

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN PERSENTASE SIKAFUME DAN
SUPERPLASTICIZER (VISCOCRETE 3115-N) PADA BETON
SCC AGAR MEMENUHI SYARAT MUTU K-500**

***THE EFFECT OF PERCENTAGE SIKAFUME AND
SUPERPLASTICIZER INSTALLEMNT ON SELF COMPACTING
CONCRATE TO QUALIFY THE QUALITY REQUIREMENTS OF
K-500***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



Ikhlasul Amal

17511040

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2020

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN PERSENTASE *SIKAFUME* DAN *SUPERPLASTICIZER (VISCOCRETE 3115-N)* PADA BETON SCC AGAR MEMENUHI SYARAT MUTU K-500

THE EFFECT OF PERCENTAGE SIKAFUME AND SUPERPLASTICIZER INSTALLEMNT ON SELF COMPACTING CONCRATE TO QUALIFY THE QUALITY REQUIREMENTS OF K-500

Disusun Oleh

Ikhlasul Amal
17511040

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal
17 November 2021
Oleh Dewan penguji

Dosen Pembimbing



Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng.
NIK : 15511136

Penguji 1



Helmy Akbar Bale, Ir., M.T.
NIK : 885110105

Penguji 2



Hariadi Yulianto, S.T., M.Eng
NIK : 155111305

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil



Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIK : 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

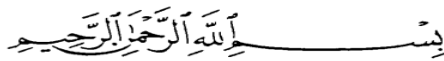
Yogyakarta, 7 September 2021

Yang membuat pernyataan



Ikhlasul Amal
(17511040)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Shalawat serta salam selalu terlimpah curahkan kepada junjungan Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta pengikut beliau hingga yaumul akhir.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Atas kelancaran selama menyusun proposal tugas akhir ini, penulisingin mengucapkan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberi dukungan serta motivasi untuk terselesainya tugas akhir ini:

1. Ibu Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Terimakasih atas bimbingan dan nasehat serta dukungan yang diberikan kepada penulis selama menyusun tugas akhir ini.
2. Ibu Sri Amini Yuni Astuti, DR, IR., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Rifa'i, S.H dan Ibu Endang Triwiduri, A.md selaku kedua orang tua saya dan Zhafira Salma Luthiya selaku adek saya , yang selalu memberi dukungan, motivasi dan nasehat disetiap doa yang tiada henti untukku.
4. Saudari Ceysia Destananya Ekyan Putri yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan nasehat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman pengecoran tim yang membatu pembuatan beton dari awal sampai akhir (Bandungbondowoso Team).
6. Dan semua pihak dan juga teman-teman Teknik Sipil 2017 yang telah memberikan *support* hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman. Dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi penyusun dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 7 September 2021

Ikhlasul Amal

17 511 040

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvii
ABSTRAK	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.1.1 Pemanfaatan Mikrobakteri Terhadap Beton Mutu Tinggi dengan Tambahan <i>Silica Fume</i> .	6
2.1.2 Pengaruh Variasi Penambahan <i>Superplasticizer</i> <i>Viscocrete 3115N</i> Terhadap Kuat Tekan Optimum Beton <i>Self Compacting Concrete</i> .	6
2.1.3 Pengaruh Penambahan Sika Fume Terhadap Kuat Tekan <i>Self Compacting Concrete</i> yang Menggunakan <i>Superplasticizer Viscocrete 3115N</i>	7
2.1.4 Pengaruh Penambahan <i>Silica Fume</i> dan <i>Superplasticizer</i> Pada <i>Self Compacting Concrete</i> (SCC)	7

	2.2 Keaslian Penelitian	8
BAB III	LANDASAN TEORI	14
	3.1 Beton	14
	3.2 <i>Self Compacting Concrete</i> (SCC)	15
	3.2.1 Pengertian <i>Self Compacting Concrete</i>	15
	3.2.2 Syarat-Syarat Beton <i>Self Compacting Concrete</i>	16
	3.3 Sifat dan Karakteristik Beton	16
	3.3.1 Kuat Tekan Beton (f'_c)	17
	3.3.2 Kuat Tarik Belah Beton	17
	3.3.3 Kuat Lentur Beton	18
	3.4 Bahan Penyusun Beton	19
	3.4.1 Agregat	19
	3.4.2 Semen	21
	3.4.3 Air	22
	3.5 Bahan Pengisi/ <i>filler</i>	23
	3.6 Bahan Tambah	24
	3.6.1 <i>Admixture</i> Kimia (Bahan Tambahan Kimia)	24
	3.6.2 Mineral <i>Admixture</i> (Bahan Tambahan Mineral)	25
	3.6.3 <i>Superplasticizer Viscocrete-3115N</i>	26
	3.6.4 <i>Sika Fume</i>	26
	3.7 Perencanaan Campuran Beton	27
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	36
	4.1 Tinjauan Umum	36
	4.2 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	36
	4.3 Bahan Baku dan Peralatan	37
	4.3.1 Bahan Baku	37
	4.3.2 Peralatan Penelitian	38
	4.4 Pelaksanaan Penelitian	38
	4.4.1 Persiapan	38
	4.4.2 Pemeriksaan Agregat Halus	39
	4.4.3 Pemeriksaan Agregat Kasar	40
	4.4.4 <i>Mix Design</i>	42
	4.4.5 Pelaksanaan Pengujian	49
	4.5 Diagram Alir Penelitian	54

	4.5.1 Pengujian Material	54
	4.5.2 <i>Mix Design</i>	55
	4.5.3 Pengujian Sampel	57
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	58
	5.1 Umum	58
	5.2 Pengujian Agregat Halus	58
	5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	58
	5.2.2 Pengujian Berat Isi Volume Gembur Agregat Halus	59
	5.2.3 Pengujian Berat Isi Volume Padat Agregat Halus	60
	5.2.4 Pengujian Modulus Butir Halus Agregat Halus	60
	5.2.5 Pengujian Lolos Saringan No.200 Agregat Halus	63
	5.3 Pemeriksaan Agregat Halus	64
	5.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	64
	5.3.2 Pengujian Berat Isi Volume Gembur Agregat Kasar	65
	5.3.3 Pengujian Berat Isi Volume Padat Agregat Kasar	65
	5.3.4 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	65
	5.4 Perencanaan Campuran Beton SCC (<i>Mix Design</i>)	68
	5.5 Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i>	71
	5.6 Hasil Pengujian Nilai <i>V-Funnel</i>	74
	5.7 Hasil Pengujian Nilai <i>L-Box</i>	76
	5.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton SCC	78
	5.9 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SCC	81
	5.10 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton SCC	84
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	87
	6.1 Kesimpulan	87
	6.2 Saran	88
	DAFTAR PUSTAKA	89
	LAMPIRAN	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen	30
Gambar 3.2	Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Setelah Dipadatkan	35
Gambar 4.1	Menentukan Nilai <i>Fas</i> K-500	44
Gambar 4.2	Perkiraan Berat Isi Beton Basah Yang Telah Selesai Dipadatkan K-500	48
Gambar 4.3	<i>Compressing Test Machine</i>	50
Gambar 4.4	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	50
Gambar 4.5	Pengujian Kuat Lentur Balok	51
Gambar 4.6	Ambrams Cone	51
Gambar 4.7	Alat <i>V-Funnel Test</i>	52
Gambar 4.8	Alat <i>L-Shapper Box</i>	57
Gambar 4.9	Bagan Alir Pengujian Material	54
Gambar 4.10	Bagan Alir <i>Mix Design</i>	55
Gambar 4.11	Bagan Alir Pengujian Sampel	57
Gambar 5.1	Analisa Saringan Agregat Halus Pengujian 1	62
Gambar 5.2	Analisa Saringan Agregat Halus Pengujian 2	63
Gambar 5.3	Analisa Saringan Agregat Kasar Pengujian 1	68

Gambar 5.4	Analisa Saringan Agregat Kasar Pengujian 2	68
Gambar 5.5	Uji T50 <i>Slump Flow</i> K-500	72
Gambar 5.6	Uji Diameter <i>Slump Flow</i> K-500	72
Gambar 5.7	Uji V-Funnel K-500	75
Gambar 5.8	Uji L-Box K-500	77
Gambar 5.9	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton SCC K-500	80
Gambar 5.10	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Rata-rata Beton SCC K-500	83
Gambar 5.11	Pengujian Kuat Lentur Beton SCC K-500	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang	9
Tabel 3.1	Gradasi Pasir	20
Tabel 3.2	Batas Gradasi Agregat Kasar	21
Tabel 3.3	Jenis-Jenis Semen <i>Portland</i>	22
Tabel 3.4	Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) dengan <i>fas</i> 0,5	29
Tabel 3.5	Penetapan Nilai <i>Slump</i> (mm) Berdasarkan Pemakaian Beton	31
Tabel 3.6	Perkiraan Kebutuhan Air per M ³ Beton	32
Tabel 3.7	Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan <i>fas</i> Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan dan Lingkungan Khusus	33
Tabel 4.1	Benda Uji Setiap Variasi	37
Tabel 4.2	Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) Dengan <i>fas</i> 0,5 dan Jenis Semen Serta Agregat yang dipakai di Indonesia	43
Tabel 4.3	Perkiraan Kebutuhan Air Per-m ³ Beton (liter)	45
Tabel 4.4	Kebutuhan Jumlah Semen Minimum dengan <i>fas</i> Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan dan Lingkungan Khusus	46
Tabel 4.5	Proporsi Campuran Yang Digunakan Pada K-500	49
Tabel 5.1	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	58
Tabel 5.2	Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus	59
Tabel 5.3	Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus	60
Tabel 5.4	Pengujian 1 Modulus Halus Butir Agregat Halus	60

Tabel 5.5	Pengujian 2 Modulus Halus Butir Agregat Halus	61
Tabel 5.6	Pengujian Lolos Saringan No.200 Pada Agregat Halus	63
Tabel 5.7	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	64
Tabel 5.8	Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Kasar	65
Tabel 5.9	Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar	65
Tabel 5.10	Pengujian 1 Modulus Halus Butir Agregat Kasar	66
Tabel 5.11	Pengujian 2 Modulus Halus Butir Agregat Kasar	66
Tabel 5.12	Hasil Perencanaan <i>Mix Design</i> K-500	69
Tabel 5.13	Pengujian <i>Slump Flow</i> dan T50 K-500	71
Tabel 5.14	Pengujian <i>V-Funnel</i> K-500	74
Tabel 5.15	Pengujian <i>L-Box</i> K-500	76
Tabel 5.16	Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton SCC K-500	78
Tabel 5.17	Rekapitulasi Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SCC K-500	81
Tabel 5.18	Perbandingan dan Korelasi Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan Beton SCC K-500	82
Tabel 5.19	Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton SCC K-500	84
Tabel 5.20	Perbandingan dan Korelasi Kuat Lentur dengan Kuat Beton SCC K-500	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Izin Pemakaian Lab	181
Lampiran II Laporan Sementara	185
Lampiran III Gambar Benda Uji	223

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

SCC	= <i>Self Compaction Concrete</i>
EFFNARC	= <i>European Federation of National Associations Representing for Concrere</i>
MPa	= Megapascal
Mm	= Milimeter
Cm	= Centimeter
Kg	= Kilogram
g	= Gram
N	= Newton
m ³	= Meterkubik
%	= Persen
w/c	= <i>Water Cement Ratio</i>
m/s	= Meter per detik
h	= Tinggi
b	= lebar
SNI	= Standar Nasional Indonesia
f'_c	= Kuat tekan maksimum beton
f_{lt}	= Kuat lentur beton
f_{ct}	= Kuat tarik belah beton
P	= Gaya

ABSTRAK

Beton SCC merupakan beton yang dapat mengalami pemadatan sendiri tanpa menggunakan alat pemadat atau mesin penggetar. Dalam pembuatan beton SCC diperlukan bahan tambah agar dapat menambah *workability*. Mutu beton SCC yang akan diteliti adalah K-500 (41,5 MPa) atau mutu tinggi. Beton SCC mutu tinggi tidak akan tercapai tanpa adanya bahan tambah. Sehingga pada penelitian ini digunakan bahan tambah dengan variasi penambahan *sika fume* sebanyak 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% sebagai bahan tambah terhadap semen dan penambahan *superplasticizer (viscocrete 3115N)* 0,9% dari berat semen. Perhitungan perencanaan campuran beton SCC menggunakan SNI 03-2834-2000 dan *EFFNARC 2005*. Beton yang akan diuji memiliki umur 28 hari. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm serta balok yang memiliki panjang 400 mm, lebar 100 mm dan tinggi 100 mm. Masing-masing mutu beton pada setiap variasi penambahan persentase *sika fume* memiliki jumlah benda uji sebanyak 6 silinder uji tekan beton, 3 silinder uji tarik belah beton dan 3 balok uji tarik lentur beton. pengujian yang dilakukan meliputi kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton sebagai parameter untuk menentukan mutu beton. Pada penambahan variasi *sikafume* 5%, 6% dan 10% tidak dapat dikatakan dalam beton SCC karena tidak memenuhi persyaratan dari pengujian *ability EFNARC 2005*. Didapatkan hasil yang melewati kuat tekan rencana mutu beton pada penambahan *sikafume* 8%. Pada K-500 pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton secara berturut turut yaitu 44,72 MPa, 4,32 MPa dan 5,27 MPa.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan suatu konstruksi yang biasa digunakan karena dapat dibuat dengan mudah dimana saja sesuai kebutuhan suatu bangunan konstruksi. Beton sangat banyak digunakan dalam kegiatan konstruksi karena sangat fleksibel untuk digunakan dalam ukuran besar dan kecil. Beberapa alasan yang mendasari penggunaan beton sebagai material konstruksi adalah karena bahan pengisi (*filler*) beton terdiri dari bahan yang mudah diperoleh, memiliki tingkat keawetan yang tinggi (*durability*), memiliki kondisi yang mudah dalam pengerjaan (*workability*), dan kekuatan yang diperlukan dalam membangun konstruksi yang berkualitas. Dalam pembangunan struktur bertingkat dan bangunan massal, khususnya pada pembuatan kolom dan *sheer wall* dibutuhkan beton dengan kualitas baik dan kuat tekan tinggi. Dalam pekerjaan kolom dan *sheer wall* terdapat tulangan yang rapat. Sehingga, dibutuhkan beton mutu tinggi untuk melaksanakan pekerjaan konstruksi tersebut.

Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) merupakan beton yang mempunyai kuat tekan silinder melebihi dari 41,4 MPa (SNI-03-6468-2000). Untuk mendapatkan kualitas beton mutu tinggi dapat dilakukan dengan cara meningkatkan kualitas material seperti ukuran agregat, bentuk agregat, kekerasan agregat dan kehalusan butir semen. Beton dengan jenis K-500 atau setara dengan 41,5 MPa merupakan salah satu jenis beton mutu tinggi. Dalam pengaplikasian mutu beton K-500 biasanya digunakan dalam pembuatan struktur bangunan bertingkat tinggi dan bangunan massal seperti *mall*, rumah sakit, dan sekolah. Dalam pembuatan beton mutu tinggi diperlukan bahan tambah (*admixtures*) dan *superplasticizer* agar dapat meningkatkan mutu dan kinerja beton. Bahan tambah dapat berupa *fly ash* atau *silica fume* untuk merekayasa kekuatan beton.

Silica fume mempunyai pengaruh dalam meningkatkan kekuatan beton dan *superplasticizer* mempunyai pengaruh dalam membantu *workability* serta

pemadatan dalam pelaksanaan pekerjaan. Dalam konstruksi beton, pemadatan merupakan pekerjaan yang harus dilakukan dalam pelaksanaan konstruksi beton bertulang. Pemadatan bertujuan untuk mengurangi udara yang ada pada campuran beton agar menghasilkan beton yang tidak terdapat rongga-rongga udara pada beton. Pemadatan akan sulit dilakukan apabila dilakukan pada daerah yang memiliki tulangan yang banyak, memiliki jarak antar tulangan yang sempit dan sulit terjangkau, salah satunya pada pembuatan beton pada kolom. Sehingga, teknologi beton *self compacting concrete* merupakan salah satu solusi langkah yang dapat digunakan.

Beton SCC (*Self Compacting Concrete*) merupakan salah satu hasil inovasi dari pembuatan beton. Beton SCC (*Self Compacting Concrete*) adalah suatu beton yang memiliki kemampuan untuk mengalir dan memadat sendiri tanpa menggunakan alat penggetar mekanik dan dapat tahan terhadap segregasi (SNI-8348-2017). Beton dapat dikatakan sebagai SCC apabila beton memenuhi sifat-sifat tertentu, diantaranya memiliki nilai *slump flow* yang tinggi, berkisar antara 640 – 800 mm (*EFNARC 2005*). Dengan keadaan rongga-rongga udara yang menghilang maka, tingkat porositas beton lebih kecil. Tingkat porositas akan berpengaruh pada tingkat keawetan beton menjadi lebih lama, kondisi luar beton akan lebih halus dan baik. Beton SCC tidak dapat mengalir sendiri tanpa menggunakan bahan tambah *admixture* sebagai bahan kimia yang dapat membantu menurunkan kekentalan campuran beton tanpa mempengaruhi kuat tekan beton rencana. Jenis bahan tambah yang akan digunakan untuk penelitian adalah *superplasticizer viscocrete 3115N*.

Superplasticizer viscocrete 3115N adalah salah satu inovasi untuk memudahkan beton dapat mengalir. Keunggulan dari *viscocrete 3115N* yaitu *high range water reducer* mencapai 30% dan memiliki sifat mengalir yang tinggi bagi beton segar. Pada penelitian sebelumnya mengenai kadar optimum *viscocrete 3115N* terhadap beton SCC didapatkan kadar optimum sebesar 0,9% dari berat semen dengan proporsi agregat sebesar 51% dan 49% untuk agregat halus dan kasar (Ikbal,2016). Selain dihasilkan dari penggunaan *superplasticizer*, kemampuan alir dari beton SCC dapat dipengaruhi dari proporsi agregat halus dan kasar pada

campuran beton. Semakin banyak persentase jumlah agregat halus pada campuran beton tersebut akan berdampak pada penurunan kuat tekan. Sehingga untuk membuat campuran beton SCC dengan kuat tekan yang tinggi dan kemampuan alir yang baik masih sulit untuk dilakukan (Widodo, 2004).

Kombinasi yang dilakukan antara *superplasticizer* dan bahan mineral dapat menghasilkan beton SCC dengan kuat tekan yang tinggi dan daya alir yang baik. Salah satu yang dapat digunakan adalah dengan penambahan mineral *silica fume*. Bahan campuran beton yang dikenal sebagai *silica fume* sudah banyak digunakan oleh masyarakat untuk meningkatkan mutu beton. *Silica fume* adalah material pozzolan yang sangat halus dan ukuran material mencapai 1/1000 dari diameter semen. *Silica fume* lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau *alloy ferro silicon*. Pada penelitian ini digunakan *silica fume* dengan merk *sika fume* dari PT Sika Indonesia.

