada umumnya, supaya mendapatlan hasil yang lebih signifikan, hal ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.
3. Perlu lagi dilakukan penelitian dan pengujian untuk umur beton yang lebih bervariasi pula. Dengan bahan tambah yang lebih bervariasi pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1991). *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal*, SK SNI T-15-1990. Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPBM. Bandung.
- ASTM C150, (1985). *Standart Spesification for Portland Cement*. Annual Books of ASTM Standards. Philadelphia-USA.
- ASTM C33-74a, (1976). *Standard Spesification for Concrete Agregate* . Annual Books of ASTM Standards. Philadelphia-USA.
- Chandra, Harry. (2017). *Pengaruh Penambahan Limbah Sepatu Terhadap Kekuatan Beton*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Dipohusudo ,I. (1999) *Struktur Beton Bertulang*, Cetakan kedua. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Laporan Peraktikum Bahan Rekaya*, Universitas Sumatera Utara. Medan
- Mulyono, Tri. (2003). *Teknologi Beton*. ANDI.Yogyakarta
- Nawy, E.G. (1998). *Beton Bertulang (Suatu Pendekatan Dasar)*. Refika Aditama.Bandung.
- Nugraha,P,. Dan Antoni. (2007) *Teknologi Beton*. ANDI. Yogyakarta.
- SNI 03-1972-1990 *Metode Pengujian Slump Beton*.
- SNI 03-2495-1991 *Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton*.
- SNI 15-2049-2004 *Semen Portland*.
- SNI 03-6826-2002 *Metode Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland dengan alat vicat*
- SNI 03-6827-2002 *Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland dengan alat vicat*
- Tjokrodinuljo, K. (1998). *Teknologi Beton*. Nafiri. Yogyakarta

LAMPIRAN

DOKUMENTASI PADA SAAT PENELITIAN BERLANGSUNG DI
LABORATORIUM BAHAN REKAYASA (BETON)
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN



Gambar 1: Material agregat kasar yang akan digunakan



Gambar 2: Material agregat halus yang akan digunakan



Gambar 3: Semen Padang type 1 PPC



Gambar 4: Limbah *GRC* yang sudah dihaluskan untuk digunakan sebagai bahan tambah



Gambar 5: Zat additive *SikaFume* yang akan digunakan dalam penelitian



Gambar 6: Penentuan dan pencarian konsistensi semen Portland, dan waktu ikat semen berbagai jenis variasi



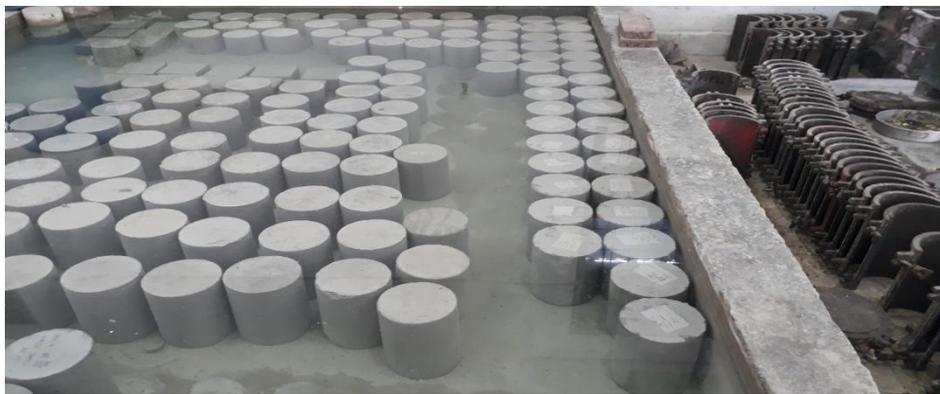
Gambar 7: Pembuatan Benda uji yang sedang berlangsung



Gambar 8: Hasil pengujian nilai slump



Gambar 9: Beberapa benda uji yang telah selesai dicetak



Gambar 10: Perawatan dengan cara perendaman benda uji



Gambar 11: Beberapa benda uji yang telah di ratakan permukaan (*capping*)



Gambar 12: Pengujian kuat tekan benda uji berbagai jenis variasi



LABORATORIUM BETON

FAKULTAS TEKNIK USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a)