Kadar penggunaan *sika fume* yang direkomendasikan oleh PT Sika Indonesia adalah 5-15% dari berat semen. Dalam penelitian sebelumnya pada kadar 0-5% *sika fume* didapatkan hasil kadar optimum sebesar 3% *sika fume* dari berat semen (Bima,2017). Dari hasil yang didapatkan oleh peneliti sebelumnya (Bima,2017), peneliti ingin mengetahui penggunaan variasi *sika fume* dengan kadar 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% dari berat semen masih termasuk dalam kategori beton SCC yang disyaratkan oleh *EFNARC 2005* atau tidak. Dalam metode pengembangan yang ada di Indonesia masih terbatas dengan menggunakan *mix design* untuk menghasilkan beton SCC. Oleh karena itu penelitian ini akan dilakukan menggunakan metode *mix design* SNI 03-2834-2000 dan juga *EFNARC 2005* yang digunakan sebagai persyaratan parameter penentuan campuran beton SCC agar dapat dihasilkan *mix composition* beton SCC yang sesuai persyaratan *EFNARC 2005* dengan kadar optimum *superplasticizer 3115 N* sebesar 0,9% dari berat semen serta proporsi agregat sebesar 51% dan 49% untuk agregat halus dan kasar yang telah didapatkan dari penelitian sebelumnya (Ikbal,2016). Dari uraian diatas, maka dapat diangkat judul “Pengaruh Penambahan *Sika fume* dan *Superplasticizer (Viscocrete 3115-N)* Pada Beton SCC Dengan Mutu K-500”

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diperoleh dari latar belakang sebagai berikut:

1. Apakah dengan menggunakan *superplasticizer (viscocrete 3115N)* 0,9% dan penambahan persentase *sika fume* 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% termasuk dalam beton SCC K-500 menurut *EFNARC 2005*?
2. Berapakah hasil kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur beton SCC (*Self Compacting Concrete*) K-500 dengan menggunakan *superplasticizer (viscocrete 3115N)* 0,9% pada variasi campuran bahan *additive sika fume* 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% dari berat semen ?
3. Berapakah nilai kuat tekan optimum penggunaan *sika fume* pada rentang 5% sampai dengan 10% beton SCC (*Self Compacting Concrete*) K-500 dengan *superplasticizer (viscocrete 3115N)* 0,9% ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang berdasarkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Mengetahui apakah dengan menggunakan *superplasticizer (viscocrete 3115N)* 0,9% dan penambahan persentase *sika fume* 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% termasuk dalam beton SCC K-500 menurut *EFNARC 2005*.
2. Mengetahui hasil kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur beton SCC (*Self Compacting Concrete*) K-500 yang menggunakan *superplasticizer (viscocrete 3115N)* 0,9% dengan variasi campuran bahan *additive sika fume* 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% dari berat semen.
3. Mengetahui nilai kuat tekan optimum penggunaan *sika fume* pada rentang 5% sampai dengan 10% beton SCC (*Self Compacting Concrete*) K-400, K-500 dan K-600 dengan *superplasticizer (viscocrete 3115N)* 0,9%.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian sebagai berikut:

1. Sebagai acuan pembuatan beton mutu tinggi dengan menggunakan bahan tambah dan kondisi material di Yogyakarta.

2. Dari penelitian akan didapat proporsi campuran beton mutu tinggi yang lebih efektif terhadap perubahan kuat tekan beton rencana.
3. Menjadikan acuan pengurangan dimensi struktur pada gedung bertingkat tinggi karena berat bangunan yang besar tetapi sesuai dengan kemampuan kuat tekan beton untuk menahan beban bangunan.
4. Memberikan informasi apakah penambahan *sika fume* dan *superplasticizer viscocrete 3115N* dapat menghasilkan beton SCC mutu tinggi sesuai dengan kuat tekan rencana beton.

1.5 Batasan Masalah

Mengingat bahwa ruang lingkup dari penyusun tugas akhir sangat luas dalam penelitian, maka penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton rencana yang akan dibuat 41,5 MPa (K500).
2. Semen yang digunakan adalah semen holcim (*dynamix*) jenis pcc.
3. Ukuran agregat kasar maksimal 20mm.
4. Agregat kasar berasal dari clereng.
5. Agregat halus yang digunakan menggunakan gradasi 2.
6. Agregat halus berasal dari progo.
7. Bahan tambah yang digunakan (*admixtures*) berupa *sika fume* dengan variasi 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10%.
8. *Superplasticizer* berupa *viscocrete 3115N* dengan kadar 0,9% dari berat semen.
9. Waktu perawatan 28 hari.
10. Penelitian dilakukan hanya sebatas uji kuat tekan, uji tarik belah, uji kuat tarik dan pengujian *workability* menggunakan uji *slumpT50*, *L-box*, dan *V-funnel*.
11. Pengaruh suhu, udara serta faktor yang mempengaruhi lainnya diabaikan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang menjadi tinjauan pustaka dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

2.1.1 Pemanfaatan Mikrobakteri Terhadap Beton Mutu Tinggi dengan Tambahan *Silica Fume*.

Azwar, Januarti, dan Triwulan (2016), melaksanakan penelitian tentang Pemanfaatan Mikrobakteri Terhadap Beton Mutu Tinggi dengan Tambahan *Silica Fume* dengan tujuan untuk mengetahui apakah *silica fume* dan *mickrobakteri* yang diberikan akan mempengaruhi kuat tekan beton. Penelitian dilakukan dengan cara pembuatan sampel beton dengan beberapa variasi presentase kadar *silica fume*. Kadar presentase *silica fume* yang dilakukan adalah 0%, 5%, 7,5% dan 10 %. Serta dilakukan penambahan *superplasticizer* untuk membantu workability secara trial pengujian di laboratorium. Pengujian dilakukan dengan berbagai variasi umur 1, 3, 7, 14, 21, 28 hari. Pengujian menggunakan silinder dengan ukuran 10 cm x 20 cm. Hasil dari penelitian ini menunjukkan kuat tekan beton tertinggi pada umur 28 hari adalah 69,71 MPa dan penggunaan *silica fume* paling optimum ada pada kadar 7,5%. Dengan demikian bahwa penggunaan *silica fume* dapat meningkatkan mutu beton.

2.1.2 Pengaruh Variasi Penambahan *Superplasticizer Viscocrete* 3115N Terhadap Kuat Tekan Optimum Beton *Self Compacting Concrete*.

Ikbal (2016), melaksanakan penelitian berupa pengaruh variasi penambahan *superplasticizer viscocrete* 3115N terhadap kuat tekan optimum beton *self compacting concrete* untuk mengetahui kadar optimum *Superplasticizer Viscocrete* 3115N terhadap kuat tekan beton SCC. Penelitian dilakukan menggunakan variasi penambahan *superplasticizer viscocrete* 3115N sebesar 0,8%, 0,9%, 1%, 1,1%, dan 1,2% terhadap berat semen dengan kuat tekan rencana

sebesar 43 MPa serta menggunakan SNI 03-2834-2000 dan EFNARC 2002 sebagai pedoman perencanaan campuran beton SCC. Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan kadar optimum sebesar 0,9% dari berat semen dengan kuat rencana sebesar 46 MPa.

2.1.3 Pengaruh Penambahan Sika Fume Terhadap Kuat Tekan *Self Compacting Concrete* yang Menggunakan *Superplasticizer Viscocrete 3115N*.

Bima (2017), melaksanakan penelitian berupa pengaruh penambahan sika fume terhadap kuat tekan *self compacting concrete* yang menggunakan *superplasticizer viscocrete 3115N* dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh sika fume pada rentang 0% sampai 5% dan penggunaan *superplasticizer viscocrete 3115N* terhadap kuat tekan serta karakteristik beton SCC. Penelitian dilakukan dengan cara pembuatan sampel beton dengan beberapa variasi presentase kadar *silica fume*. Kadar presentase *silica fume* yang dilakukan adalah 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% dari berat semen. Serta dilakukan penambahan *superplasticizer viscocrete 3115N* sebesar 0,9% dari berat semen untuk membantu workability. Perawatan beton dilakukan selama 28 hari dan kuat desak rencana sebesar 43 MPa. Didapatkan hasil pengujian kadar optimum sika fume didapatkan pada penambahan 3% dengan kuat desak sebesar 50,54 MPa dan modulus elastisitas sebesar 36499,96 MPa.

2.1.4 Pengaruh Penambahan *Silica Fume* dan *Superplasticizer* Pada *Self Compacting Concrete* (SCC)

Rahady (2017), melaksanakan penelitian berupa pengaruh penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* pada *self compacting concrete* (SCC) dengan tujuan menentukan komposisi penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* terhadap SCC, menentukan hasil dari pengujian slump pada beton mutu tinggi dan slumpflow pada SCC, menentukan hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik/belah pada beton mutu tinggi dan SCC pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Penelitian dilakukan dengan cara pembuatan sampel beton dengan penggunaan *silica fume* sebesar 10 % dan penggunaan variasi *superplasticizer* dengan variasi persentase antara 0,8%, 1,0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%. *Superplasticizer* berfungsi untuk memberi kelecekan pada beton dengan pengurangan kebutuhan air hingga 30%.

Dari penelitian SCC didapatkan hasil kuat tekan optimum pada variasi tipe benda uji SCC-3 dengan nilai 43,063 MPa, hasil kuat tersebut lebih besar dari kuat tekan rencana yaitu 41,4 MPa.

2.2 Keaslian Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya, maka terdapat perbedaan sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis sekarang. Perbandingan perbedaan penelitian diambil dari para penulis dan peneliti terdahulu tentang pembuatan beton mutu tinggi menggunakan bahan tambah *silica fume* dan bahan tambah lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Peneliti	Azwar dkk	Ikkal	Bima	Rahady	Penulis
Tahun	2016	2016	2017	2017	2021
Judul Penelitian	Pemanfaatan Mikrobakteri Terhadap Beton Mutu Tinggi dengan Tambahan <i>Silica Fume</i>	Pengaruh Variasi Penambahan <i>Superplasticizer Viscocrete 3115N</i> Terhadap Kuat Tekan Optimum Beton <i>Self Compacting Concrete</i>	Pengaruh Penambahan Sika Fume Terhadap Kuat Tekan <i>Self Compacting Concrete</i> yang Menggunakan <i>Superplasticizer Viscocrete 3115N</i>	Pengaruh Penambahan <i>Silica Fume</i> dan <i>Superplasticizer</i> Pada <i>Self Compacting Concrete</i> (SCC)	Pengaruh Penambahan <i>Sikafume</i> Dan <i>Superplasticizer (Viscocrete 3115-N)</i> Pada Beton SCC Dengan K-500
Tujuan Penelitian	Untuk mengetahui apakah <i>silica fume</i> dan <i>mickrobakteri</i> yang diberikan akan	mengetahui kadar optimum <i>Superplasticizer</i>	Untuk mengetahui pengaruh sika fume pada rentang 0% sampai 5% dan	Menentukan komposisi penambahan <i>silica fume</i> dan	Menentukan komposisi yang sesuai kuat tekan beton rencana

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Peneliti	Azwar dkk	Ikbal	Bima	Rahady	Penulis
Tahun	2016	2016	2017	2017	2021
Tujuan Penelitian	mempengaruhi kuat tekan beton	<i>Viscocrete</i> 3115N terhadap kuat tekan beton SCC dengan variasi 0,8%, 0,9%, 1,0%, 1,1%, dan 1,2%	penggunaan <i>superplasticizer viscocrete 3115N</i> terhadap kuat tekan serta karakteristik beton SCC	<i>superplasticizer</i> terhadap SCC, menentukan hasil dari pengujian <i>slump</i> Pada beton mutu tinggi dan slumpflow pada SCC, menentukan hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik/belah pada beton mutu tinggi dan SCC pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari	K-500, dengan penambahan <i>sika fume</i> dengan rentang 5%-10% dan penambahan <i>superplasticizer viscocrete 3115N</i> sebesar 0,9% dari berat semen.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Peneliti	Azwar dkk	Ikkal	Bima	Rahady	Penulis
Tahun	2016	2016	2017	2017	2021
Parameter yang di uji	Hasil pengujian kuat tekan beton yang diperoleh terhadap kuat beton rencana dengan penambahan Mikrobakteri dan variasi <i>silica fume</i> .	Hasil pengujian kuat tekan beton yang diperoleh kuat beton rencana dengan penambahan <i>Silica fume</i> dan variasi penggunaan <i>superplasticizer viscocrete</i> 3115N.	Hasil pengujian kuat tekan beton yang diperoleh kuat beton rencana dengan penambahan <i>Superplasticizer viscocrete</i> 3115N dan variasi penggunaan <i>silica fume</i>	Hasil pengujian kuat tekan beton yang diperoleh kuat beton rencana dengan penambahan <i>Superplasticizer</i> dan variasi penggunaan <i>silica fume</i>	Hasil pengujian kuat tekan beton yang diperoleh kuat beton, kuat tarik belah dan uji tarik dengan penambahan <i>superplasticizer viscocrete</i> 3115N dan variasi penggunaan <i>silica fume</i>
Metode Penelitian	Analisis perhitungan <i>mix design</i> dan	Analisis perhitungan <i>mix design</i> dan	Analisis perhitungan <i>mix design</i> dan	Analisis perhitungan <i>mix design</i> dan	Analisis perhitungan <i>mix</i>

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Peneliti	Azwar dkk	Ikbal	Bima	Rahady	Penulis
Tahun	2016	2016	2017	2017	2020
Metode Penelitian	pengujian kuat tekan beton	pengujian kuat tekan beton	pengujian kuat tekan beton	pengujian kuat tekan beton	<i>design</i> dan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah beton dan uji tarik
Hasil penelitian	Hasil dari penelitian ini menunjukkan kuat tekan beton tertinggi pada umur 28 hari adalah 69,71 MPa dan penggunaan <i>silica fume</i> paling	Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan kadar optimum sebesar 0,9% dari berat semen dengan kuat tekan beton rencana sebesar 46 MPa.	hasil pengujian kadar optimum sika fume didapatkan pada penambahan 3% dengan kuat desak sebesar 50,54 MPa dan modulus elastisitas sebesar 36499,96 MPa.	hasil kuat tekan optimum pada variasi tipe benda uji SCC-3 dengan nilai 43,063 MPa, hasil kuat tersebut lebih besar dari kuat tekan rencana yaitu 41,4 MPa.	Hasil dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan pada penambahan <i>sikafume</i> 8% pada beton SCC K-500.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Peneliti	Azwar dkk	Ikbal	Bima	Rahady	Penulis
Tahun	2016	2016	2017	2017	2020
Hasil penelitian	optimum ada pada kadar 7,5%. Dengan demikian bahwa penggunaan <i>silica fume</i> dapat meningkatkan mutu beton.				Didapatkan hasil yang optimum pada setiap pengujian tekan, tarik belah dan tarik lentur.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Beton dapat didefinisikan sebagai campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan, membentuk massa yang padat, kuat, dan stabil (SNI 7656:2012). Beton terdiri atas bahan perekat dan bahan yang diikat. Bahan perekat pada beton berupa pasta semen yang terdiri atas air dan semen. Sedangkan bahan yang diikat berisi agregat berupa halus (pasir) dan kasar (kerikil). Pembuatan suatu beton dengan mutu tertentu diperlukan proporsi kebutuhan agregat, semen, dan air yang digunakan. Jumlah pasta (semen dan air) pada pembuatan beton berisi 30-40% dan agregat (halus dan kasar) sebesar 60-70% dari volume berat total beton. Dengan penambahan usia perawatan beton, maka beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan yang optimal atau kekuatan rencana (f'_c) pada usia 28 hari.

Mutu beton yang diperoleh biasanya berdasarkan kuat tekan beton rencana. Untuk mendapatkan mutu beton yang direncanakan, perlu adanya *mix design* untuk mendapatkan jumlah proporsi masing-masing bahan yang digunakan. Maka perlu diperhatikan dalam pemilihan material agar sesuai dengan kriteria yang disyaratkan. Semakin tinggi kuat tekan beton rencana maka, mutu beton yang diperoleh semakin tinggi.

Dalam SNI 03-6468-2000 dikatakan beton mutu tinggi apabila beton memiliki kuat tekan yang disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa. Pada umumnya beton segar dibuat menggunakan dua bagian utama, yaitu pasta semen dan agregat. Pasta semen terdiri dari bahan utama air, semen *portland* dan dapat menggunakan bahan tambah (*admixture*) atau *superplasticizer*. Untuk agregat terdiri dari agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir).

3.2 *Self Compacting Concrete* (SCC)

3.2.1 Pengertian *Self Compacting Concrete*

Self Compacting Concrete (SCC) dapat didefinisikan sebagai suatu beton yang memiliki kemampuan untuk mengalir dan memadat sendiri tanpa menggunakan alat penggetar mekanik serta dapat tahan terhadap segregasi. Beton SCC dapat mengalir atas beratnya sendiri dan mampu mengisi semua ruang dalam acuan yang berisi rintangan seperti tulangan dan sebagainya (SNI 8348-2017).

Secara umum *Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan variasi dalam pembuatan beton yang memiliki tingkat derajat pengerjaan (*workability*) yang tinggi dan memiliki kekuatan rencana yang besar, sehingga membutuhkan nilai fas yang rendah. Penggunaan beton SCC memiliki beberapa keuntungan yang dapat diperoleh yaitu diantaranya meningkatkan mutu beton, menekan biaya, dapat mengurangi tenaga kerja, menekan waktu pengerjaan, keamanan pekerja, dan sebagainya. Menurut AS'ad (2009) keunggulan SCC dibandingkan dengan penggunaan beton normal antara lain :

1. Beton SCC memiliki kemampuan mengalir dan memadat secara mandiri.
2. Pencetakan beton dapat dilakukan tanpa menggunakan alat penggetar beton, sehingga terjadi bising dalam proyek.
3. Beton dapat dicetak menggunakan ukuran yang tipis.

Menurut EFNARC 2002, Selain keuntungan yang ada pada diatas, tingkat *workability* beton SCC dapat ditentukan berdasarkan kriteria sebagai berikut:

1. *Filling ability* dapat didefinisikan sebagai kemampuan mengisi cetakan beton tanpa pemadatan pada beton.
2. *Passing ability* dapat didefinisikan sebagai kemampuan melewati bagian-bagian dengan jarak sempit seperti pada bagian tulangan *borepile*.
3. *Segregation resistance* dapat didefinisikan sebagai ketahanan terhadap segregasi tanpa mengurangi kemampuan alir pada beton.

Beton *Self Compacting Concrete* (SCC) dapat dibuat apabila menggunakan bahan tambah *superplasticizer* untuk mendispersikan atau menyebarkan partikel semen menjadi merata dan memisahkan menjadi partikel-partikel yang halus.

Komposisi agregat kasar dan agregat halus harus diperhatikan karena semakin besar proporsi agregat halus dapat meningkatkan daya alir beton segar. Sedangkan, dalam menggunakan agregat halus yang berlebihan dapat menurunkan kuat tekan beton. Sebaliknya, apabila terlalu banyak agregat kasar akan mengakibatkan tingkat segregasi semakin besar. Menurut (Persson 2000), penggunaan *fly ash*, serbuk batu kapur, *silica fume*, dan sebagainya untuk meningkatkan viskositas beton untuk menghindari terjadinya *bleeding* dan segregasi.

3.2.2 Syarat-Syarat Beton *Self Compacting Concrete*

Menurut EFNARC 2005, Beton SCC memiliki syarat sebagai berikut :

1. Ukuran agregat kasar maksimum 20 mm
2. Agregat kasar $\leq 50\%$ dari berat total agregat.
3. Agregat halus $\geq 50\%$ dari berat total agregat.
4. Jumlah air yang digunakan maksimal 200 liter/m³.
5. Diameter *slump flow* 640 mm sampai 800 mm.
6. $T_{50\text{cm}}$ *slump flow* 2 detik – 5 detik.
7. *L-box* rasio antara h_2 dengan h_1 adalah 0,8 sampai 1,0.
8. *V-Funnel* antara 0 detik – 10 detik.
9. Total penggunaan material ukuran partikel sebagai filler $< 0,125$ mm (*powder*) seperti *fly ash* dan *silica fume* sebagai *mineral admixture* berkisar 400 kg sampai 600 kg per 1 m³.

3.3 Sifat dan Karakteristik Beton

Sifat dan karakteristik beton adalah sebagai berikut.

1. Beton memiliki kuat desak yang tinggi dan kuat tarik yang rendah hanya 9%-15% dari kuat desaknya.
2. Beton memiliki kuat tarik yang lemah, sehingga terjadi retak yang semakin lama akan menjadi besar.

3. Beton mencapai kuat tekan optimum pada umur 28 hari.
4. Proses kimia yang dihasilkan oleh semen dengan air menghasilkan panas yang disebut dengan hidrasi.

3.3.1 Kuat Tekan Beton (f'_c)

Kuat tekan beton dapat didefinisikan sebagai besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI-03-1974-1990). Kuat tekan beton yang disyaratkan (f'_c) merupakan kuat tekan yang ditetapkan oleh perencana struktur (berdasarkan benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm) dan kuat tekan beton yang ditargetkan (f_{cr}) merupakan kuat tekan rata-rata yang diharapkan dapat dicapai yang lebih besar dari f'_c (SNI-03-2834-2000).

Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (3.1)$$

Dengan :

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)
 P = Beban maksimum (N)
 A = Luas penampang benda uji (mm)

3.3.2 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton berbentuk silinder dapat didefinisikan sebagai nilai pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji ditekan (SNI-03-2491-2002). Pengujian kuat tarik belah beton digunakan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton yang menggunakan agregat ringan. Pengujian dapat dilakukan menggunakan benda uji silinder dengan diameter (150 mm) dan tinggi (300 mm). Kuat tarik belah beton dapat dihitung menggunakan persamaan 3.2.