Client : Hari Winardi
NPM : 1307210186
Project : Tugas Akhir
Material : Natural Sand from Binjai

Sieve Dia. (mm) (No.)	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1 Weight (g)	Sample 2 Weight (g)	Total Weight (g)	(%)	Retained (%)	Passing (%)
9.50 (3/8 - in)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	100,00
4.75 (No. 4)	65,0	66,0	131,0	6,55	6,55	93,45
2.36 (No. 8)	88,0	92,0	180,0	9,00	15,55	84,45
1.18 (No. 16)	95,0	102,0	197,0	9,85	25,40	74,60
0.60 (No. 30)	149,0	135,0	284,0	14,20	39,60	60,40
0.30 (No. 50)	230,0	225,0	455,0	22,75	62,35	37,65
0.15 (No. 100)	219,0	225,0	444,0	22,20	84,55	15,45
Pan	154,0	155,0	309,0	15,45	100,00	0,00
Total	1000,0	1000,0	2000	100		

$$\text{Fineness Modulus (FM)} = \frac{234,00}{100} = 2,34$$

Good gradation class:

fine 2.2 < FM < 2.6
medium 2.6 < FM < 2.9
coarse 2.9 < FM < 3.2

Medan, November 23rd 2017
ENGINEERING FACULTY USU
CONCRETE LABORATORY U. S. U
LABORATORIUM
BETON
Rizky Apanda Syahputra
(Asisten)



LABORATORIUM BETON

FAKULTAS TEKNIK USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 128 - 88)

Client : Hari Winardi
 NPM : 1307210186
 Project : Tugas Akhir
 Material : Natural Sand from Binjai

	Sample I	Sample II	Average
Weight of saturated-surface-dry test specimen, g (S)	500,0	500,0	500,0
Weight of pycnometer with specimen and water to calibration mark, g (C)	968,0	968,0	968,0
Weight of oven-dry test specimen in air, g (A)	488,0	488,0	488,0
Weight of pycnometer filled with water, g (B)	670,0	670,0	670,0
Bulk Specific Gravity = $\frac{A}{(B + S - C)}$	2,42	2,42	2,42
Bulk Specific Gravity (Saturated-Surface-Dry) = $\frac{S}{(B + S - C)}$	2,48	2,48	2,48
Apparent Specific Gravity = $\frac{A}{(B + A - C)}$	2,57	2,57	2,57
Absorption, % = $\frac{(S - A) \times 100}{A}$	2,46	2,46	2,46

Medan, November 23rd 2017
 ENGINEERING FACULTY USU, S. U
 CONCRETE LABORATORY
 LABORATORIUM
 RIZKY AHANDA SYAHPUTRA
 (Asisten)



LABORATORIUM BETON FAKULTAS TEKNIK USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

MOISTURE CONTENT ,TOTAL OF AGGREGATE BY DRYING FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM 1864-89)

Client : Hari Winardi
NPM : 1307210186
Project : Tugas Akhir
Material : Natural Sand from Binjai

	Sample I	Sample II	Average
Original dry mass of sample, g	1000	1000	1000
Dry mass of sample after oven, g	959	958	958,5
Mass of water material finer, g	41	42	41,5
Percentage of water content material finer, %	4,10	4,20	4,15

Medan, November 23rd 2017
ENGINEERING FACULTY - USU
CONCRETE LABORATORY

FAKULTAS TEKNIK U.S.U
LABORATORIUM
Rizky Ananda Syahputra
(Asisten)
JURUSAN TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON

FAKULTAS TEKNIK USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)

Client : Hari Winardi
NPM : 1307210186
Project : Tugas Akhir
Material : Material Coarse from Binjai

Sieve Dia. (mm)	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1 Weight (g)	Sample 2 Weight (g)	Total Weight (g)	(%)	Retained (%)	Passing (%)
38.1 mm	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	100,00
19.1 mm	965,0	938,0	1903,0	47,58	47,58	52,43
9.52 mm	982,0	1002,0	1984,0	49,60	97,18	2,82
4.76 mm	53,0	60,0	113,0	2,83	100,00	0,00
2.38 mm	0,0	0,0	0,0	0,00	100,00	0,00
1.19 mm	0,0	0,0	0,0	0,00	100,00	0,00
0.60 mm	0,0	0,0	0,0	0,00	100,00	0,00
0.30 mm	0,0	0,0	0,0	0,00	100,00	0,00
0.15 mm	0,0	0,0	0,0	0,00	100,00	0,00
Pan	0,0	0,0	0,0	0,00	100,00	0,00
Total	2000,0	2000,0	4000	100		

$$\text{Fineness Modulus (FM)} = \frac{744,75}{100} = 7,45$$

Medan, November 23rd 2017

ENGINEERING FACULTY - USU
FAKULTAS TEKNIK - USU
CONCRETE LABORATORY
LABORATORIUM
BETON
Rizky Ananda Syanputra
(Asisten)



LABORATORIUM BETON

FAKULTAS TEKNIK USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 127 - 88)

Client : Hari Winardi
 NPM : 1307210186
 Project : Tugas Akhir
 Material : Material Coarse from B

	Sample I	Sample II	Average
Weight of saturated-surface-dry test sample in air, g (B)	1250,0	1250,0	1250,0
Weight of saturated test sample in water, g (C)	783,0	784,0	783,5
Weight of oven-dry test sample in air, g (A)	1242,0	1241,0	1241,5
Bulk Specific Gravity = $\frac{A}{(B - C)}$	2,66	2,66	2,66
Bulk Specific Gravity (Saturated-Surface-Dry) = $\frac{B}{(B - C)}$	2,68	2,68	2,68
Apparent Specific Gravity = $\frac{A}{(A - C)}$	2,71	2,72	2,71
Absorption, % = $\frac{(B - A) \times 100}{A}$	0,64	0,73	0,68

Medan, November 23rd 2017
 ENGINEERING FACULTY - USU
 CONCRETE LABORATORY
 LABORATORIUM
 BETON
 Rizky Ananda Syahputra
 (Asisten)



LABORATORIUM BETON FAKULTAS TEKNIK USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

MOISTURE CONTENT ,TOTAL OF AGGREGATE BY DRYING FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM 1864-89)

Client : Hari Winardi
NPM : 1307210186
Project : Tugas Akhir
Material : Material Coarse from Binjai

	Sample I	Sample II	Average
Original dry mass of sample, g	1000	1000	1000
Dry mass of sample after oven, g	997	998	997,5
Mass of water material coarse, g	3	2	3
Percentage of water content material coarse, %	0,3	0,2	0,25

Medan, November 23rd 2017

ENGINEERING FACULTY - USU

CONCRETE LABORATORY S. U

LABORATORIUM

BETON

Rizky Ananda Syahputra

(Asisten)



LABORATORIUM BETON

FAKULTAS TEKNIK USU

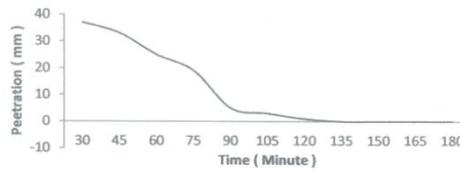
Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

TIME OF SETTING OF HYDRAULIC CEMENT BY VICAT NEEDLE AND NORMAL CONSISTENCY OF HYDRAULIC CEMENT (ASTM C 191 - 01a & C 187 - 98)

Ref. No. : 29 / TA / II / 2018
Client : HARI WINARDI
Project : TUGAS AKHIR
Tested by : HARI WINARDI

Water Given (%)	Air Temperature (°C)	Rod Settle of Consistency of Cement (mm)	Time of Setting of Cement	
			Time (Minute)	Penetration (mm)
26,0%	27 °C	-	30	37
			45	33
			60	25
			75	19
			90	5
			105	3
			120	1
			135	0
			150	0
			165	0
			180	0

Setting Time



Initial Setting Time (25 mm) = 60 Minute
Final Setting Time (0 mm) = 135 Minute

Medan, 22th February 2018

ENGINEERING FACULTY - USU
ASISTENT CONCRETE LABORATORY
LABORATORIUM
Signature
BAGAS SANGGA BUANA
TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON FAKULTAS TEKNIK USU