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \quad (3.2)$$

Dimana :

f_{ct} = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji silinder (mm)

D = Diameter benda uji silinder (mm)

3.3.3 Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton merupakan kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan pada benda tersebut sampai dalam keadaan patah. Pengujian dapat dilakukan menggunakan benda uji berupa balok atau bentuk bujur sangkar dengan ukuran panjang 400 mm, lebar 100 mm, dan tinggi 100 mm. Pengujian dilakukan menggunakan beban satu titik. Kuat lentur beton dapat dihitung menggunakan persamaan 3.3 untuk benda uji patah tepat berada di bawah beban (di tengah benda uji) atau persamaan 3.4 untuk benda uji patah tidak tepat di bawah beban dibagian tarik beton.

$$f_{lt} = \frac{3.P.L}{2.b.h^2} \quad (3.3)$$

$$f_{lt} = \frac{3.P.c}{b.h^2} \quad (3.4)$$

Dimana :

f_{lt} = Kuat lentur benda uji (MPa)

P = Beban Maksimum (N)

L = jarak (bentang) antara dua perletakkan (mm)

b = lebar tampang lintang patah (mm)

h = tinggi tampang lintang patah (mm)

c = jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan terdekat, diukur pada empat tempat pada sisi titik dari bentang (mm)

3.4 Bahan Penyusun Beton

Komponen utama penyusun beton terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen, air, dan bahan tambah *admixture* jika dibutuhkan.

3.4.1 Agregat

Agregat dapat didefinisikan sebagai butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat dengan ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen (Silvia Sukirman, 2003). Agregat digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Karena volume agregat pada beton mencapai $\pm 70\%$ volume beton, agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, memberikan kekuatan beton, sehingga kualitas agregat sangat mempengaruhi mutu beton yang dihasilkan. Dalam teknologi bahan konstruksi, agregat dalam campuran beton dibagi dalam 2 bagian susunan antara lain :

1. Agregat Halus

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir. Agregat halus dapat didefinisikan sebagai agregat yang memiliki ukuran butir maksimum sebesar 5,00 mm (SNI 03-2847-2002). Berikut merupakan syarat-syarat agregat halus campuran beton :

- a. Kadar lumpur atau bagian butir yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no 200) dalam % berat maksimum :
 - Beton yang mengalami abrasi, 3%
 - Beton jenis lainnya, 5%
- b. Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah direpihkan maksimum 0,5%.
- c. Bebas dari zak organik yang dapat merugikan beton dalam segi apapun.
- d. Tidak boleh mengandung bahan reaktif terhadap alkali jika agregat halus digunakan untuk membuat beton yang dalam kondisi basah dan lembab terus menerus.
- e. Sifat kekal, diuji dengan larutan garam sulfat.
- f. Modulus halus butir antara 1,5 – 3,8 dengan variasi butir sesuai standar gradasi pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen Bahan Butiran yang Lewat Ayakan			
	Daerah I (Kasar)	Daerah II (Agak Kasar)	Daerah III (Agak Halus)	Daerah IV (Halus)
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 -15

Sumber : Tjokrodinuljo (2007)

2. Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang dipecah. Agregat kasar dapat didefinisikan sebagai agregat yang mempunyai ukuran butir antara 5,00 mm sampai 40 mm (SNI 03-2847-2002). Agregat kasar untuk campuran beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Kerikil yang digunakan memiliki sifat yang keras dan tidak berpori dan mempunyai sifat kekal (tidak mudah pecah karena faktor cuaca seperti hujan dan panas). Agregat yang terdapat butir-butir pipih hanya dapat digunakan tidak melebihi 20 % dari berat agregat keseluruhan.
- b. Agregat yang reaktif dengan alkali boleh digunakan dengan semen yang kadar alkalinya dihitung setara Natrium Oksida tidak lebih dari 0,6% atau dapat menambah bahan yang dapat mencegah terjadinya pemuaian yang dapat membahayakan oleh karena reaksi alkali-agregat.
- c. Sifat kekal, diuji dengan larutan garam sulfat
 - 1) Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian hancur maksimum 12 %.
 - 2) Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian hancur maksimum 12 %.

- d. Agregat tidak boleh mengandung bahan yang dapat merusak beton.
- e. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%.
- f. Kekerasan dari agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20 ton dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
 - 1) Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 – 19 mm lebih dari 24% berat.
 - 2) Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19 – 30 mm lebih dari 22% berat.

Tabel 3.2 Batas Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)	Presentase Lolos (%)		
	Gradasi Agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
80	100	-	-
40	95 – 100	100	-
20	35 – 70	95 – 100	100
10	10 – 40	30 – 60	50 – 85
4,8	0 – 5	0 – 10	0 – 10

Sumber : SNI 03-2834-2000

3.4.2 Semen

Semen *portland* dapat didefinisikan sebagai semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara mengolah klinker portland terutama terdiri dari kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan senyawa kalsium sulfat dan dapat ditambahkan bahan tambah lainnya (SNI-15-2049-2004). Semen hidrolis yang mengandung suatu tambahan udara dalam jumlah tertentu yang menyebabkan udara terkandung didalam mortar didalam batasan yang dispesifikasikan pada saat diukur dengan suatu metode adalah kandungan udara semen hidrolis. Apabila campuran semen ditambah dengan air baik dikeraskan atau

tidak dikeraskan maka akan menghasilkan pasta semen. Kemudian pasta semen dicampur kembali dengan agregat halus dalam keadaan dikeraskan ataupun tidak dikeraskan akan menghasilkan mortar, serta apabila ditambah agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras.

Berikut ini jenis-jenis semen *portland* yang dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Jenis-jenis Semen *Portland*

Jenis Semen	Karakteristik Umum
Jenis I	Semen <i>portland</i> yang digunakan untuk tujuan umum
Jenis II	Semen <i>portland</i> yang penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
Jenis III	Semen <i>portland</i> yang penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
Jenis IV	Semen <i>portland</i> yang dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah
Jenis V	Semen <i>portland</i> yang dalam penggunaannya menuntut ketahanan yang kuat terhadap sulfat

Sumber : Tjokrodinuljo (2007)

3.4.3 Air

Air merupakan bahan penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan.

Menurut Kardiyo Tjokrodinuljo (1996) untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25% dari berat semen, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kebutuhan air tidak hanya untuk reaktor semen dan pelumas antar butir-butir agregat. Tetapi, dapat digunakan sebagai perawatan beton. Persyaratan air yang dapat digunakan untuk campuran beton menurut SK SNI S-04-1989-F dikutip dalam Tjokrodinuljo (2007) sebagai berikut.

1. Air yang digunakan harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya secara visual.
2. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
3. Tidak mengandung garam yang dapat larut dan merusak beton lebih dari 15 gram/liter.
4. Kandungan klorida (CI) $< 0,5$ gram/liter dan senyawa sulfat < 1 gram/liter sebagai SO_3 .
5. Penurunan air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.

3.5 Bahan Pengisi/*Filler*

Bahan pengisi atau dapat disebut dengan *filler* merupakan bahan atau fraksi dari agregat halus yang lolos pada saringan no.200 dengan minimum 75% dari berat total agregat. Tujuan *filler* adalah untuk mengisi rongga dalam campuran beton agar tidak hanya diisi oleh agregat tetapi juga material yang lebih halus. Pada penggunaan *filler* sebagai campuran tambahan bahan *aditive* diperlukan proporsi sesuai kebutuhan.

Fungsi *filler* dalam campuran beton sebagai berikut :

- a. Untuk memodifikasi gradasi agregat halus agar lebih rapat.
- b. Untuk membentuk bahan pengikat dengan semen.
- c. Untuk memperbaiki ketahanan campuran beton terhadap temperatur yang tinggi.
- d. Untuk meningkatkan ketahanan campuran beton terhadap retak akibat panas dan penyusutan akibat adanya perubahan reaksi kimia-fisika yang dipengaruhi oleh cuaca.

3.6 Bahan Tambah

Bahan tambah dapat didefinisikan sebagai bahan yang digunakan dalam pembuatan beton selain unsur pokok (agregat, semen, dan air) yang ditambahkan pada adukan pembuatan beton, baik sebelum, segera ataupun selama pengadukan beton. Tujuan penggunaan bahan tambah dalam pencampuran beton adalah untuk meningkatkan penampilan (*performance*), mutu (*quality*), keawetan (*durability*), dan kemudahan pekerjaan (*workability*). Bahan tambah dapat dikelompokkan beberapa jenis.

3.6.1 *Admixture* Kimia (Bahan Tambahan Kimia)

Bahan tambah kimia dapat didefinisikan sebagai bahan tambah cairan kimia yang ditambahkan untuk mengendalikan waktu pengerasan dapat mempercepat atau memperlambat, mereduksi kebutuhan air, memudahkan pengerjaan beton meningkatkan *slump* dan sebagainya. Ketentuan dan syarat mutu bahan tambahan kimia sesuai dengan ASTM C 494-81 “Standard Specification for Chemical Admixture-for Concrete”. Tipe dan jenis bahan tambahan kimia dapat dibagi sebagai berikut.

1. Tipe A “*Water-Reducing Admixtures*”

Water-Reducing Admixtures dapat didefinisikan sebagai bahan tambahan yang bersifat mengurangi jumlah air dalam pembuatan beton agar mendapatkan hasil beton yang konsistensinya tertentu. Bahan tambah ini tidak mengurangi kadar semen dan nilai *slump* untuk dapat memproduksi beton dengan nilai perbandingan ratio faktor air semen (fas) yang rendah.

2. Tipe B “*Retarding Admixture*”

Retarding Admixture dapat didefinisikan sebagai bahan tambahan yang berfungsi menghambat pengikatan beton. Digunakan untuk menunda waktu pengikatan beton (memperlambat) pengerasan untuk membantu pelaksanaan pekerjaan pengecoran.

3. Tipe C “*Accelerating Admixture*”

Accelerating Admixture dapat didefinisikan sebagai bahan tambahan yang berfungsi mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.

Bahan ini digunakan untuk mengurangi lama waktu pengeringan (hidrasi) dan mempercepat pencapaian kekuatan awal beton.

4. Tipe D “*Water Reducing and Retarding Admixtures*”

Water Reducing and Retarding Admixtures dapat didefinisikan sebagai bahan tambahan yang berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran dan menghambat pengikatan beton. Bahan ini digunakan untuk menambah kekuatan beton. Bahan ini biasanya berwujud cair. Bahan ini dapat digunakan untuk mengurangi kandungan semen yang sebanding dengan pengurangan kandungan air tanpa merubah proporsi awal.

5. Tipe E “*Water Reducing and Accelerating Admixtures*”

Water Reducing and Accelerating Admixtures dapat didefinisikan sebagai bahan tambahan yang berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air dalam pencampuran dan mempercepat pengikatan beton.

6. Tipe F “*Water Reducing, High Range Admixtures*”

Water Reducing, High Range Admixtures dapat didefinisikan sebagai bahan tambahan yang berfungsi mengurangi jumlah air pencampuran untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu sebanyak 12%.

7. Tipe G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*”

Water Reducing, High Range Retarding Admixtures dapat didefinisikan sebagai bahan tambahan yang berfungsi mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk mendapatkan hasil beton dengan konsistensi tertentu sebanyak 12% atau lebih dan menghambat pengikatan beton.

3.6.2 Mineral Admixture (Bahan Tambahan Mineral)

Bahan tambahan mineral merupakan bahan padat yang dihaluskan untuk ditambahkan pada campuran beton yang berfungsi untuk memperbaiki sifat beton agar mudah dikerjakan dan kekuatan serta keawetannya meningkat. Bahan-bahan tambahan mineral dapat berupa *pozzolan*, *slag*, *fly ash* (abu terbang), *abu sekam*, dan *silica fume*.

1. *Silica Fume*

Silica fume dapat didefinisikan material *pozzolan* yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa silikon. Penggunaan *silica fume* dapat membantu meningkatkan kekuatan tekan beton mencapai (f'_c 50 – 70 MPa pada umur 28 hari). Penggunaan *silica fume* dapat mencapai 30 % dengan atau tanpa *superplasticizer*.

3.6.3 *Superplasticizer Viscocrete-3115N*

Superplasticizer viscocrete 3115N merupakan salah satu tipe bahan tambahan kimia tipe F (*high range water reducer*) yang dapat mengurangi air dalam jumlah besar mencapai 30% dan memberikan kemudahan bagi campuran beton untuk mengalir dengan sangat baik tanpa terjadi segregasi tanpa ada pengurangan kekuatan yang terjadi pada beton. *Superplasticizer viscocrete 3115N* merupakan salah satu produk yang dihasilkan oleh PT Sika Indonesia untuk campuran beton dan mortar. Sika *viscocrete 3115-N* digunakan untuk menghasilkan tipe-tipe beton sebagai berikut:

1. Beton yang dihasilkan tingkat kemampuan mengalir yang tinggi.
2. Beton dengan keadaan dapat memadat sendirinya (*Self Compaction Concrete/ SCC*).
3. Beton yang diproduksi dapat mengalami pengurangan air yang sangat tinggi (sampai 30%).
4. Beton dengan mutu tinggi.
5. Beton dengan keadaan kedap air.
6. Beton pracetak.

Sika *viscocrete 3115-N* tidak terdapat kandungan klorin atau bahan yang dapat membuat karat/bersifat korosif pada tulangan baja. Sehingga aman untuk digunakan pada struktur bangunan beton dengan tulangan.

3.6.4 *Sika Fume*

Sika fume merupakan bahan tambahan mineral yang berupa bubuk *silica fume* yang memiliki ukuran partikel 1/100 dari ukuran partikel semen. *Sika fume* merupakan salah satu yang diproduksi oleh PT Sika Indonesia yang digunakan

untuk campuran beton dan mortar. Pada data teknis PT Sika Indonesia, *sika fume* memiliki keunggulan sebagai berikut:

1. Dapat meningkatkan kuat tekan beton tinggi.
2. Pori yang terdapat pada beton akan terisi oleh partikel *sika fume* yang sangat kecil, sehingga akan mengurangi permeabilitas.
3. Air tidak dapat masuk pada beton karena permeabilitas yang rendah, sehingga ketahanan terhadap korosi akan meningkat.

Sehingga *sika fume* cocok untuk digunakan pada beton SCC dan dapat menghasilkan beton dengan kuat tekan tinggi serta meningkatkan kemampuan alir pada beton secara bersamaan.

3.7 Perencanaan Campuran Beton

Untuk mendapat campuran beton sesuai dengan kuat tekan rencana diperlukan *mix design* untuk mengetahui proporsi tiap-tiap bahan yang digunakan. Dalam pembuatan beton SCC belum terdapat *mix design* yang sesuai karena masih dapat dikatakan baru dalam teknologi tersebut. Pada penelitian ini akan digunakan menggunakan metode *mix design* SNI 03-2834-2000 dan *EFNARC 2005* yang digunakan sebagai persyaratan parameter penentuan campuran beton SCC. SNI 03-2834-2000 digunakan sebagai pedoman langkah-langkah dalam melakukan *mix design*, sedangkan *EFNARC 2005* digunakan untuk mendapatkan proporsi beton SCC yang sesuai, dikarenakan pada *EFNARC 2005* sudah ditetapkan batasan-batasan untuk mendapatkan proporsi beton SCC. Berikut langkah-langkah *mix design* yang dilakukan.

1. Menentukan Kuat Tekan Beton yang direncanakan (f'_c)

Pada penelitian ini digunakan kuat tekan sebesar 41,5 MPa (K-500). Kuat tekan beton termasuk beton dengan mutu tinggi. Kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari.

2. Menentukan nilai tambah (M)

Berdasarkan Tabel 1 atau persamaan 3.5 pada SNI 03-2834-2000

$$M = 1,64 \times Sr \quad (3.5)$$

Dengan :

M = Nilai Tambah

1,64 = Tetapan statistic yang nilainya tergantung pada presentase kegagalan hasil uji sebesar 5% .

S_r = deviasi standar rencana.

3. Menghitung kuat tekan yang ditargetkan (f'_{cr})

Menghitung kuat tekan yang ditargetkan dapat menggunakan persamaan 3.6.

$$f'_{cr} = f'_c + M \quad (3.6)$$

Dengan :

f'_{cr} = Kuat tekan yang ditargetkan (MPa).

f'_c = Kuat tekan beton rencana (MPa).

M = Nilai tambah (MPa).

4. Menetapkan tipe semen

Tipe semen dapat berpengaruh pada faktor air semen. Pada penelitian ini digunakan semen tipe I, yaitu semen *portland* dengan menggunakan merk Holcim.

5. Menetapkan jenis agregat kasar dan halus yang digunakan.

Pada agregat halus memiliki 4 gradasi untuk dapat melihat kekerasan pasir, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar. Sedangkan agregat kasar dibedakan menjadi dua, yaitu kerikil alami dan kerikil batu pecah sesuai dengan SNI 03-2834-2000.

6. Menentukan nilai faktor air semen (fas)

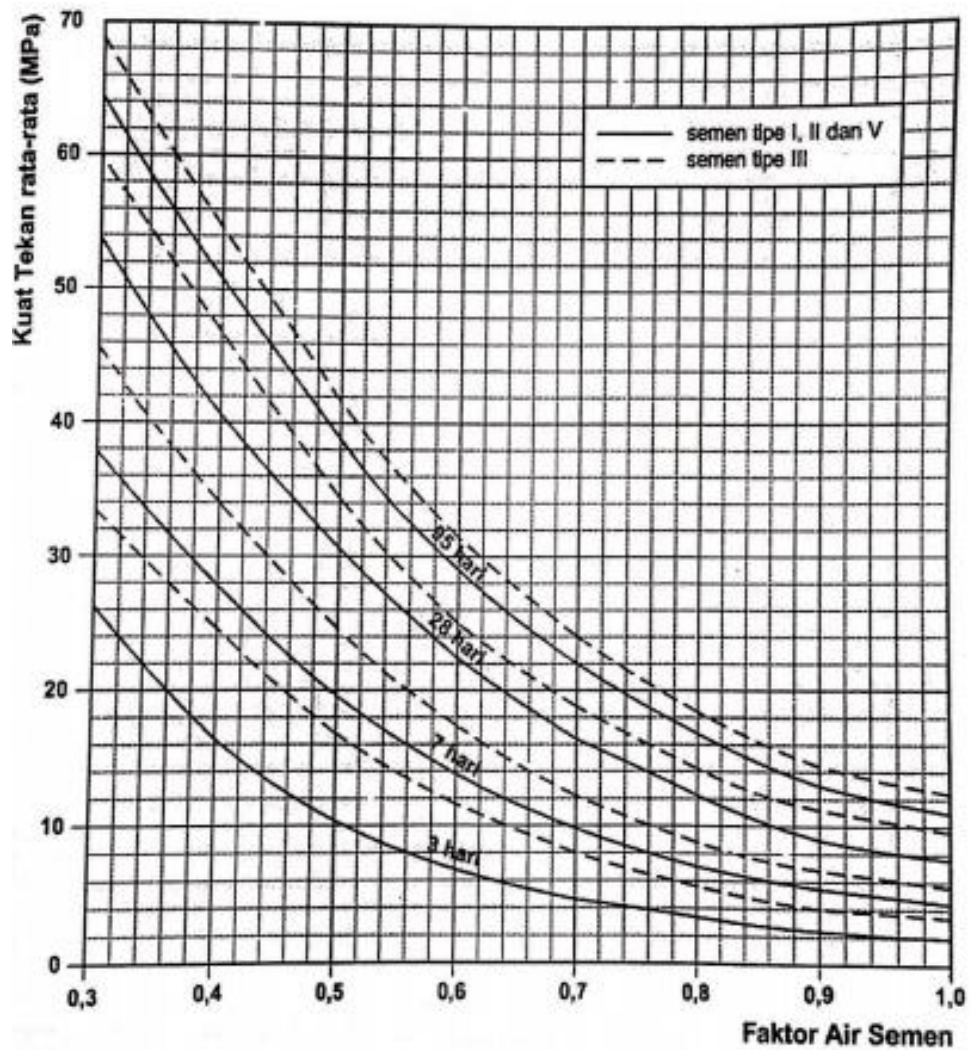
Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dengan berat semen yang digunakan dalam campuran beton. Semakin tinggi kuat tekan beton rencana maka akan semakin rendah nilai fas yang didapatkan. Untuk mendapatkan nilai faktor air semen dapat diperoleh dengan menggunakan Tabel 3.4 dan Gambar 3.1.