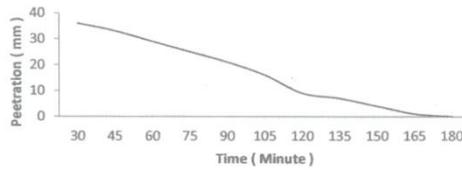
Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

TIME OF SETTING OF HYDRAULIC CEMENT BY VICAT NEEDLE AND NORMAL CONSISTENCY OF HYDRAULIC CEMENT (ASTM C 191 - 01a & C 187 - 98)

Ref. No. : 29 / TA / II / 2018
 Client : HARI WINARDI
 Project : TUGAS AKHIR
 Tested by : HARI WINARDI
 Semen Portland + GRC 0,5%

Water Given (%)	Air Temperature (°C)	Rod Settle of Consistency of Cement (mm)	Time of Setting of Cement	
			Time (Minute)	Penetration (mm)
26,0%	27 °C	-	30	36
			45	33
			60	29
			75	25
			90	21
			105	16
			120	9
			135	7
			150	4
			165	1
			180	0

Setting Time



Initial Setting Time (25 mm) = 75 Minute
 Final Setting Time (0 mm) = 180 Minute

Medan, 22th February 2018

ENGINEERING FACULTY - USU
 ASSISTENT CONCRETE LABORATORY
 LABORATORIUM
 BAGAS SANGGA BUANA
 TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON

FAKULTAS TEKNIK USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

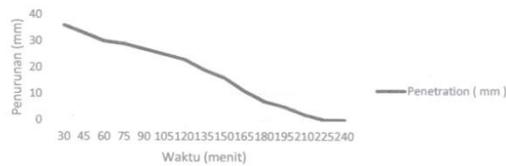
TIME OF SETTING OF HYDRAULIC CEMENT BY VICAT NEEDLE AND NORMAL CONSISTENCY OF HYDRAULIC CEMENT (ASTM C 191 - 01a & C 187 - 98)

Ref. No. : 29 / TA / II / 2018
 Client : HARI WINARDI
 Project : TUGAS AKHIR
 Tested by : HARI WINARDI

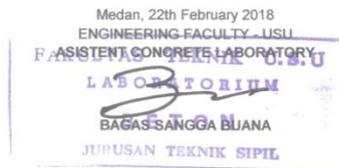
Semen Portland + GRC 1%

Water Given (%)	Air Temperature (°C)	Rod Settle of Consistency of Cement (mm)	Time of Setting of Cement	
			Time (Minute)	Penetration (mm)
26,0%	27 °C	-	30	36
			45	33
			60	30
			75	29
			90	27
			105	25
			120	23
			135	19
			150	16
			165	11
			180	7
			195	5
			210	2
			225	0
			240	0

Setting Time



Initial Setting Time (25 mm) = 105 Minute
 Final Setting Time (0 mm) = 225 Minute





LABORATORIUM BETON

FAKULTAS TEKNIK USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

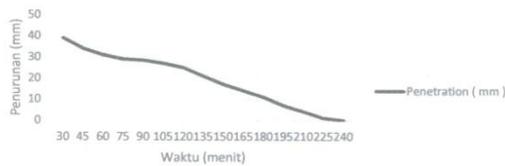
TIME OF SETTING OF HYDRAULIC CEMENT BY VICAT NEEDLE AND NORMAL CONSISTENCY OF HYDRAULIC CEMENT (ASTM C 191 - 01a & C 187 - 98)

Ref. No. : 29 / TA / II / 2018
 Client : HARI WINARDI
 Project : TUGAS AKHIR
 Tested by : HARI WINARDI

Semen Portland + GRC 1,5%

Water Given (%)	Air Temperature (°C)	Rod Settle of Consistency of Cement (mm)	Time of Setting of Cement	
			Time (Minute)	Penetration (mm)
26,0%	27 °C	-	30	39
			45	34
			60	31
			75	29
			90	28,5
			105	27
			120	25
			135	21
			150	17
			165	14
			180	11
			195	7
			210	4
			225	1
			240	0

Setting Time



Initial Setting Time (25 mm) = 120 Minute
 Final Setting Time (0 mm) = 240 Minute