Tabel 3.4 Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) dengan fas 0,5

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)				
		Pada Umur (hari)				Bentuk Benda Uji
		3	7	28	91	
Semen <i>Portland</i> Tipe I atau Semen Tahan Sulfat Tipe II,V	Batu tak dipecahkan Batu pecah	17	23	33	40	Silinder
		19	27	37	45	
	Batu tak dipecahkan Batu Pecah	20	28	40	48	Kubus
		23	32	45	54	
Semen <i>Portland</i> Tipe III	Batu tak dipecahkan Batu pecah	21	28	38	44	Silinder
		25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan Batu Pecah	25	31	46	53	Kubus
		30	40	53	60	

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Dari Tabel 3.4 dapat menentukan jenis semen, jenis agregat kasar, umur rencana, dan bentuk benda uji yang akan digunakan dalam pembuatan beton terlebih dahulu, sehingga dapat ditentukan kuat tekan maksimum yang dapat dihasilkan dengan nilai fas 0,5. Setelah itu dapat mencari nilai faktor air semen menggunakan Gambar 3.1 dengan membuat koordinat antara nilai fas 0,5 dari kuat tekan beton yang didapat dari Tabel 3.4. Kemudian dapat dibuat garis parabola mengikuti garis yang mendekati koordinat yang didapat. Setelah didapatkan garis parabola terhadap Tabel 3.4, tarik garis mendatar sesuai kuat tekan beton rencana sampai menyentuh garis parabola yang telah dibuat dan tarik garis tegak lurus untuk mendapatkan nilai fas yang dibutuhkan.



Grafik 1 : Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (fas)
(benda uji berbentuk Silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)

(Sumber : SNI-03-2834-2000)

Gambar 3.1 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen

7. Menentukan nilai *slump*

Nilai *slump* dapat ditentukan berdasarkan pemakaian beton yang dibutuhkan sesuai dengan Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Penetapan Nilai *Slump* (mm) Berdasarkan Pemakaian Beton

Pemakaian Beton	Nilai <i>Slump</i> (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi, dan pondasi telapak	125	50
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	90	25
Pelat, balok, kolom, dan dinding	150	75
Pengerasan jalan	75	50
Pembetonan masal	75	25

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

8. Menentukan ukuran butir agregat

Pada EFNARC 2005 menetapkan untuk ukuran maksimum yang digunakan dalam agregat kasar menggunakan 20 mm.

9. Menentukan kadar air bebas

Kadar air bebas merupakan kebutuhan air dalam satuan per m³. Nilai kadar air bebas dapat ditentukan dari Tabel 3.7 dan menggunakan Persamaan 3.7.

Tabel 3.6 Perkiraan Kebutuhan Air per M³ Beton

Ukuran Maksimum Agregat (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 180
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

$$W = 2/3 W_h + 1/3 W_k \quad (3.7)$$

Dimana :

W = Jumlah air yang dibutuhkan (kg/m³).W_h = Perkiraan jumlah air untuk agregat halus.W_k = Perkiraan Jumlah air untuk agregat kasar.

10. Menentukan kebutuhan semen

Untuk mendapatkan jumlah kebutuhan semen, dapat digunakan persamaan 3.8.

$$W_{\text{semen}} = \frac{W_{\text{air}}}{f_{as}} \quad (3.8)$$

11. Menentukan kadar semen minimum

Untuk kadar semen minimum dapat dilihat pada Tabel 3.7

Tabel 3.7 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan *fas* Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Jumlah semen minimum Per-m³ beton (kg)	Nilai <i>fas</i> maksimum
Beton di dalam ruang bangunan		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,55
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut		Tabel 6

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

12. Menentukan susunan butir agregat halus

Dalam penentuan susunan butir agregat halus dilakukan pengujian analisa saringan terlebih dahulu untuk menentukan gradasi yang digunakan dalam agregat halus.

13. Menentukan berat jenis agregat halus dan agregat kasar
 Dalam penentuan berat jenis agregat halus dan agregat kasar dilakukan pengujian berat jenis terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai berat jenis pada agregat dan yang digunakan adalah berat jenis SSD.
14. Menentukan presentase jumlah agregat halus.
 Presentase jumlah agregat halus pada beton SCC harus lebih dari 50% total agregat, bertujuan agar beton segar yang diproduksi dapat mengalir dengan mudah. Menurut EFNARC 2005 juga menetapkan jumlah presentase agregat halus harus lebih banyak dari agregat kasar.
15. Menghitung berat jenis relatif gabungan
 Berat jenis relatif dapat dihitung menggunakan persamaan 3.9.

$$B_{\text{gabungan}} = \%AH \times B_{J_{AH}} + \%AK \times B_{J_{AK}} \quad (3.9)$$

Dimana :

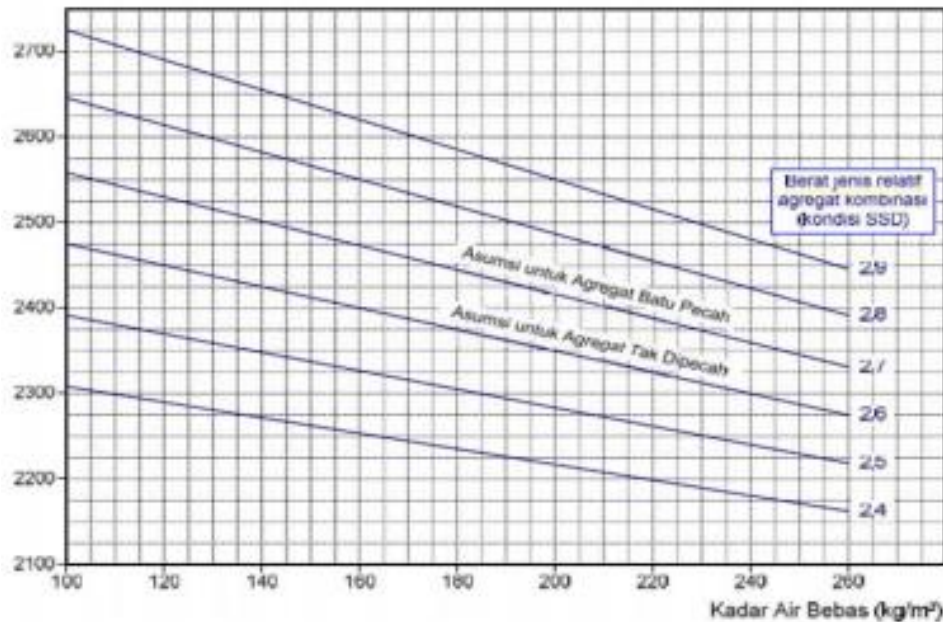
$\%AH$ = Persentase agregat halus

$\%AK$ = Persentase agregat kasar

$B_{J_{AH}}$ = Berat jenis agregat halus

$B_{J_{AK}}$ = Berat jenis agregat kasar

16. Menentukan berat isi beton
 Berat isi beton merupakan campuran agregat halus, agregat kasar, semen dan air dengan proporsi tertentu yang telah dicampur dan selesai dipadatkan. Untuk menentukan berat isi beton dapat menggunakan Gambar 3.2 dengan menggunakan berat jenis gabungan agregat dan kadar air bebas yang telah diketahui dalam perhitungan sebelumnya.



(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Gambar 3.2 Perkiraan Berat Isi Beton yang Telah Selesai Dipadatkan

17. Menentukan berat agregat campuran

Berat agregat campuran dapat dihitung menggunakan persamaan 3.10

$$\text{Berat agregat campuran} = \text{berat isi beton} - \text{berat semen} - \text{berat air} \quad (3.10)$$

18. Menentukan berat agregat halus dan agregat kasar yang diperlukan

Dapat dihitung menggunakan persamaan 3.11 dan persamaan 3.12

$$\text{Berat agregat halus} = \text{persen agregat halus} \times \text{berat agregat campuran} \quad (3.11)$$

$$\text{Berat agregat kasar} = \text{berat agregat campuran} - \text{berat agregat halus} \quad (3.12)$$

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Penelitian yang akan dilakukan meliputi 4 tahap yaitu pengujian agregat, perencanaan *mix design*, pembuatan benda uji, dan pengujian sampel beton. Bahan tambahan berupa mineral *silica fume* yang berasal dari PT Sika Indonesia berupa *sika fume* digunakan dengan presentase yaitu 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10%. Sedangkan bahan tambahan kimia yang digunakan jenis *superplasticizer viscocrete 3115-N* menggunakan presentase optimum 0,9% dari berat semen sesuai dengan penelitian sebelumnya (Ikbal, 2016). Benda uji yang diteliti menggunakan bentuk silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm dan balok dengan panjang 400 mm, lebar 100 mm, dan tinggi 100 mm. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

4.2 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Benda uji akan dibuat berdasarkan variasi penambahan *sika fume* 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% dengan benda uji berupa silinder beton berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan tiap variasi dan kategori mutu beton sebanyak 9 buah benda uji dan balok berukuran 40 cm x 10 cm x 10 cm sebanyak 3 buah. Perawatan terhadap benda uji dilakukan dengan perendaman menggunakan air, perawatan terhadap sampel tersebut dilakukan selama umur beton yang akan diuji yaitu 28 hari. Berikut benda uji yang dibutuhkan setiap variasi.

Tabel 4.1 Benda Uji Setiap Variasi

Mutu Beton	Variasi Proporsi	Silinder (30cm x 15cm)	Balok (40cm x 10cm x 10cm)
K-500	5%	9	3
	6%	9	3
	7%	9	3
	8%	9	3
	9%	9	3
	10%	9	3

4.3 Bahan Baku dan Peralatan

4.3.1 Bahan Baku

Bahan baku yang akan digunakan untuk pembuatan sampel beton pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan merupakan pasir yang berasal dari Progo dan perlu adanya analisa saringan dan lolos saringan no 200 untuk menentukan zona pasir dan kandungan lumpur pada agregat.

2. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan merupakan agregat kasar yang berasal dari Clereng dengan ukuran agregat maksimal sebesar 20 mm, sesuai dengan ketentuan *EFNARC 2005*.

3. Semen *Portland*

Semen *portland* digunakan sebagai bahan pengisi dan pengikat pada campuran pembuatan beton. Pada penelitian ini semen yang digunakan adalah semen holcim (*dynamix*) jenis pcc dalam kemasan 40 kg. Dalam penelitian sebelumnya, bahwa semen holcim memiliki tingkat kuat tekan yang lebih tinggi dibanding dengan semen merk lain.

4. Air

Air yang akan digunakan berasal dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, secara visual tampak air jernih, tidak berwarna dan tidak terdapat bau.

5. Bahan tambah

Bahan tambah mineral digunakan *silica fume* dengan merk *sika fume* dari PT. Sika Indonesia dan bahan tambah kimia *superplasticizer* dengan merk *sika viscocrete 3115-N* dari PT. Sika Indonesia.

4.3.2 Peralatan Penelitian

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini merupakan peralatan yang berada pada Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia meliputi piknometer, timbangan, ayakan, vibrator, ember, tumbukan, cetakan silinder, oven, mesin aduk beton, *slump*, dan sendok semen.

4.4 Pelaksanaan Penelitian

4.4.1 Persiapan

1. Uji agregat halus (pasir)

Dalam pengujian agregat halus dilakukan pengujian yang meliputi berat jenis dan penyerapan agregat halus, analisa saringan agregat halus, berat isi padat dan berat isi gembur agregat halus, dan lolos ayakan no. 200.

2. Uji agregat kasar (kerikil)

Dalam pengujian agregat halus dilakukan pengujian yang meliputi berat jenis dan penyerapan agregat kasar, analisa saringan agregat kasar, dan berat isi padat dan berat isi gembur agregat kasar.

3. Perencanaan campuran adukan beton

Perencanaan campuran beton menggunakan standart SNI-03-2834-2000 dan EFNARC 2005.

4.4.2 Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus dilakukan pengujian pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus, pengujian analisa saringan agregat halus, pengujian berat isi padat dan gembur agregat halus, dan pengujian lolos ayakan no. 200.

1. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus bertujuan untuk mendapatkan angka berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan air dalam agregat halus/pasir. Dari pengujian yang telah dilakukan dapat dihitung berat jenis semu, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis curah dan penyerapan air pada agregat halus dengan persamaan 4.1 sampai dengan persamaan 4.4.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{B+500-Bt} \quad (4.1)$$

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan} = \frac{500}{B+500-Bt} \quad (4.2)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \quad (4.3)$$

$$\text{Penyerapan air agregat halus} = \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% \quad (4.4)$$

Dimana :

Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

B = Berat piknometer berisi air (gram)

Bt = Berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gram)

2. Pengujian analisa saringan agregat halus

Tujuan dari pengujian analisa saringan agregat halus adalah untuk mengklasifikasikan agregat halus berdasarkan butiran. Dari pengujian modulus halus akan didapat gradasi pada agregat dan modulus halus butiran pada agregat halus. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan saringan berukuran 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm, dan pan. Dari hasil penimbangan yang sudah dicatat kemudian digunakan

untuk menentukan gradasi dan menghitung modulus halus butir (MHB). MHB dapat dihitung dengan persamaan 4.5.

$$MHB = \frac{\Sigma \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} \quad (4.5)$$

3. Pengujian berat isi padat dan berat isi gembur agregat halus

Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengetahui berat volume padat dan gembur agregat halus serta dapat digunakan dalam perhitungan persentase penyusutan dalam *mix design*.

4. Pengujian lolos saringan no. 200 / kandungan lumpur

Pengujian lolos saringan no. 200 bertujuan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat didalam pasir yang akan digunakan dalam pembuatan beton. Apabila dalam agregat terdapat kandungan lumpur yang melebihi batas maksimal, maka dapat dilakukan pencucian agregat agar lumpur yang terdapat pada agregat halus akan ikut mengalir. Kandungan lumpur yang terlalu banyak akan mengurangi kualitas kekuatan beton tersebut. Untuk perhitungan persentase kadar lumpur yang terdapat dalam agregat dapat menggunakan persamaan 4.6.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad (4.6)$$

Dimana :

W1 = Berat agregat kering oven (gram)

W2 = Berat agregat kering oven setelah dicuci (gram)

4.4.3 Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat kasar meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar, pengujian analisa saringan agregat kasar, pengujian berat isi gembur dan berat isi padat agregat kasar. Berikut penjelasan terhadap pengujian.

1. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar bertujuan untuk mendapatkan angka berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan air dalam agregat kasar/kerikil. Dari hasil pengujian akan didapat berat jenis semu, berat jenis jenuh kering permukaan (SSD), berat jenis curah dengan persamaan 4.7 sampai dengan persamaan 4.10.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{Bj - Ba} \quad (4.7)$$

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan} = \frac{Bj}{Bj - Ba} \quad (4.8)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{Bk}{Bk - Ba} \quad (4.9)$$

$$\text{Penyerapan air agregat kasar} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (4.10)$$

Dimana :

Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

Bj = Berat benda uji jenuh kering permukaan (gram)

Ba = Berat benda uji jenuh kering permukaan dalam air (gram)

2. Pengujian analisa saringan agregat halus

Tujuan dari pengujian analisa saringan agregat kasar adalah untuk mengklasifikasikan agregat kasar berdasarkan butiran. Dari pengujian modulus halus akan didapat gradasi atau ukuran pada agregat dan modulus halus butir pada agregat kasar. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan saringan berukuran 75 mm, 40 mm, 20 mm, 10 mm, 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, dan pan. Dari hasil penimbangan yang sudah dicatat kemudian digunakan untuk menentukan gradasi atau ukuran agregat kasar dan menghitung modulus halus butir (MHB). MHB dapat dihitung dengan persamaan 4.11.

$$MHB = \frac{\Sigma \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} \quad (4.11)$$

3. Pengujian berat isi padat dan berat isi gembur agregat kasar

Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengetahui berat volume padat dan gembur agregat kasar serta dapat digunakan dalam perhitungan persentase penyusutan dalam *mix design*.

4.4.4 Mix Design

Mix design dalam pembuatan beton SCC belum ada karena masih terbilang inovasi baru. Pada penelitian sebelumnya kebanyakan yang digunakan menggunakan metode *trial mix*. Pada penelitian ini menggunakan peraturan yang terdapat pada EFNARC 2005 *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete* dan SNI 03-2834-2000. Dalam penelitian ini akan dilakukan *mix design* K-500. Perencanaan *mix design* dilakukan menggunakan ukuran agregat kasar disyaratkan maksimal 20 mm dan penentuan agregat kasar serta agregat halus menggunakan aturan EFNARC 2005 yaitu agregat halus harus lebih dari 50%. Dalam penelitian ini diambil persentase agregat halus 51% mengacu penelitian dari Bima, 2017. Berikut adalah *mix design* beton SCC.

1. *Mix design* mutu beton K-500

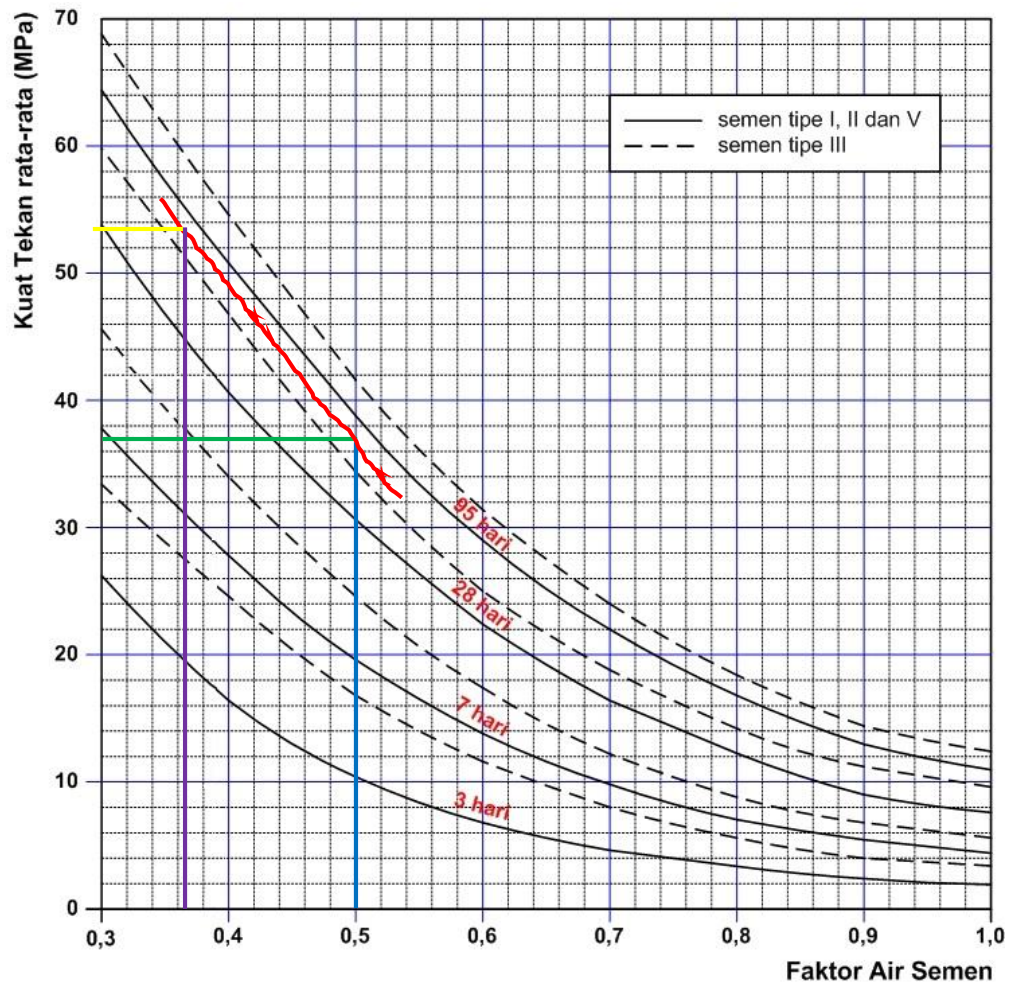
- a. Kuat tekan yang direncanakan (f'_c) = 41,5 MPa
- b. Menentukan nilai tambah $M = 12$ MPa
- c. Kuat tekan beton rencana yang ditargetkan (f'_{cr}) = $f'_c + M$
 $f'_{cr} = 41,5 + 12$
 $f'_{cr} = 53,5$ MPa
- d. Jenis semen digunakan tipe 1 dengan merk holcim (*dynamix*) jenis PCC.
- e. Agregat halus yang digunakan menggunakan pasir yang berasal dari Progo.
- f. Agregat kasar yang digunakan menggunakan kerikil yang berasal dari Clereng dengan ukuran maksimal 20 mm.
- g. Menentukan faktor air semen (fas) dengan menggunakan grafik 1 SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.2 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan *fas* 0,5 dan Jenis Semen serta Agregat yang dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)				
		Pada Umur (hari)				Bentuk Benda Uji
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe I atau Semen Tahan	Batu tak dipecahkan Batu pecah	17	23	33	40	Silinder
		19	27	37	45	
Sulfat Tipe II,V	Batu tak dipecahkan Batu Pecah	20	28	40	48	Kubus
		23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecahkan Batu pecah	21	28	38	44	Silinder
		25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan Batu Pecah	25	31	46	53	Kubus
		30	40	53	60	

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

- 1) Dari Tabel 4.5, jenis semen digunakan adalah tipe 1, jenis agregat kasar batu pecah, benda uji berbentuk silinder dan kuat tekan pada umur 28 hari didapatkan adalah 37 MPa.
- 2) Tarik garis hijau, kuat tekan 37 MPa sampai menyentuh garis biru tepat pada nilai *fas* 0,5. Kemudian didapatkan garis lengkung merah pada perpotongan garis merah dan garis biru. Lihat Gambar 4.3.
- 3) Kemudian tarik garis kuning yaitu f_{cr} 53.5 MPa sampai menyentuh garis singgung merah dan tarik garis ungu kebawah untuk didapatkan nilai $fas = 0,365$. lihat Gambar 4.3.