Medan, 22th February 2018





LABORATORIUM BETON

FAKULTAS TEKNIK USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

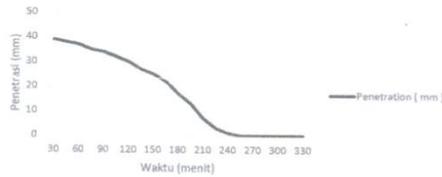
TIME OF SETTING OF HYDRAULIC CEMENT BY VICAT NEEDLE AND NORMAL CONSISTENCY OF HYDRAULIC CEMENT (ASTM C 191 - 01a & C 187 - 98)

Ref. No. : 29 / TA / II / 2018
 Client : HARI WINARDI
 Project : TUGAS AKHIR
 Tested by : HARI WINARDI

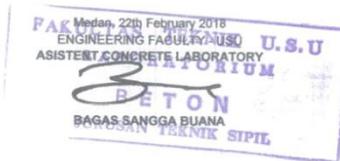
Semen Portland + GRC 0,5% + SikaFume 5%

Water Given (%)	Air Temperature (°C)	Rod Settle of Consistency of Cement (mm)	Time of Setting of Cement	
			Time (Minute)	Penetration (mm)
26,0%	27 °C		30	39
			45	38
			60	37
			75	35
			90	34
			105	32
			120	30
			135	27
			150	25
			165	22
			180	17
			195	13
			210	7
			225	3
			240	1
			255	0
			270	0
285	0			
300	0			
315	0			
330	0			

(Time Setting)



Initial Setting Time (25 mm) = 150 Minute
 Final Setting Time (0 mm) = 255 Minute





LABORATORIUM BETON

FAKULTAS TEKNIK USU

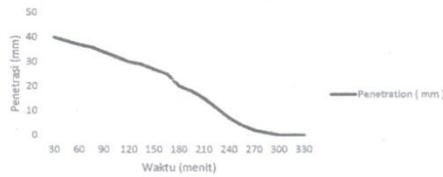
Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

TIME OF SETTING OF HYDRAULIC CEMENT BY VICAT NEEDLE AND NORMAL CONSISTENCY OF HYDRAULIC CEMENT (ASTM C 191 - 01a & C 187 - 98)

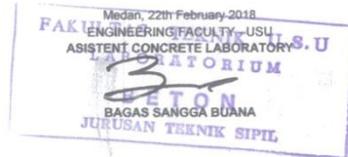
Ref. No. : 29 / TA / II / 2018
 Client : HARI WINARDI
 Project : TUGAS AKHIR
 Tested by : HARI WINARDI
 Semen Portland + GRC 1% + SilicaFume 5%

Water Given (%)	Air Temperature (°C)	Rod Settle of Consistency of Cement (mm)	Time of Setting of Cement	
			Time (Minute)	Penetration (mm)
26,0%	27 °C		30	40
			45	38,5
			60	37
			75	36
			90	34
			105	32
			120	30
			135	29
			150	27
			165	25
			180	20
			195	18
			210	15
			225	11
			240	7
			255	4
			270	2
			285	1
			300	0
			315	0
330	0			

(Time Setting)



Initial Setting Time (25 mm) = 165 Minute
 Final Setting Time (0 mm) = 300 Minute





LABORATORIUM BETON FAKULTAS TEKNIK USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

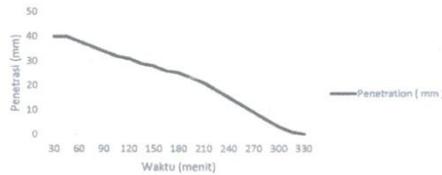
TIME OF SETTING OF HYDRAULIC CEMENT BY VICAT NEEDLE AND NORMAL CONSISTENCY OF HYDRAULIC CEMENT (ASTM C 191 - 01a & C 107 - 90)

Ref. No. : 29 / TA / II / 2018
Client : HARI WINARDI
Project : TUGAS AKHIR
Tested by : HARI WINARDI

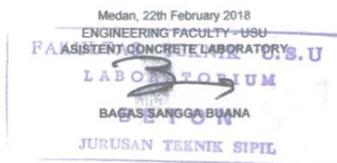
Semen Portland + GRC 1,5% + SikaFume 5%

Water Given (%)	Air Temperature (°C)	Rod Settle of Consistency of Cement (mm)	Time of Setting of Cement	
			Time (Minute)	Penetration (mm)
26,0%	27 °C	-	30	40
			45	40
			60	38
			75	36
			90	34
			105	32
			120	31
			135	29
			150	28
			165	26
			180	25
			195	23
			210	21
			225	18
			240	15
			255	12
			270	9
			285	6
			300	3
			315	1
330	0			

(Time Setting)



Initial Setting Time (25 mm) = 180 Minute
Final Setting Time (0 mm) = 330 Minute





LAPORAN PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON

No. : 15 / LB / S / 2018

PEMOHON PENGUJIAN	HARI WINARDI	Lembar Ke	1
PROYEK	TUGAS AKHIR		
LOKASI			

Jenis Benda Uji		Silinder (d=15;t=30)		F'c 20		PENERIKSA :		1 M. Arif Affandy					
Jumlah Benda Uji		4 (Empat) Unit		ice		Asisten :		2 Yashir Denhas					
No.	Nomor Benda Uji	CAMPURAN		SLUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL		UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	BEBAN TEKAN AKTUAL (kN)	BEBAN TEKAN KALIBRAS (kN)	KOKOH TEKAN (Kg/cm ²)	
		PC	PSR			KR	F A S					oetak	uji
1	BN	-	-	-	-	12-Jan-18	09-Feb-18	28	13.00	354.9	246.88	20.10	20.10
2	BN	-	-	-	-	12-Jan-18	09-Feb-18	28	13.02	360.0	252.28	20.53	20.53
3	BN	-	-	-	-	12-Jan-18	09-Feb-18	28	12.98	366.0	256.33	20.86	20.86
4	BN	-	-	-	-	12-Jan-18	09-Feb-18	28	12.95	366.0	256.33	20.86	20.86
										rata-rata	252.96	20.59	20.59

Medan, 09 Februari 2018

KEPALA LABORATORIUM BETON ETJ - USU
LABORATORIUM
 (An. Ir. **FORBANSYAH MT.**)
 NIP. 1957100619800110011

NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
 -- Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji

PASIR : ø max asal
 KERIKIL : ø max asal



LAPORAN PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON

No. : 15 / LB / S / 2018

PEMOHON PENGUJIAN	HARI WINARDI	Lembar Ke	2
PROYEK	TUGAS AKHIR		
LOKASI			

No.	Jenis Benda Uji	CAMPURAN	F A S	SLUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL		UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	BEBAN TEKAN AKTUAL (kN)	BEBAN TEKAN KALIBRASI (kN)	KOKOH TEKAN (Kg/cm ²)	
						cetak	uji					Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 hari
JIPERKSA : Fc 20 Asisten : 1 M. Anif Affandy 2 Yashir Denthas													
Silinder (d=15t=30) 12 (Dua Belas) Unit													
1	GRC 0.5 %	-	-	-	-	12-Jan-18	09-Feb-18	28	13.01	360.0	362.7	252.28	20.53
2	GRC 0.5 %	-	-	-	-	12-Jan-18	09-Feb-18	28	13.00	370.0	372.4	259.03	21.08
3	GRC 0.5 %	-	-	-	-	12-Jan-18	09-Feb-18	28	13.02	376.0	378.2	263.08	21.41
4	GRC 0.5 %	-	-	-	-	12-Jan-18	09-Feb-18	28	13.22	372.0	374.3	260.38	21.19
										rata-rata	258.69	258.69	21.06
1	GRC 1 %	-	-	-	-	12-Jan-18	09-Feb-18	28	12.88	380.0	382.1	265.78	21.63
2	GRC 1 %	-	-	-	-	12-Jan-18	09-Feb-18	28	12.96	376.0	378.2	263.08	21.41
3	GRC 1 %	-	-	-	-	12-Jan-18	09-Feb-18	28	13.06	388.0	389.9	271.18	22.07
4	GRC 1 %	-	-	-	-	12-Jan-18	09-Feb-18	28	13.08	382.0	384.0	267.13	21.74
										rata-rata	266.80	266.80	21.72
1	GRC 1.5 %	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	13.00	400.0	401.5	279.29	22.73
2	GRC 1.5 %	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	13.02	402.0	403.6	280.74	22.85
3	GRC 1.5 %	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	12.98	406.0	407.8	283.64	23.09
4	GRC 1.5 %	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	12.95	390.0	391.8	272.53	22.18
										rata-rata	279.05	279.05	22.71

PASIR : Ø max asal
 KERIKIL : Ø max asal

Medan, 09 Februari 2018

KEPALA LABORATORIUM BETON FT- USU

LABORATORIUM

(An. Ir. Terang Sidiqs, M.T.)