Grafik 1 : Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (fas)
(benda uji berbentuk Silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)

Gambar 4.1 Menentukan Nilai Fas K-500

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

h. Menentukan kebutuhan air

Tabel 4.3 Perkiraan Kebutuhan Air Per-m³ Beton (liter)

Ukuran Maksimum Agregat (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 180
10	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

- 1) Dari Tabel 4.6 ditetapkan ukuran maksimum agregat kasar pada tugas akhir adalah 20 mm.
- 2) Tetapkan nilai *slump*, nilai *slump* berpengaruh terhadap *workability* dan ditetapkan nilai *slump* 30 – 60 mm.
- 3) Diperoleh jenis batuan :
 Batu tak dipecahkan/alami (W_h) = 180
 Batu pecah (W_k) = 210
- 4) Kebutuhan air = $\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$

$$= \frac{2}{3} \times 180 + \frac{1}{3} \times 210$$

$$= 190 \text{ kg}$$
- 5) Pada peraturan EFNARC 2005 untuk beton SCC kadar air bebas tidak diperbolehkan untuk melebihi 200 kg.

- i. Menentukan jumlah semen minimum

Tabel 4.4 Kebutuhan Jumlah Semen Minimum dan *fas* Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Jumlah semen minimum Per-m ³ beton (kg)	Nilai <i>fas</i> maksimum
Beton di dalam ruang bangunan		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,55
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut		Tabel 6

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

- 1) Jenis pembetonan yang di ambil dalam kondisi diluar ruangan dan tidak terlindung dan terik matahari langsung.
- 2) Didapatkan kebutuhan semen minimum sebesar 325 kg/m³ dan nilai *fas* maksimum didapatkan sebesar 0,55.

j. Menentukan kadar semen digunakan

$$1) \text{ Jumlah semen} = \text{kebutuhan air} / \text{fas}$$

$$= 190 / 0,365$$

$$= 520,548 \text{ kg}$$

$$2) \text{ Kadar semen minimum yang didapat sebesar } 325 \text{ kg.}$$

$$3) \text{ Sehingga, digunakan kadar semen sebesar } 520,548 \text{ kg}$$

k. Menentukan persen agregat kasar dan agregat halus.

Pada pembuatan beton SCC pada penggunaan persentase agregat halus dan kasar sangat mempengaruhi kualitas beton. Jumlah agregat halus harus lebih banyak dari agregat kasar agar beton dapat mengalir dengan mudah serta ukuran agregat kasar dibatasi maksimal 20 mm agar beton dapat melewati tulangan yang sempit. Dalam EFNARC 2005 untuk agregat kasar harus $< 50 \%$. Persen agregat kasar diambil dari penelitian sebelumnya (Ikbal, 2016 dan Bima, 2017) dengan agregat kasar 49% dan agregat halus 51%.

l. Berat jenis agregat.

$$1) \text{ Didapatkan berat jenis SSD agregat halus/pasir dari pengujian berat jenis adalah } = 2,69$$

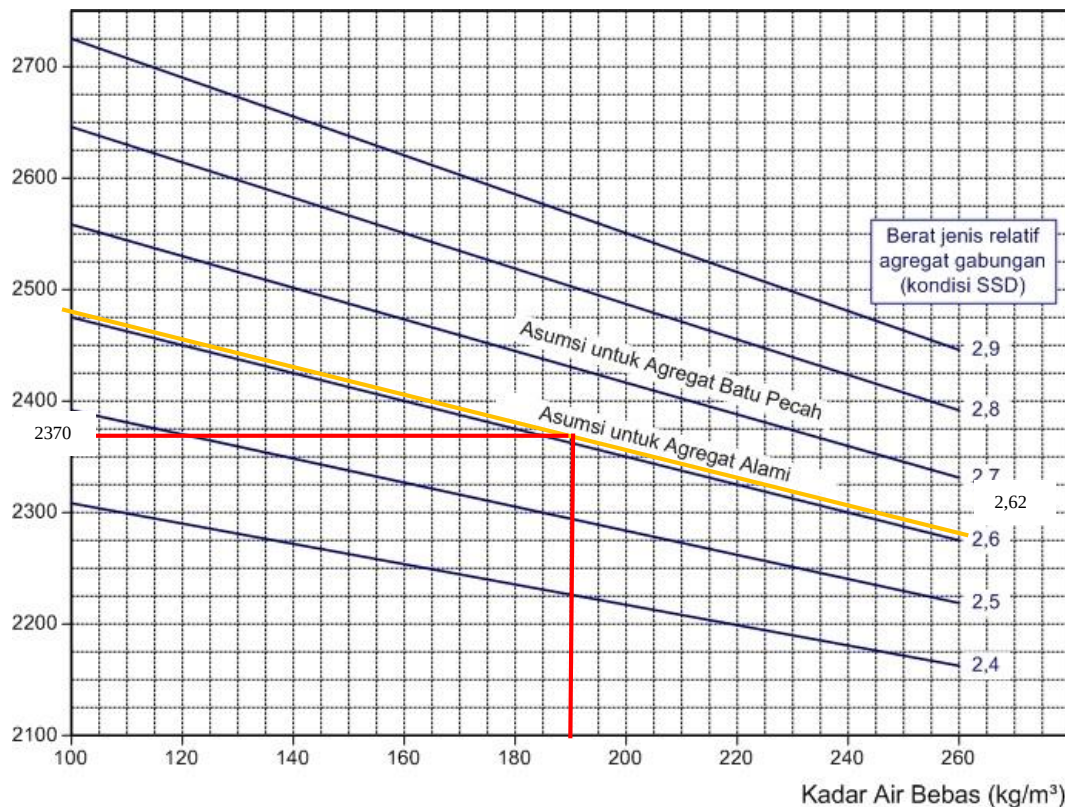
$$2) \text{ Didapatkan berat jenis SSD agregat kasar/kerikil dari pengujian berat jenis adalah } = 2,55$$

$$3) \text{ Berat jenis gabungan} = \%AH \times BJ_{AH} + \%AK \times BJ_{AK}$$

$$= \left(\frac{51}{100} \times 2,69\right) + \left(\frac{49}{100} \times 2,55\right)$$

$$= 2,62$$

m. Menentukan berat isi beton.



Grafik 16: Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang telah selesai dipadatkan

Gambar 4.2 Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan K-500

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

Didapatkan dari grafik berat isi beton adalah 2370 kg/m³.

n. Menentukan berat agregat campuran

Berat agregat campuran = berat isi beton – (berat semen + berat air)

Berat agregat campuran = 2370 – (520,548 + 190)

Berat agregat campuran = 1659,45 kg/m³

o. Menentukan berat agregat halus dan agregat kasar yang diperlukan.

Berat agregat halus = $\frac{51}{100} \times 1659,45 = 846,321 \text{ kg/m}^3$

Berat agregat kasar = $\frac{49}{100} \times 1659,45 = 813,132 \text{ kg/m}^3$

p. Proporsi campuran beton untuk 1 m³ :

- 1) Semen Portland = 520,548 kg
- 2) Air = 190 kg
- 3) Agregat halus = 846,321 kg
- 4) Agregat kasar = 813,132 kg

Tabel 4.5 Proporsi Campuran Yang Digunakan Pada K-500

Variasi (%)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Semen (kg)	Air (kg)	Viscocrete 3115-N (kg)	Sika Fume (kg)
5	65,697	63,121	40,409	14,749	0,3636	2,020
6	65,697	63,121	40,409	14,749	0,3636	2,425
7	65,697	63,121	40,409	14,749	0,3636	2,829
8	65,697	63,121	40,409	14,749	0,3636	3,233
9	65,697	63,121	40,409	14,749	0,3636	3,637
10	65,697	63,121	40,409	14,749	0,3636	4,041
Jumlah	394,183	378,725	242,451	88,495	2,182	18,183

4.4.5 Pelaksanaan Pengujian

Pengujian pada penelitian ini meliputi uji desak beton, uji tarik belah beton, uji tarik lentur beton, uji *slump flow*, uji *V-funnel*, *L-Shapped Box* dan cara pengujian sebagai berikut.

1. Uji desak pada beton dilakukan menggunakan alat *Compressing Test Machine*. Sebelum dimasukkan kedalam mesin uji, benda uji perlu dilakukan penimbangan dan pengukuran dimensi pada benda uji. Setelah itu, benda uji dimasukkan kedalam mesin dengan keadaan benda uji sentris. Kemudian dilakukan pembacaan beban dan dicatat dalam form.



Gambar 4.3 *Compressing Test Machine*

2. Uji kuat tarik belah beton

Uji kuat tarik belah beton dilakukan menggunakan alat *Compressing Test Machine*. Sebelum dimasukkan kedalam mesin uji, benda uji perlu dilakukan penimbangan dan pengukuran dimensi pada benda uji. Setelah itu, benda uji dimasukkan kedalam mesin dengan keadaan benda uji tertidur . Kemudian dilakukan pembacaan beban dan dicatat dalam form.



Gambar 4.4 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

3. Uji kuat lentur beton

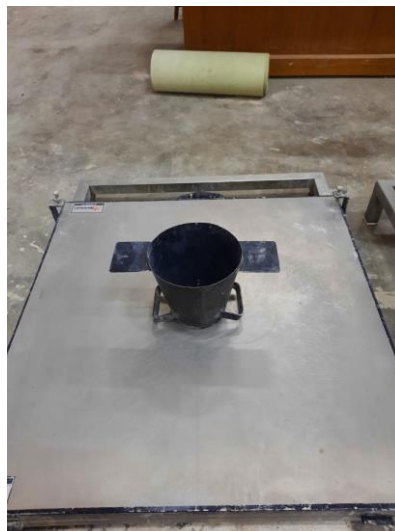
Uji kuat lentur beton menggunakan alat mesin tekan dengan meletakkan balok sesuai dengan perletakkan tumpuan dengan kondisi yang sudah diukur dimensi dan berat benda uji, kemudian sesuaikan bagian-bagian uji yang akan diletakkan pembebanan satu titik atau dua titik, kemudian dilakukan pengujian dan catat dalam form hasil pengujian.



Gambar 4.5 Pengujian Kuat Lentur Balok

4. Uji *slumpT50*

Uji *slumpT50* menggunakan alat bantu abrams cone, meteran dan *stopwatch*. Masukkan beton segar ke abrams yang dibalik sampai penuh, lalu secara bersamaan angkat kerucut secara perlahan dan *stopwatch*, catat waktu yang diperlukan beton sefar untuk mencapai diameter 50 cm dan ukur diameter rata-rata berbagai sisi.



Gambar 4.6 Ambrams Cone

5. Uji *V-Funnel Test*

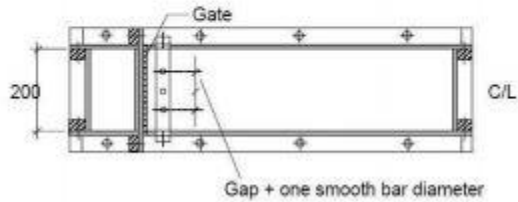
Uji *V-Funnel Test* menggunakan alat khusus *V-Funnel*, *stopwatch*. Pengujian *V-Funnel* untuk mengukur viskositas dan mengevaluasi segregasi beton SCC. Pada pengujian ini masukkan beton segar yang telah dilakukan *mixing* yang kemudian dimasukkan kedalam alat *V-Funnel* sampai penuh kemudian buka penutup bagian bawah sehingga beton segar mengalir dan catat waktu yang dibutuhkan sampai *V-Funnel* kosong.



Gambar 4.7 Alat *V-Funnel Test*

6. Uji *L-Shapped Box*

Uji *L-Shapped Box* menggunakan alat khusus berbentuk L yang terbuat dari besi. Uji ini berfungsi sebagai *passing ability* dari beton SCC. Pada alat ini arah horizontal dan vertikal dibatasi dengan sekat penutup yang terbuat dari besi yang dapat dibuka dengan cara ditarik keatas. Di depan sekat penutup terdapat halangan berupa tulangan baja yang berfungsi untuk menguji kemampuan campuran beton dalam melewati tulangan sesuai dengan keadaan dilapangan. Cara kerja yaitu sekat penutup ditutup, campuran beton diisikan pada arah vertikal sampai penuh dan sekat penutup ditarik keatas sampai terbuka sehingga campuran beton mengalir ke arah horizontal.

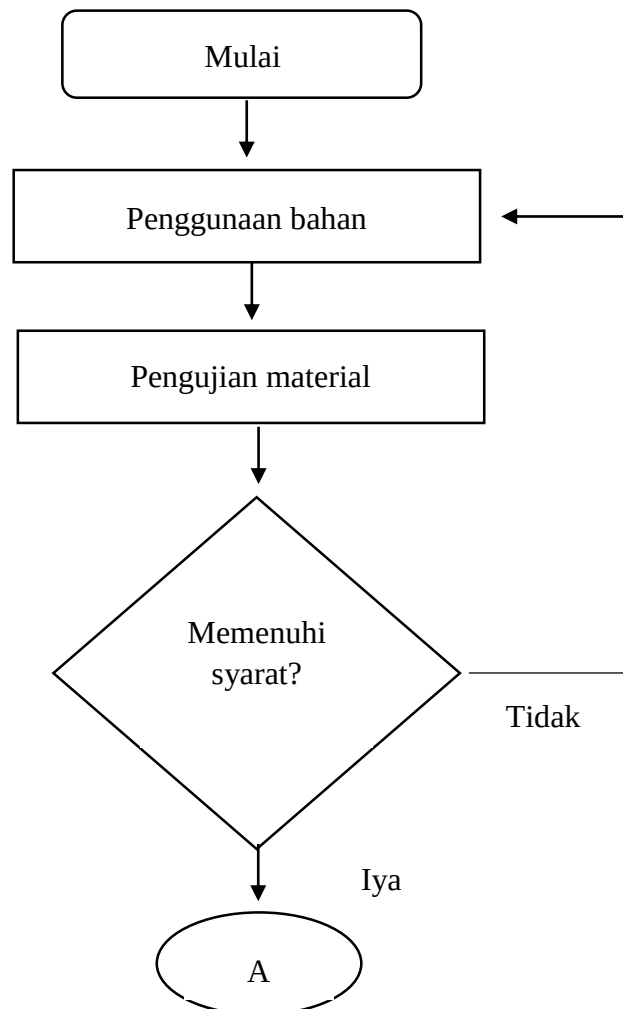


Gambar 4.8 Alat *L-Shapped Box*

4.5 Diagram Alir Penelitian

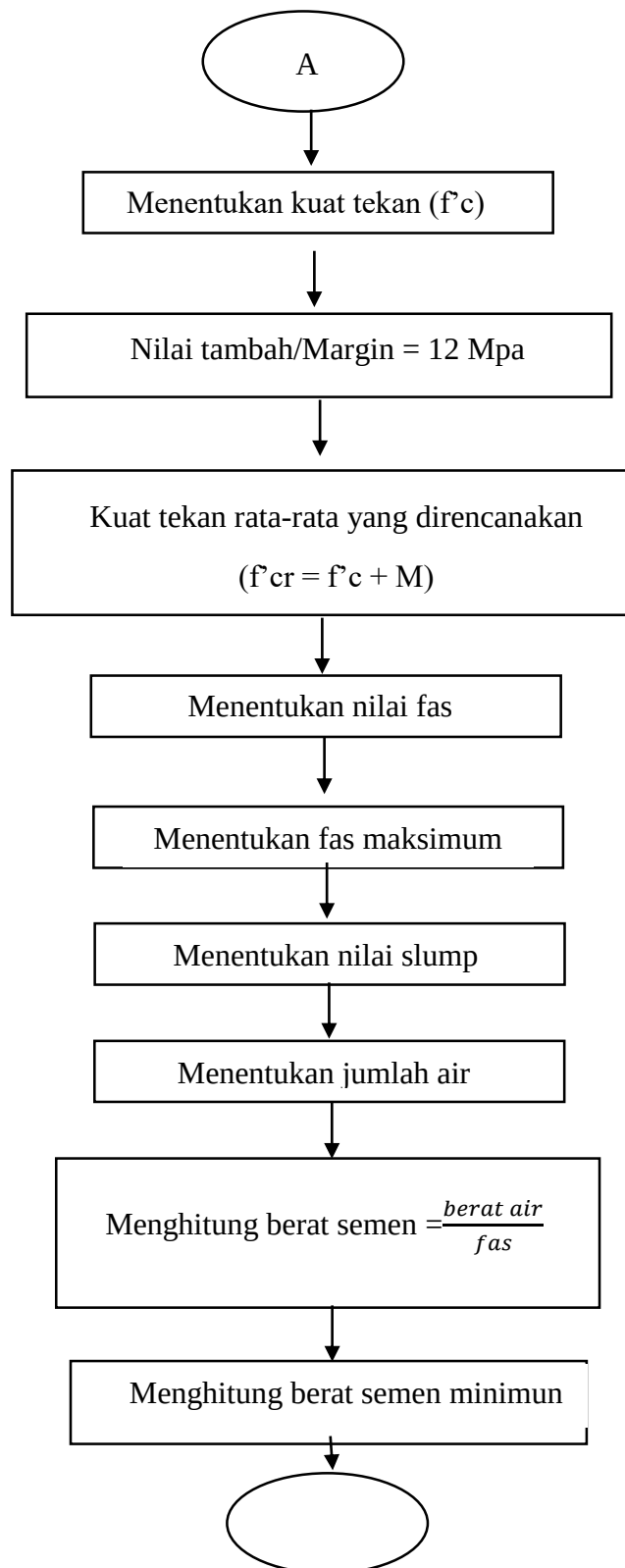
Proses penelitian ini dapat dilihat dalam bentuk bagan alir sebagai berikut.

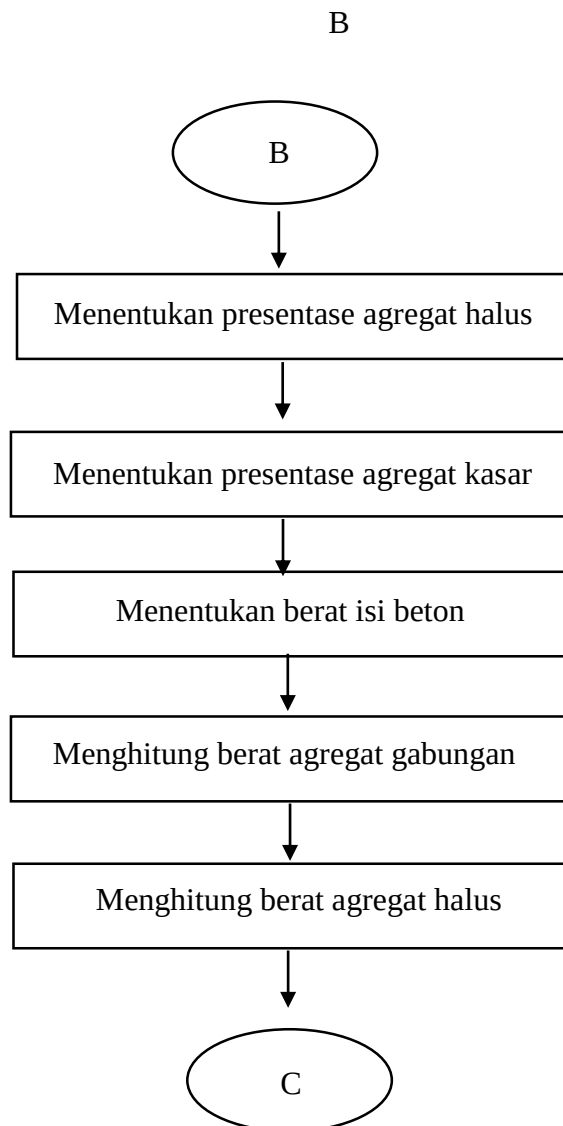
4.5.1 Pengujian Material



Gambar 4.9 Bagan Alir Pengujian Material

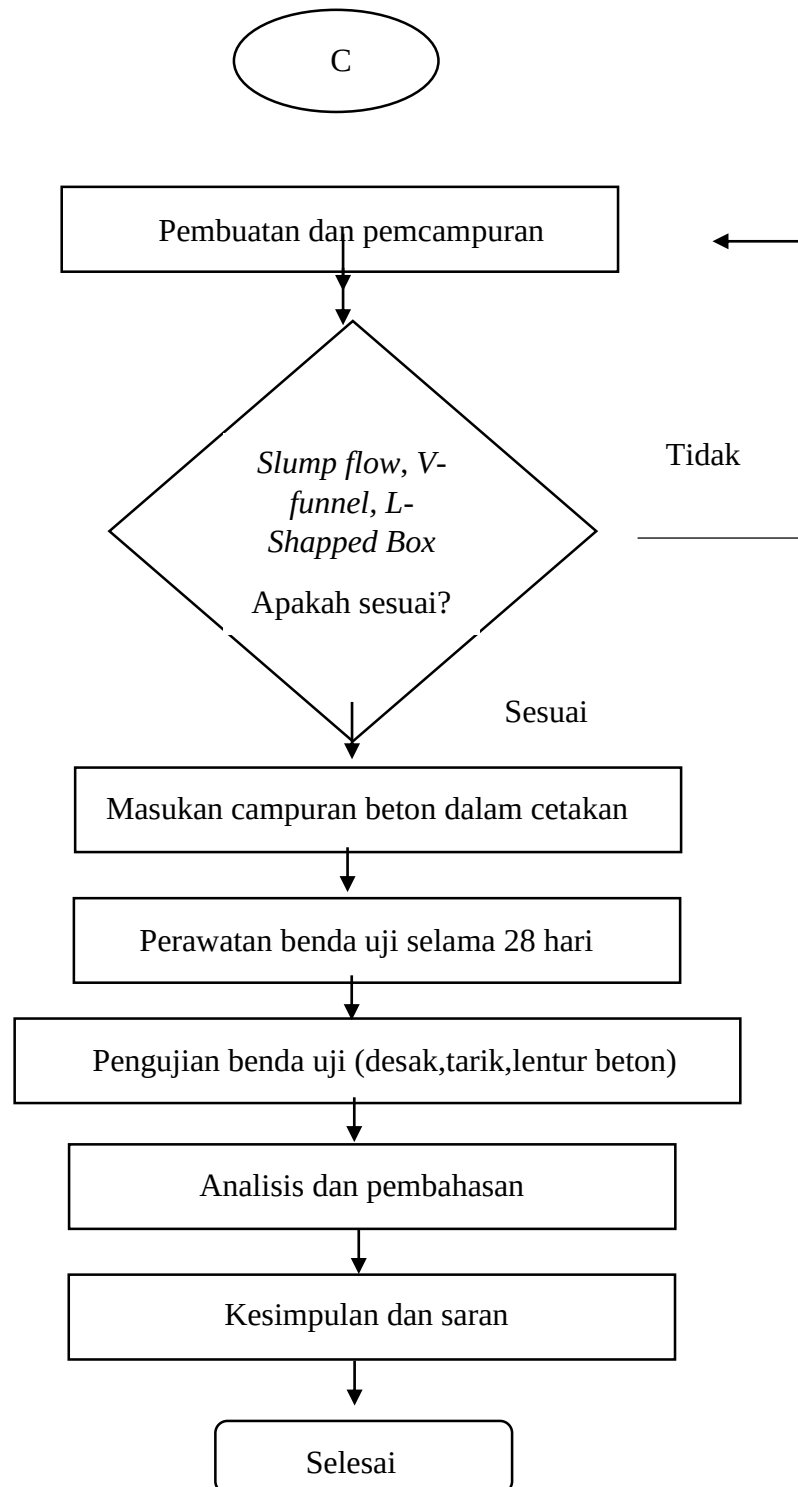
4.5.2 Mix Design





Gambar 4.10 Bagan Alir *Mix Design*

4.5.3 Pengujian Sampel



Gambar 4.11 Bagan Alir Pengujian Sampel

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pada bab ini menjelaskan mengenai hasil penelitian yang dilakukan selama penelitian tugas akhir dilakukan meliputi pengujian properties agregat halus dan agregat kasar, pengujian tekan beton SCC umur 28 hari, pengujian modulus elastisitas beton, pengujian kuat tarik belah beton, pengujian kuat tarik lentur beton, pengujian kecepatan rambat gelombang melalui beton.

5.2 Pengujian Agregat Halus

Tujuan dilaksanakan pengujian properties agregat halus adalah untuk mengetahui karakteristik agregat halus yang akan digunakan sebagai material penyusun beton. Agregat halus memiliki peran yang sangat penting dalam pengaruh kekuatan beton. Agar beton yang didapat memiliki kekuatan beton yang direncanakan, maka perlu adanya uji properties material agregat halus. Pengujian yang dilakukan terhadap agregat halus meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian berat volume gembur dan padat, pengujian modulus halus butir, dan pengujian lolos saringan no. 200 (kadar lumpur).

5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Data pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dihitung menggunakan Persamaan 4.1 sampai dengan Persamaan 4.4. Hasil perhitungan berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	484	486	485

Lanjutan Tabel 5.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1175	1175	1175
Berat piknometer berisi air, gram (B)	861	861	861
Berat jenis curah ($Bk/(B+500-Bt)$)	2,602	2,613	2,601
Berat jenis kering muka ($500/(B+500-Bt)$)	2,688	2,688	2,688
Berat jenis semu ($Bk/(B+Bk-Bt)$)	2,847	2,826	2,836
Penyerapan air $(500-Bk)/ Bk \times 100\%$	3,31%	2,88%	3,10 %

Dari pengujian yang telah dilaksanakan diperoleh berat jenis kering muka atau kondisi SSD sebesar 2,688. Hasil tersebut menunjukkan bahwa agregat termasuk dalam kategori agregat normal, karena syarat agregat normal yang memenuhi syarat berada diantara 2,5-2,7 (Tjokrodinuljo,2007).

5.2.2 Pengujian Berat Isi Volume Gembur Agregat Halus

Data pengujian berat isi volume gembur agregat halus dan hasil perhitungan berat isi volume gembur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), gram	11700
Berat tabung + agregat (W2), gram	18700
Berat agregat (W3), gram	7000
Volume tabung (V), cm ³	5198,480
Berat volume gembur = $(W3 / V)$, gram/cm ³	1,347

Dari pengujian yang telah dilaksanakan berat isi gembur agregat halus yang didapatkan adalah 1,347 gram/cm³.

5.2.3 Pengujian Berat Isi Volume Padat Agregat Halus

Data pengujian berat isi volume padat agregat halus dan hasil perhitungan berat isi volume padat agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), gram	11700
Berat tabung + agregat (W2), gram	19600
Berat agregat (W3), gram	7900
Volume tabung (V), cm ³	5198,480
Berat volume padat = (W3 / V), gram/cm ³	1,520

Dari pengujian yang telah dilaksanakan berat isi padat agregat halus yang didapatkan adalah 1,520 gram/cm³.

5.2.4 Pengujian Modulus Butir Halus Agregat Halus

Data pengujian modulus halus butir agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.4

Tabel 5.4 Pengujian 1 Modulus Halus Butir Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0,00	0,00	100,00
20	0	0,00	0,00	100,00
10	0	0,00	0,00	100,00
4,8	1	0,05	0,05	99,95
2,4	97	4,85	4,90	95,10
1,2	198	9,90	14,80	85,20
0,6	525	26,25	41,05	58,95

Lanjutan Tabel 5.4 Pengujian 1 Modulus Halus Butir Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
0,3	745	37,25	78,30	21,70
0,15	359	17,95	96,25	3,75
Sisa	75	3,75	100,00	0,00
Jumlah	2000	100,00	235,35	-

Tabel 5.5 Pengujian 2 Modulus Halus Butir Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0,00	0,00	100,00
20	0	0,00	0,00	100,00
10	0	0,00	0,00	100,00
4,8	1	0,05	0,05	99,95
2,4	74	3,70	3,75	96,25
1,2	208	10,39	14,14	85,86
0,6	546	27,29	41,43	58,57
0,3	759	37,93	79,36	20,64
0,15	342	17,09	96,45	3,55
Sisa	71	3,55	100,00	0,00
Jumlah	2001	100,00	235,18	-

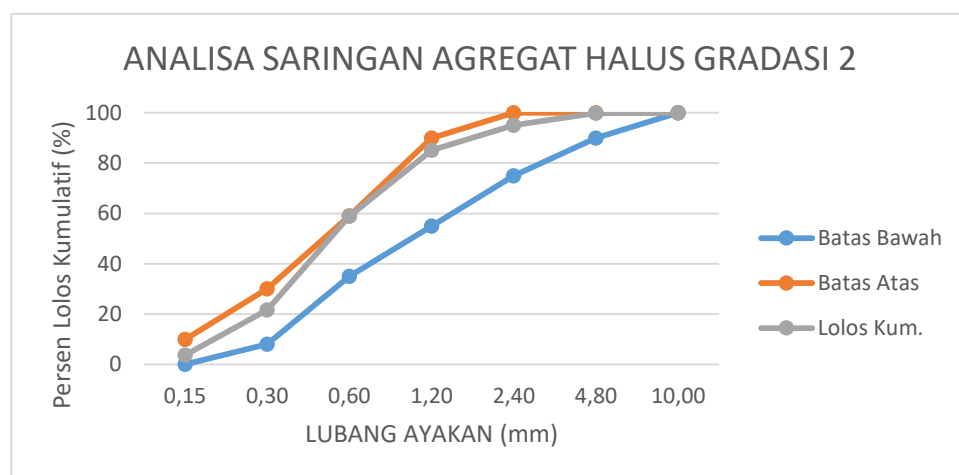
Dari Tabel 5.4 dan Tabel 5.5, maka dapat dihitung nilai modulus halus butir atau biasa disebut dengan MHB menggunakan persamaan 4.5 sebagai berikut.

$$\text{Modulus Halus Butir pengujian 1} = \frac{235,35}{100} = 2,354$$

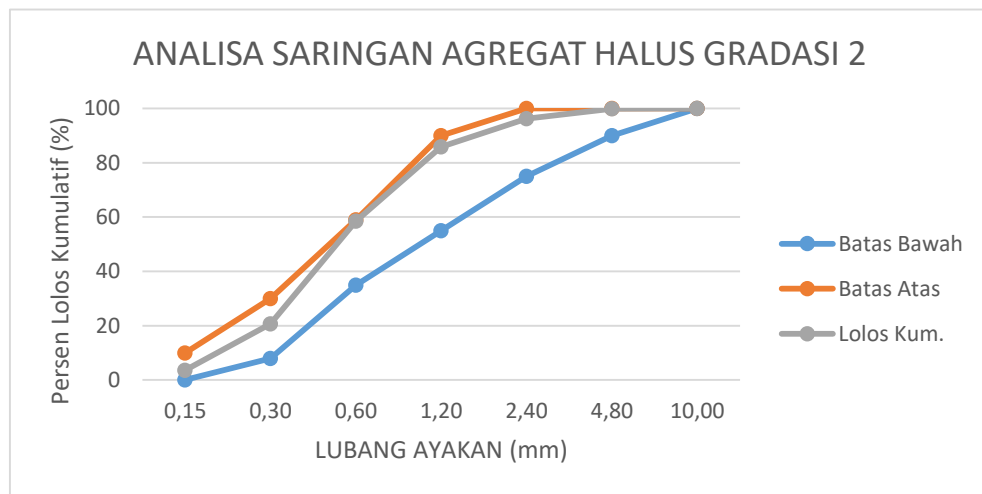
$$\text{Modulus Halus Butir pengujian 2} = \frac{235,18}{100} = 2,352$$

Menurut Tjokrodimuljo (2007) pada dasarnya agregat halus memiliki modulus halus butir antara 1,5 sampai 3,8. Sehingga pada pengujian ini pasir yang digunakan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dan dapat digunakan.

Hasil yang didapat pada pengujian modulus halus butir digunakan untuk menentukan golongan daerah gradasi pada agregat halus. Penentuan golongan gradasi agregat halus berdasarkan persentase berat butir agregat lolos ayakan yang dapat dilihat pada Tabel 3.1. Gradasi yang didapatkan pada pengujian modulus halus butir agregat halus berada dalam batas yang disyaratkan pada gradasi daerah II yaitu gradasi dengan kondisi jenis pasir agak kasar dan grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Analisa Saringan Agregat Halus Pengujian 1



Gambar 5.2 Analisa Saringan Agregat Halus Pengujian 2

5.2.5 Pengujian Lolos Saringan No. 200 (Kadar Lumpur) Agregat Halus

Data pengujian lolos saringan No.200 atau kadar kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus dihitung menggunakan persamaan 4.6. Hasil yang diperoleh dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.6

Tabel 5.6 Pengujian Lolos Saringan No.200 Pada Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan
	Sampel
Berat Agregat Kering Oven, gram (W1)	500
Berat Agregat Kering Oven Setelah Dicuci, gram (W2)	498
Kadar Lumpur, $[(W1-W2)/W1] \times 100\%$	0,4%

Dari hasil Tabel 5.6 dapat dilihat kandungan kadar lumpur yang terdapat pada pasir sebesar 0,4%. Pasir yang dapat digunakan dalam pembuatan bahan bangunan apabila kandungan lumpur tidak lebih dari 5% (PBI 1971). Sehingga, pasir yang digunakan dalam pembuatan beton dapat digunakan tanpa harus dicuci terlebih dahulu.

5.3 Pemeriksaan Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan salah satu material penyusun campuran beton. Sifat karakteristik agregat kasar juga sangat penting untuk dicari yang akan mempengaruhi terhadap kekuatan beton. Pada pengujian agregat kasar yang dilakukan sama dengan pengujian agregat halus tetapi tidak dilakukan pengujian kadar lumpur karena dalam pelaksanaan agregat kasar telah dicuci sebelum digunakan. Pengujian properties agregat kasar meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian berat volume agregat kasar, dan pengujian analisa saringan agregat kasar.

5.3.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Data pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.7 dengan perhitungan menggunakan persamaan 4.7 sampai persamaan 4.10 sebagai berikut.

Tabel 5.7 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4791	4775	4783
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3048	3028	3038
Berat jenis curah ($Bk/(Bj-Ba)$)	2,454	2,421	2,438
Berat jenis kering muka ($Bj/(Bj+Ba)$)	2,562	2,536	2,549
Berat jenis semu ($Bk/(Bk-Ba)$)	2,749	2,733	2,741
Penyerapan air ($(Bj-Bk)/ Bk \times 100\%$)	4,36%	4,71%	4,535%

Dari pengujian yang telah dilaksanakan diperoleh berat jenis kering muka atau kondisi SSD sebesar 2,549. Hasil tersebut menunjukkan bahwa agregat termasuk dalam kategori agregat normal dan memenuhi syarat, karena syarat agregat normal yang memenuhi syarat berada diantara 2,5-2,7 (Tjokrodinuljo, 2007).

5.3.2 Pengujian Berat Isi Volume Gembur Agregat Kasar

Data pengujian berat isi volume gembur agregat kasar dan hasil perhitungan berat isi volume gembur agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.8

Tabel 5.8 Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), gram	10350
Berat tabung + agregat (W2), gram	16850
Berat agregat (W3), gram	6500
Volume tabung (V), cm ³	5204,799
Berat volume gembur = (W3 / V), gram/cm ³	1,249

Dari pengujian yang telah dilaksanakan berat isi gembur agregat kasar yang didapatkan adalah 1,249 gram/cm³.

5.3.3 Pengujian Berat Isi Volume Padat Agregat Kasar

Data pengujian berat isi volume padat agregat kasar dan hasil perhitungan berat isi volume gembur agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.9

Tabel 5.9 Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), gram	10350
Berat tabung + agregat (W2), gram	17390
Berat agregat (W3), gram	7040
Volume tabung (V), cm ³	5204,799
Berat volume gembur = (W3 / V), gram/cm ³	1,353

Dari pengujian yang telah dilaksanakan berat isi padat agregat kasar yang didapatkan adalah 1,353 gram/cm³.

5.3.4 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Data pengujian modulus halus butir agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Tabel 5.11.

Tabel 5.10 Pengujian 1 Modulus Halus Butir Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0,00	0,00	100,00
20	105	2,10	2,10	97,90
10	3510	70,20	73,30	27,70
4,8	1257	25,14	97,44	2,56
2,4	8	0,16	97,60	2,40
1,2	7	0,14	97,74	2,26
0,6	0	0,00	97,74	2,26
0,3	0	0,00	97,74	2,26
0,15	0	0,00	97,74	2,26
Sisa	113	2,26	100,00	0,00
Jumlah	5000	100,00	660,40	-

Tabel 5.11 Pengujian 2 Modulus Halus Butir Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0,00	0,00	100,00
20	81	1,62	1,62	98,38
10	3578	71,56	73,18	26,82
4,8	1197	23,94	97,12	2,88
2,4	11	0,22	97,34	2,66
1,2	5	0,10	97,44	2,56

Lanjutan Tabel 5.11 Pengujian 2 Modulus Halus Butir Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
0,6	0	0,00	97,44	2,56
0,3	0	0,00	97,44	2,56
0,15	0	0,00	97,44	2,56
Sisa	128	2,56	100,00	0,00
Jumlah	5000	100,00	659,02	-

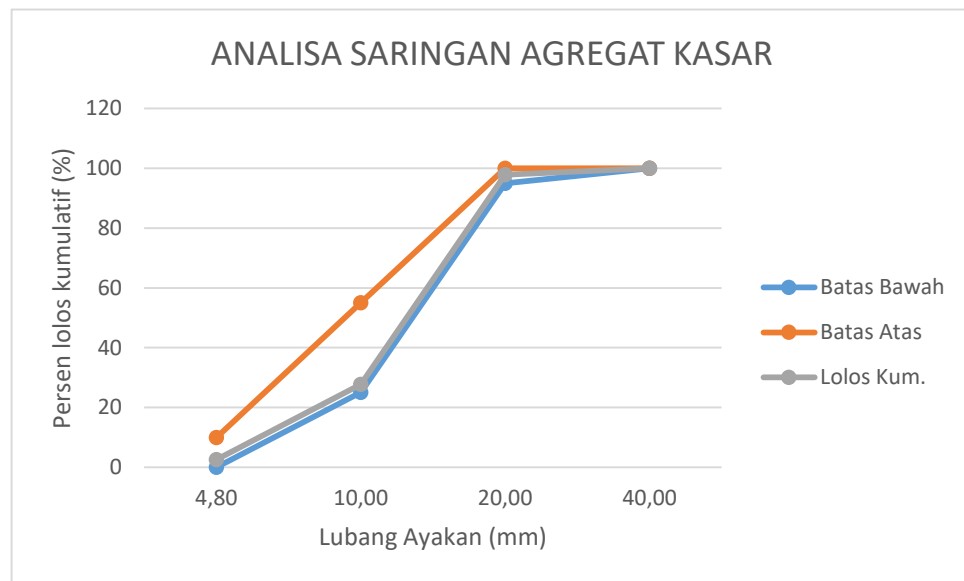
Dari Tabel 5.10 dan Tabel 5.11, maka dapat dihitung nilai modulus halus butir atau biasa disebut dengan MHB menggunakan persamaan 4.11 sebagai berikut.

$$\text{Modulus Halus Butir pengujian 1} = \frac{660,40}{100} = 6,604$$

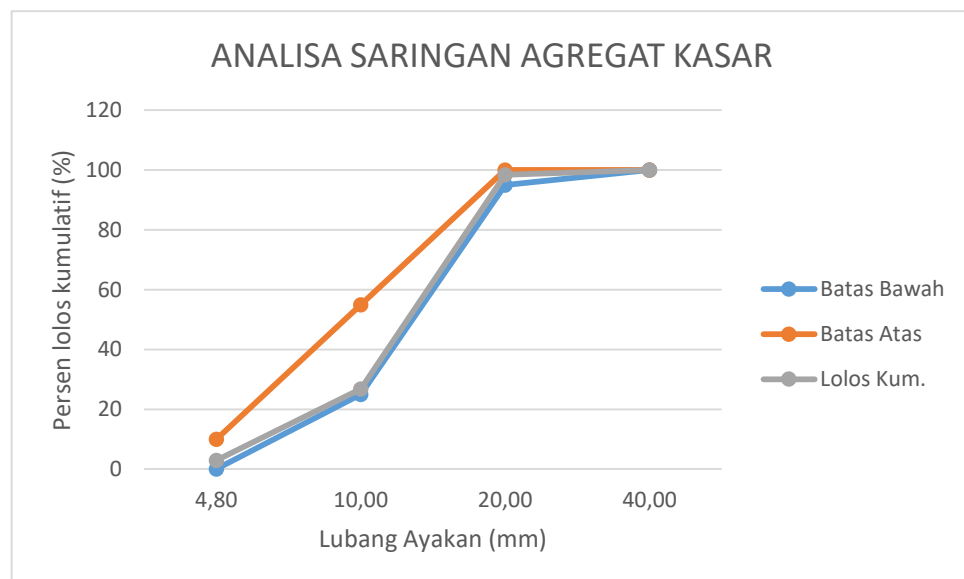
$$\text{Modulus Halus Butir pengujian 2} = \frac{659,02}{100} = 6,590$$

Menurut Tjokrodinuljo (2007) pada dasarnya agregat kasar memiliki modulus halus butir antara 5 sampai 8. Sehingga pada pengujian ini kerikil yang digunakan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dan dapat digunakan.