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
 -- Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji



LAPORAN PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON

No. : 15 / LB / S / 2018

PEMOHON PENGUJIAN	HARI WINARDI	Lembar Ke	3
PROYEK	TUGAS AKHIR		
LOKASI			

No.	Jumlah Benda Uji	Nomor Benda Uji	PC	CAMPURAN		F A S	SLUMP (cm)	BAHAN TAMBAHAN	TANGGAL		UMUR BETON (hari)	BERAT uji (kg)	BEKAS AKTUAL (KN)	BEKAS TEKAN KALIBRAS (KN)	KOKOH TEKAN (Kg/cm ²)	
				PSR	KR				cetak	uji					Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 hari
1	GRC 0.5 % + SICAFUME 5%	-	-	-	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	13.02	390.0	391.8	272.53	22.18
2	GRC 0.5 % + SICAFUME 5%	-	-	-	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	13.06	396.0	397.6	276.59	22.51
3	GRC 0.5 % + SICAFUME 5%	-	-	-	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	13.05	400.0	401.5	279.29	22.73
4	GRC 0.5 % + SICAFUME 5%	-	-	-	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	12.96	400.0	401.5	279.29	22.73
													rata-rata		276.92	22.54
1	GRC 1 % + SICAFUME 5%	-	-	-	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	12.99	420.0	422.4	293.82	23.92
2	GRC 1 % + SICAFUME 5%	-	-	-	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	12.92	424.0	426.6	296.72	24.15
3	GRC 1 % + SICAFUME 5%	-	-	-	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	12.96	436.0	439.1	305.44	24.86
4	GRC 1 % + SICAFUME 5%	-	-	-	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	12.88	436.0	439.1	305.44	24.86
													rata-rata		300.35	24.45
1	GRC 1.5 % + SICAFUME 5%	-	-	-	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	13.02	440.0	443.3	308.34	25.10
2	GRC 1.5 % + SICAFUME 5%	-	-	-	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	13.05	436.0	439.1	305.44	24.86
3	GRC 1.5 % + SICAFUME 5%	-	-	-	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	13.06	438.0	441.2	306.89	24.98
4	GRC 1.5 % + SICAFUME 5%	-	-	-	-	-	-	-	13-Jan-18	10-Feb-18	28	13.00	444.0	447.5	311.25	25.33
													rata-rata		307.98	25.07

DIPERIKSA : 1 M. Anif Affandy
Asisten : 2. Yashir Denhas

Jenis Benda Uji : Silinder (d=15t=30) F'c 20
12. (Dua Belas) Unit

PASIR : Ø max (mm) FM : -
KERIKIL : Ø max (mm) FM : -

NB : - Keaslian sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium.
-- Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji

Medan, 10 Februari 2018
KEPALA LABORATORIUM BETON FT - USU
FAKULTAS TEKNIK U.S.U
LABORATORIUM
(An. Ir. Torang Sitorus, MT)
NIP : 19561002498001100
JURISAN TEKNIK SIPIL



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Hari Winardi
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat/Tgl Lahir : Delitua, 11 Januari 1994
Alamat : Jl. Delitua Gg. Genteng No.10 Medan
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Ramli
Ibu : Nurhayati

JENJANG PENDIDIKAN

- ❖ SD YPI Delitua : Berijazah Tahun 2006
- ❖ SMP Negeri 2 Deliatua : Berijazah Tahun 2009
- ❖ SMK Negeri 2 Medan : Berijazah Tahun 2012
- ❖ Melanjutkan kuliah di Fakultas Teknik Program Studi Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tahun 2013 hingga selesai.