Hasil yang didapat pada pengujian modulus halus butir digunakan untuk menentukan ukuran maksimum pada agregat kasar. Penentuan ukuran maksimum agregat kasar berdasarkan persentase berat butir agregat lolos ayakan yang dapat dilihat pada Tabel 3.2. Ukuran maksimum yang didapat lebih mengarah pada ukuran maksimal 20 mm dan grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 berikut ini.



Gambar 5.3 Analisa Saringan Agregat Kasar Pengujian 1



Gambar 5.4 Analisa Saringan Agregat Kasar Pengujian 2

5.4 Perencanaan Campuran Beton SCC (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) bertujuan untuk mencari proporsi campuran beton agar sesuai dengan kuat tekan beton SCC yang telah direncanakan. *Mix design* pada penelitian ini menggunakan metode *mix design* SNI 03-2834-2000 dan parameter penentuan campuran beton SCC menggunakan persyaratan dari EFNARC 2005. Pada dasarnya untuk pembuatan beton SCC dari Indonesia belum

terdapat persyaratan dan acuan untuk menentukan campuran beton SCC. Sehingga, digunakan *EFNARC 2005* telah menetapkan syarat-syarat proporsi yang sesuai untuk beton SCC. Perencanaan mutu beton SCC yang direncanakan adalah K-500 atau dalam MPa yaitu 41,5 MPa. Dalam pembuatan beton SCC menggunakan bahan tambah *sikafume* dan *superplastilizer (viscocrete 3115-N)* dan setiap variasi campuran beton terdiri dari 9 silinder untuk uji kuat tekan, uji tarik belah silinder, dan kecepatan rambat gelombang serta 3 balok untuk uji tarik beton. Beton yang akan diuji menggunakan umur rencana yaitu 28 hari. Untuk campuran *mix design* yang detail dapat dilihat pada 4.4.4 *Mix Design*. Perencanaan campuran hasil *mix design* dapat dilihat pada Tabel 5.12 sampai dengan 5.13 sebagai berikut.

Tabel 5.12 Hasil Perencanaan *Mix Design* K-500

<i>Mix Design</i>				
No	Uraian	Nilai	Satuan	Keterangan
1	Kuat tekan rencana (f'_c)	41,5	MPa	
2	<i>Deviasi standart</i>	-		Diabaikan
3	Nilai tambah	12		
4	Kuat tekan beton ditargetkan (f_{cr})	53,5	MPa	
5	Jenis semen	Tipe I		<i>Dynamix PCC</i>
6	Jenis agregat kasar	Batu pecah		Clereng
7	Jenis agregat halus	pasir		Progo
8	Faktor air semen (f_{as})	0,365		Grafik 1 SNI
9	<i>Slump</i>	30-60	Mm	
10	Ukuran agregat maksimum	20	Mm	“EFNARC size max 20 mm “
11	Wh (batu tidak dipecahkan)	180		Tabel 3 SNI
12	Wk (batu dipecahkan)	210		Tabel 3 SNI

Lanjutan Tabel 5.12 Hasil Perencanaan *Mix Design* K-500

<i>Mix Design</i>				
No	Uraian	Nilai	Satuan	Keterangan
13	Kadar air bebas	190	Kg	EFNARC (<i>not exceed</i> 200 kg/m ³)
14	Jumlah semen	520,548	Kg	
15	Kadar semen minimum	325	Kg	Tabel 4 SNI
16	Kadar semen maximum	-		
17	Bj agregat halus	2,69		Pasir Progo
18	Bj agregat kasar	2,55		Kerikil Clereng
19	Persen agregat halus	51	%	EFNARC (> 50% <i>from total aggregate</i>)
20	Persen agregat kasar	49	%	EFNARC (< 50% <i>from total aggregate</i>)
21	Bj relative agregat gabungan (SSD)	2,62		
22	Berat isi betom	2370	Kg/m ³	Grafik 6 SNI
23	Kadar agregat gabungan	1659,45	Kg/m ³	
24	Kadar agregat halus	846,321	Kg/m ³	
25	Kadar agregat kasar	813,132	Kg/m ³	
26	Kadar semen digunakan	520,548	Kg/m ³	
27	Kadar air digunakan	190	Kg/m ³	
28	Kadar <i>viscocrete</i> digunakan		Kg/m ³	0,9% dari berat semen
29	Kadar <i>sikafume</i> digunakan		Kg/m ³	Variasi 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10% dari berat semen

5.5 Hasil Pengujian Nilai *Slump Flow*

Pada pengujian nilai *slump flow* dibagi menjadi dua macam yakni mencari nilai diameter akhir *slump flow* beton SCC dan mencari nilai waktu pada saat benda uji mencapai diameter 50cm atau T50. Pada ketentuan yang disyaratkan oleh *EFNARC 2005* ditetapkan untuk *slump flow* harus memenuhi diameter 640 – 800 mm dan waktu untuk mencapai diameter 500 mm adalah 2-5 detik sesuai yang disyaratkan untuk pembuatan beton SCC. Alat uji yang digunakan berupa kerucut *abrams* dengan diameter kerucut 200 mm dibagian bawah. Pada kerucut diisi oleh campuran beton segar SCC kemudian diangkat keatas. Kemudian beton segar tersebut akan turun mengalir membentuk lingkaran. Catat waktu ketika aliran mencapai diameter 500 mm (T50) dan saat campuran beton berhenti mengalir ukur diameter akhir.

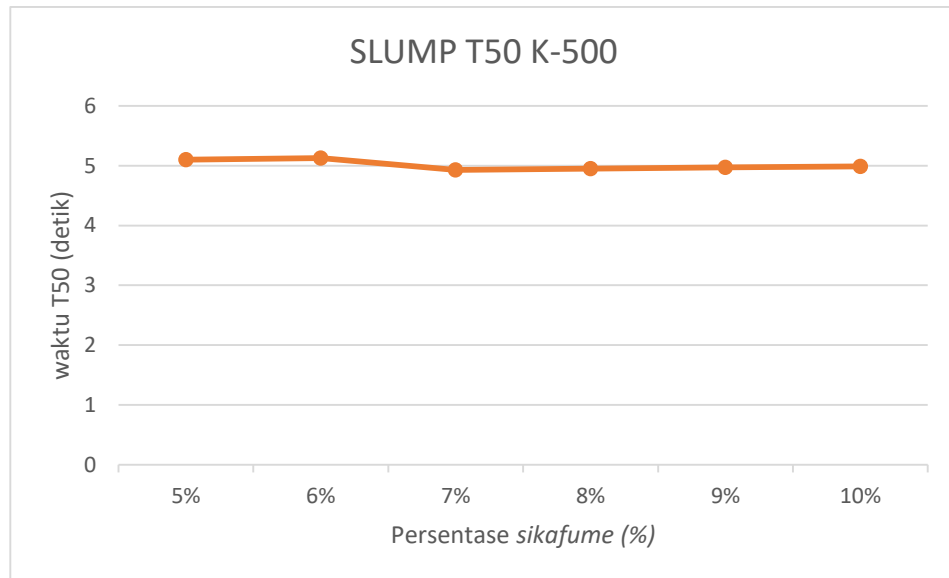
Berikut adalah data hasil pengujian *slump flow* K-500 dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Pengujian *Slump Flow* dan T50 K-500

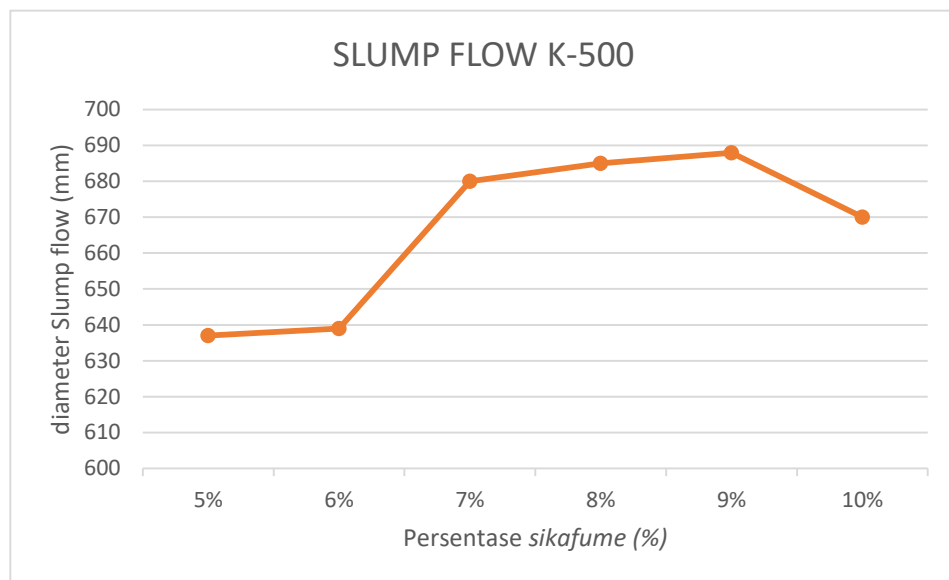
Variasi Penambahan (%)	T50 (detik)	Keterangan	<i>Slump Flow</i> (mm)	Keterangan
5%	5,1	Tidak memenuhi	637	Tidak memenuhi
6%	5,13	Tidak memenuhi	639	Tidak memenuhi
7%	4,93	Memenuhi	680	Memenuhi
8%	4,95	Memenuhi	685	Memenuhi
9%	4,97	Memenuhi	688	Memenuhi
10%	4,99	Memenuhi	670	Memenuhi

Dari Tabel 5.13 diatas dapat dilihat bahwa nilai *slump flow* dan T50 pada mutu beton K-500 dengan penambahan *sika fume* 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% sesuai dengan persyaratan nilai *slump flow* dan T50. Hasil dari tabel menunjukkan pada penambahan *sika fume* 5% dan 6% tidak memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan, sedangkan pada penambahan 7%, 8%, 9% dan 10% memenuhi

persyaratan yang telah ditetapkan pada effnarc 2005. Berikut grafik penambahan *sikafume* terhadap *slump flow* dan T50 pada K-500.



Gambar 5.5 Uji T50 Slump Flow K-500



Gambar 5.6 Uji Diameter Slump Flow K-500

Pada Gambar 5.5 dan Gambar 5.6 di atas menunjukkan bahwa penambahan *sika fume* 5% dan 6% tidak memenuhi ketentuan dan setelah penambahan *sika fume* 7% grafik menunjukkan penurunan pada T50 sehingga memenuhi ketentuan

kembali serta mengalami kenaikan. Begitu juga pada grafik *slump flow* pada penambahan *sika fume* 5% dan 6% masih dibawah ketentuan yang ditetapkan dan setelah melewati penambahan *sika fume* 7% menunjukkan dalam jangka yang masih ditetapkan oleh *EFNARC 2005* yang kemudian pada penambahan *sika fume* 9% mengalami titik optimum.

Secara umum setiap penambahan *sikafume* akan memperlambat campuran beton sampai diameter 500 mm (T50) dan akan menurunkan *slump flow* karena campuran beton semakin kekurangan air seiring penambahan *sika fume*. Hal ini terjadi karena luas permukaan pada campuran semakin besar karena adanya penambahan butiran *sikafume* yang memiliki butiran sangat kecil yang membuat daya alir semakin menurun dan waktu yang diperoleh untuk mencapai diameter 50cm (Bima, 2017). Hal ini sesuai dengan yang diutarakan Ouchi et al (1998) bahwa fungsi *filler* selain mengisi ruang kosong pada campuran beton juga meningkatkan kekentalan dari campuran beton agar terhindar dari segregasi. Dari hasil pengujian Silviati dan Warisman 2015, bahwa semakin lama pengadukan mengakibatkan suhu pada campuran beton semakin meningkat yang mengakibatkan campuran beton semakin homogen akan tetapi sulit untuk dikerjakan (*workability*). *Viscocrete 3115N* memiliki sifat yang salah satunya adalah mempercepat waktu pengerasan (Prosiding Seminar SoBAT ke-1 Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi dan Teknik, 2019). Pada pengujian ini didapatkan hasil yang tidak konstan/naik turun pada pengujian *slump flow* dan *slump T50*. Dari penjelasan yang ada, maka waktu untuk memperoleh tingkat suatu homogen campuran dan lama penggunaan *viscocrete 3115N* dalam campuran beton segar harus diseragamkan untuk memperoleh hasil yang lebih baik. Sehingga pada penambahan *sikafume* 7%, 8%, 9% dan 10% telah memenuhi persyaratan dalam pembuatan beton SCC pada K-500.

5.6 Hasil Pengujian Nilai V-Funnel

Pada pengujian *v-funnel* ini dilakukan dengan cara memasukkan campuran beton segar SCC kedalam alat *v-funnel* kemudian dihitung berapa detik agar campuran beton SCC didalam *v-funnel* dapat habis. Pada ketentuan yang

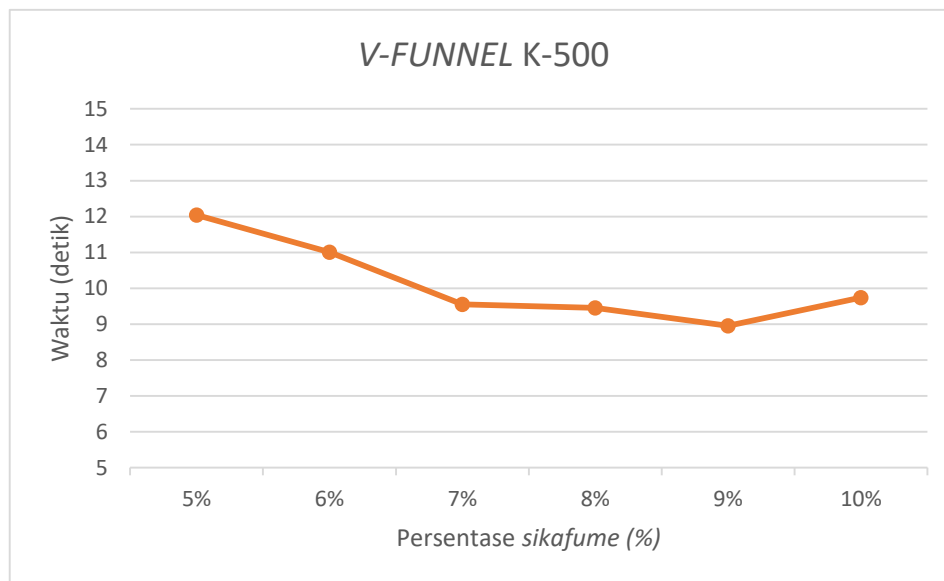
disyaratkan oleh *EFNARC 2005* ditetapkan untuk pengujian *v-funnel* adalah 0 – 10 detik.

Berikut adalah data hasil pengujian *v-funnel* K-500 dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Pengujian V-Funnel K-500

Variasi Penambahan (%)	V-Funnel (detik)	Keterangan
5%	12,04	Tidak memenuhi
6%	11,01	Tidak memenuhi
7%	9,55	Memenuhi
8%	9,45	Memenuhi
9%	8,95	Memenuhi
10%	9.74	Memenuhi

Dari Tabel 5.19 diatas dapat dilihat bahwa nilai pengujian *v-funnel* pada mutu beton K-500 dengan penambahan *sika fume* 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% terdapat penambahan yang tidak memenuhi syarat yaitu pada penambahan *sika fume* 5% dan 6%. Pada penambahan *sika fume* 7%, 8%, 9% dan 10% sesuai dari syarat yang telah ditetapkan *EFNARC 2005*. Berikut grafik pengujian *v-funnel* pada K-500.



Gambar 5.7 Uji V-Funnel K-500

Dari Gambar 5.7 terdapat penambahan *sika fume* 5% dan 6% yang melebihi batas atau syarat yang telah ditetapkan oleh EFNARC 2005 dan pada grafik tersebut terdapat kenaikan pada penambahan *sika fume* 7% sehingga penambahan berikutnya mengikuti persyaratan yang telah ditetapkan EFNARC 2005 pada beton SCC K-500. Semakin tinggi kadar *sika fume* maka waktu yang dibutuhkan pada campuran untuk mengalir semakin besar dikarenakan campuran beton memiliki kekentalan yang tinggi (e-jurnal Matriks Teknik Sipil, 2017). Dari hasil pengujian Silviati dan Warisman 2015, bahwa semakin lama pengadukan mengakibatkan suhu pada campuran beton semakin meningkat yang mengakibatkan campuran beton semakin homogen akan tetapi sulit untuk dikerjakan (*workability*). *Viscocrete 3115N* memiliki sifat yang salah satunya adalah mempercepat waktu pengerasan (Prosiding Seminar SoBAT ke-1 Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi dan Teknik, 2019). Dari penjelasan yang ada, maka waktu untuk memperoleh tingkat suatu homogen campuran dan lama penggunaan *viscocrete 3115N* dalam campuran beton segar harus diseragamkan untuk memperoleh hasil yang lebih baik. Sehingga hasil yang didapatkan terdapat hasil yang tidak konstan dapat dipengaruhi dari tingkat homogen dan waktu pencampuran terhadap *viscocrete 3115N*.

5.7 Hasil Pengujian Nilai *L-Box*

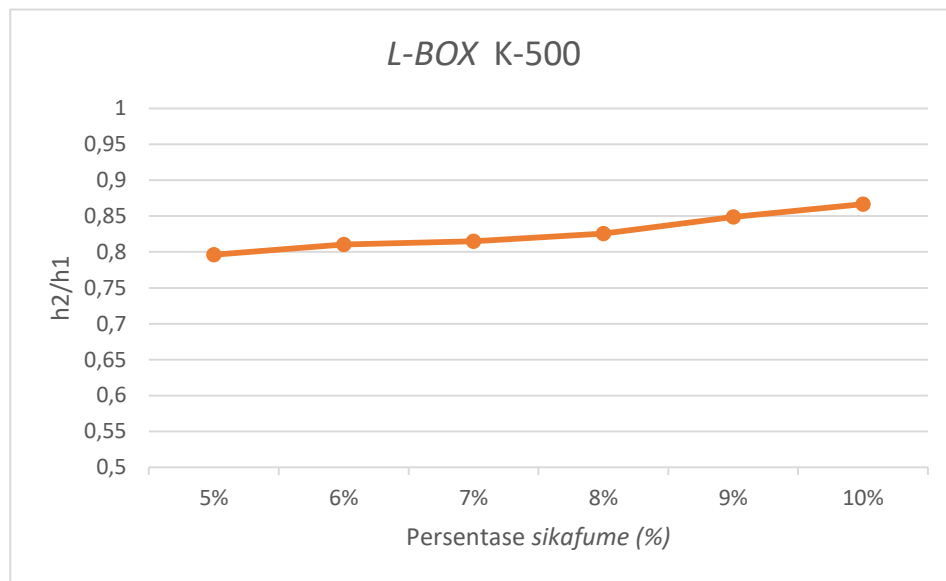
Pada pengujian *l-box* ini dilakukan dengan cara memasukkan campuran beton segar SCC kedalam alat *l-box* yang berbentuk seperti huruf L. kemudian dihitung tinggi antara sisi yang panjang dan sisi yang pendek. Didapatkan nilai *passing ability ratio* yaitu nilai yang dihasilkan dari perbandingan beda tinggi antara (h_2/h_1). Pada ketentuan yang disyaratkan oleh *EFNARC 2005* ditetapkan untuk pengujian *l-box* adalah $0,8 - 1$.

Berikut adalah data hasil pengujian *l-box* K-500 dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Pengujian *L-box* K-500

Variasi penambahan (%)	H1 (mm)	H2 (mm)	<i>Passing Ability</i> (H2/H1)	Keterangan
5%	152	121	0,796	Tidak Memenuhi
6%	153	124	0,810	Memenuhi
7%	162	132	0,815	Memenuhi
8%	155	128	0,825	Memenuhi
9%	152	129	0,849	Memenuhi
10%	150	130	0,867	Memenuhi

Dari Tabel 5.16 diatas dapat dilihat bahwa nilai pengujian *l-box* pada mutu beton K-500 dengan penambahan *sika fume* 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% terdapat penambahan yang tidak memenuhi syarat yaitu pada penambahan *sika fume* 5%. Pada penambahan *sika fume* 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% sesuai dari syarat yang telah ditetapkan *EFNARC 2005*. Berikut grafik pengujian *l-box* pada K-500.



Gambar 5.8 Uji L-box K-500

Dari Gambar 5.8 dapat diketahui bahwa grafik yang dihasilkan dari penambahan *sika fume* pada K-500 mengalami kenaikan setiap persentase, sehingga dapat dikatakan bahwa semakin banyak penambahan persentase *sika fume* maka campuran akan semakin kental dan lebih susah melewati celah yang ada pada alat pengujian. Beton yang memiliki kekentalan rendah akan lebih mudah mengalir dari prisma vertikal menuju prisma horizontal melalui tulangan dengan baik sehingga mencapai stabilitas permukaan, begitu juga sebaliknya. Semakin tinggi nilai *sika fume* maka nilai h_2/h_1 akan menurun. Kadar *sika fume* yang tinggi akan meningkatkan kekentalan campuran beton sehingga energi yang digunakan untuk melawan gesekan/friksi berkurang dan berakibat pada waktu pengaliran beton yang semakin meningkat (e-Jurnal Matriks Teknik Sipil, 2017). Dari hasil pengujian Silviati dan Warisman 2015, bahwa semakin lama pengadukan mengakibatkan suhu pada campuran beton semakin meningkat yang mengakibatkan campuran beton semakin homogen akan tetapi sulit untuk dikerjakan (*workability*). *Viscocrete 3115N* memiliki sifat yang salah satunya adalah mempercepat waktu pengerasan (Prosiding Seminar SoBAT ke-1 Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi dan Teknik, 2019). Dari penjelasan yang ada, maka waktu untuk memperoleh tingkat suatu homogen campuran dan lama penggunaan

Pengujian kuat tekan beton SCC dilakukan pada saat beton memiliki umur 28 hari. Pengujian dilakukan menggunakan sampel silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Sampel silinder untuk setiap variasi penambahan persentase *sikafume* 6 silinder dengan setiap mutu beton berjumlah 36 silinder dan total keseluruhan berjumlah 108 silinder untuk pengujian kuat tekan beton SCC. Benda uji perlu adanya proses kaping pada bagian atas beton menggunakan belerang yang berfungsi agar permukaan bidang yang akan ditekan oleh mesin tekan menjadi rata. Pengujian dilakukan sampai silinder tidak dapat menahan beban yang diberikan oleh mesin tekan, sehingga mendapatkan kekuatan maksimum pada beton SCC yang dihasilkan.

Tabel 5.16 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton SCC K-500

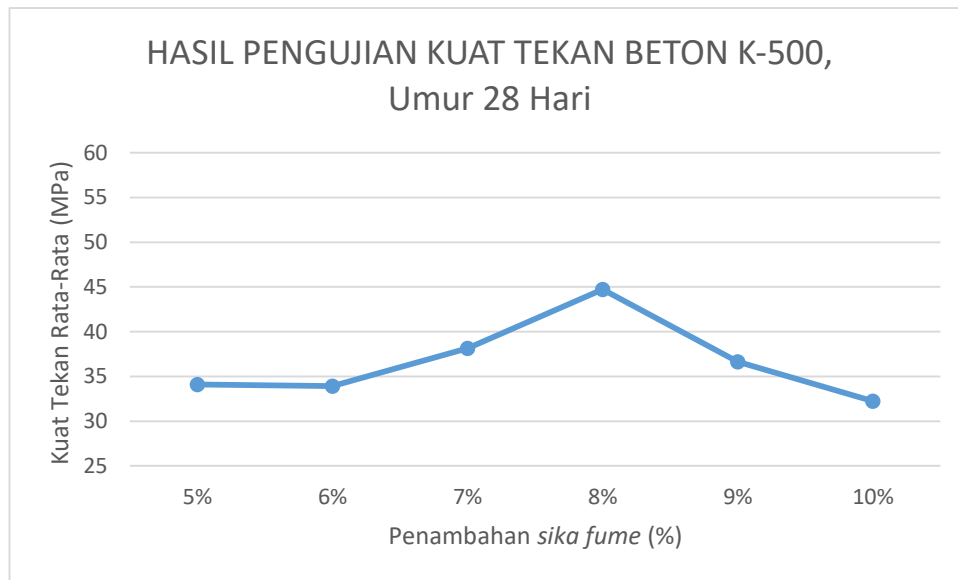
Variasi Sampel		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
5%	S1	149,1	299,5	17460,03734	12,8	530000	30,355	34,091
	S2	149,7	302,9	17600,84353	12,9	550000	31,249	
	S3	149,6	301,9	17577,33656	12,7	660000	37,548	
	S4	150,4	302,3	17765,83212	12,7	525000	29,551	
	S5	150,2	303,2	17718,61398	12,5	650000	36,685	
	S6	151,4	301,5	18002,86529	12,4	705000	39,160	

Lanjutan Tabel 5.16 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton SCC K-500

Variasi Sampel		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
6%	S1	152,1	299	18169,72313	12,9	525000	28,894	33,908
	S2	150,1	302,4	17695,02848	13,2	590000	33,343	
	S3	152,2	303,1	18193,62279	12,8	625000	34,353	
	S4	149,8	304,3	17624,3662	12,6	580000	32,909	
	S5	150,8	301	17860,45689	12,3	515000	28,835	
	S6	151,2	303,8	17955,33299	12,3	810000	45,112	
7%	S1	151,1	300,4	17931,5904	12,8	695000	38,758	38,144
	S2	151,2	302,7	17955,33299	12,9	585000	32,581	
	S3	149,1	302,3	17460,03734	12,7	795000	45,533	
	S4	150,6	302,8	17813,11309	12,7	540000	30,315	
	S5	150	303,7	17671,45868	12,5	545000	30,841	
	S6	149,3	301,3	17506,90991	12,4	890000	50,837	
8%	S1	150,5	302,2	17789,46475	12,9	900000	50,592	44,722
	S2	152,4	304,1	18241,46925	13,2	650000	35,633	
	S3	150,2	304	17718,61398	12,8	755000	42,611	
	S4	150,5	302,9	17789,46475	12,6	820000	46,095	
	S5	150,2	302,7	17718,61398	12,3	890000	50,230	
	S6	150,7	302,9	17836,77714	12,3	770000	43,169	
9%	S1	150,7	302	17836,77714	12,9	535000	29,994	36,641
	S2	151,3	303,4	17979,09128	13,2	715000	39,768	
	S3	151,2	301,3	17955,33299	12,8	720000	40,100	
	S4	149,8	303,3	17624,3662	12,6	610000	34,611	
	S5	150,3	302,7	17742,2152	12,3	830000	46,781	
	S6	150,7	304,2	17836,77714	12,3	510000	28,593	
10 %	S1	149,6	302	17577,33656	12,9	685000	38,971	34,245
	S2	150,5	304,5	17789,46475	13,2	695000	39,068	
	S3	149,7	302	17600,84353	12,8	500000	28,408	
	S4	152,6	302,7	18289,37854	12,6	570000	31,166	
	S5	149,7	302,1	17600,84353	12,3	300000	17,045	
	S6	151	300	1790786352	12,3	910000	50,816	

Berdasarkan Tabel 5.16 didapatkan nilai kuat tekan beton rata-rata K-500 pada penambahan persentase *sika fume* 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% secara

berturut-turut sebesar 34,091 MPa; 33,908 MPa; 38,144 MPa; 44,721 MPa; 36,641 MPa; 34,245 MPa. Berikut grafik pengujian kuat tekan rata-rata pada K-500.



Gambar 5.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton SCC K-500

Berdasarkan Gambar 5.9 didapatkan kuat tekan rata-rata beton SCC K-500 pada kadar penambahan *sika fume* 8% merupakan kuat tekan beton maksimum yang dihasilkan. Namun setelah melewati penambahan 8% grafik menunjukkan penurunan walaupun penambahan *sika fume* semakin meningkat. Hal ini dikarenakan pada saat penambahan *sika fume* 5% - 8%, air yang ada pada campuran beton masih dapat untuk mengalami proses hidrasi serta *sika fume* tidak hanya dapat berperan sebagai pengisi pori beton agar padat, melainkan dapat bereaksi dengan hasil hidrasi semen dan air yang dapat menjadi daya lekat antar partikel yang lebih. Namun, pada saat melewati 8%, *sika fume* mengakibatkan beton kekurangan air untuk proses hidrasi akibat semakin banyak *sikafume* yang menjadi pengisi campuran beton bukan menjadi perekat antar partikel sebaik pada penambahan *sika fume* 8%. Adanya penurunan kuat tekan beton setelah penambahan suatu kadar tertentu dikarenakan sifat *sika fume* yang menyerap air sehingga kandungan air didalam beton berkurang (e-Jurnal Matriks Teknik Sipil, 2017). Pada pengujian K-

500 memiliki kuat tekan rencana sebesar 41,5 MPa pada umur 28 hari dan yang mencapai kuat tekan rencana pada penambahan 8% yaitu 44,722%.

5.9 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SCC

Pengujian kuat tarik beton SCC dilakukan pada saat beton memiliki umur 28 hari. Pengujian dilakukan menggunakan sampel silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Sampel silinder untuk setiap variasi penambahan persentase *sikafume* 3 silinder dengan setiap mutu beton berjumlah 18 silinder dan total keseluruhan berjumlah 54 silinder untuk pengujian kuat tekan beton SCC. Benda uji dilakukan menggunakan mesin desak tetapi kondisi silinder dalam keadaan tertidur. Silinder beton diuji sampai kekuatan tarik maksimum atau silinder terbelah.

Berikut adalah data hasil pengujian kuat tarik belah beton SCC K-500 dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SCC K-500

Variasi Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Selimut (mm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
5%	S7	150,7	303,2	143546,4055	12,3	262000	3,335
	S8	150,1	302,1	142456,1786	12,7	164000	
	S9	150,1	302,6	142691,9551	12,7	289000	
6%	S7	150,9	302,1	143215,4387	12,9	243000	4,010
	S8	150,1	300,4	141654,5384	12,3	289000	
	S9	151,3	301,9	143500,0042	12,8	327000	
7%	S7	150,4	304,6	143922,14	12,7	286000	3,918
	S8	151,4	303,7	144450,9957	12,5	270000	
	S9	151	302,6	143547,5365	12,7	290000	
8%	S7	150,3	304,5	143779,2289	12,4	298000	4,319
	S8	151,3	305,1	145021,0377	12,5	335000	
	S9	150,1	303,5	143116,3529	12,1	300000	
9%	S7	151,1	303,5	144069,8263	12,6	320000	3,951
	S8	150,6	302,9	143309,2153	12,5	268000	

**Lanjutan Tabel 5.18 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SCC
K-500**

Variasi Sampel		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Selimut (mm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
9%	S9	152,1	302,2	144402,1125	12,6	265000	3,670	3,951
10 %	S7	150,5	301,8	142693,9658	12,4	227000	3,182	3,845
	S8	149,7	303,1	142546,845	12,5	248000	3,480	
	S9	151,2	302,3	143595,163	12,4	350000	4,875	

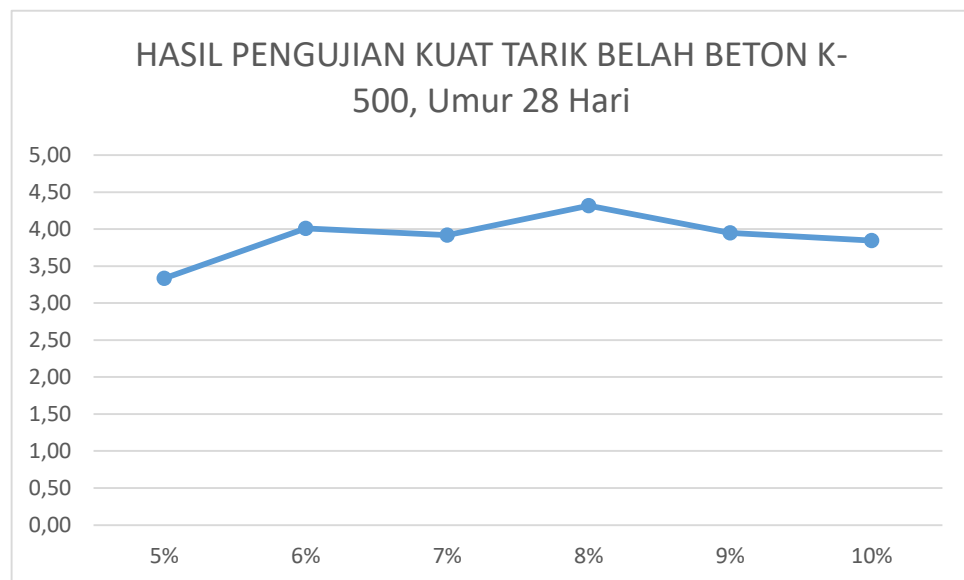
Berdasarkan Tabel 5.17 diperoleh nilai kuat tarik belah beton SCC K-500 rata-rata paling tinggi pada variasi penambahan *sika fume* persentase 8% didapatkan hasil sebesar 4,319 MPa dan dihasilkan nilai kuat tarik belah terendah pada variasi penambahan *sika fume* persentase 5% didapatkan hasil sebesar 3,335 MPa. Sedangkan perbandingan dan korelasi dari kuat tarik belah terhadap kuat tarik belah dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Perbandingan dan Korelasi Kuat Tarik Belah dengan Kuat Beton SCC K-500

Variasi	Kuat Tarik rata-rata (f_{ct}) MPa	Kuat tekan rata-rata (f'_c) MPa	Persentase kuat tarik (%)	$\sqrt{f'_c}$	$f_{ct}/\sqrt{f'_c}$	Korelasi ke kuat tarik belah
5%	3,335	34,091	9,781	5,839	0,571	$f_{ct} = 0,571\sqrt{f'_c}$
6%	4,010	33,908	11,827	5,823	0,689	$f_{ct} = 0,689\sqrt{f'_c}$
7%	3,918	38,144	10,271	6,176	0,634	$f_{ct} = 0,634\sqrt{f'_c}$
8%	4,319	44,722	9,658	6,687	0,646	$f_{ct} = 0,646\sqrt{f'_c}$
9%	3,951	36,641	10,783	6,053	0,653	$f_{ct} = 0,653\sqrt{f'_c}$
10%	3,845	32,245	11,925	5,678	0,677	$f_{ct} = 0,677\sqrt{f'_c}$

Dari Tabel 5.18 didapatkan hasil persentase dari kuat tarik belah terhadap kuat tekan beton terkecil diperoleh dari penambahan *sika fume* persentase 8% pada beton SCC K-500 yaitu sebesar 9,658%. Nilai kuat tarik belah biasanya mencapai

8% - 15% dari kuat tekan beton, Nasution (2009). Pada hasil pada Tabel 5.18 pada penambahan *sika fume* 5%- 10% sudah sesuai dari ketentuan yang ditetapkan oleh Nasution (2009). Sedangkan menurut SNI 2847-2019 memperkirakan korelasi kuat tarik belah dengan kuat tekan sebesar $0,56 \sqrt{f_c}$. Didapatkan hasil penambahan *sika fume* 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% secara berurutan yaitu $0,571 \sqrt{f_c}$; $0,689 \sqrt{f_c}$; $0,634 \sqrt{f_c}$; $0,646 \sqrt{f_c}$; $0,653 \sqrt{f_c}$ dan $0,677 \sqrt{f_c}$. Pada penambahan *sika fume* 5% - 10% didapatkan hasil diatas dari yang ditetapkan SNI 2847-2019 dan penambahan lain sesuai yang telah ditetapkan. Berikut grafik pengujian kuat tarik belah beton SCC K-500.



Gambar 5.10 Grafik Pengujian Kuat Tarik Belah Rata-Rata Beton SCC K-500.

Dari Gambar 5.10 dapat diketahui bahwa semakin bertambah persentase *sika fume* tidak membuat kuat tarik belah semakin meningkat, didapatkan hasil yang semakin bertambah persentase *sika fume* pada campuran beton terdapat kenaikan dan penurunan pada kuat tarik belah. Tetapi pada persentase penambahan 8% kuat tarik belah mencapai titik maksimal pada pengujian kuat tarik belah beton SCC K-500. Secara keseluruhan untuk hasil pengujian kuat tarik belah didapatkan hasil yang baik

karena antar material tidak ada yang saling terlepas sehingga lekatan sangat baik.

5.10 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton SCC

Pengujian kuat lentur beton SCC pada umur 28 hari. Pengujian dilakukan menggunakan sampel balok dengan lebar 100 mm, tinggi 100 mm dan tinggi 400 mm. Sampel balok memiliki variasi penambahan persentase *sikafume* 3 balok dengan setiap mutu beton berjumlah 18 silinder dan total keseluruhan berjumlah 54 balok untuk pengujian kuat lentur beton SCC.

Berikut hasil pengujian kuat lentur beton SCC K-500 dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton SCC K-500

Variasi Sampel		Lebar patah (mm)	Tinggi patah (mm)	Jarak rata-rata patah (mm)	Berat Beton (kg)	Beban (N)	Kuat lentur (MPa)	Rata-rata (MPa)
5 %	B1	105	104	148	9,3	14175,45	5,542	4,777
	B2	110	101	146	9,5	12507,75	4,882	
	B3	110	102	142	9,3	10496,7	3,907	
6 %	B1	111	102	147	8,6	12164,4	4,645	5,122
	B2	100	103	145	8,8	12066,3	4,948	
	B3	100	103	145	9,3	14077,35	5,772	
7 %	B1	105	102	146	8,6	13096,35	5,251	4,650
	B2	105	104	138	9,4	11624,85	4,238	
	B3	103	103	141	9,4	11526,75	4,462	
8 %	B1	100	100	144	8,4	14077,35	6,081	5,274
	B2	101	101	143	9,1	13439,7	5,596	
	B3	103	104	142	9,5	10840,05	4,145	
9 %	B1	105	103	148	9,1	12900,15	5,142	5,205
	B2	105	104	139	9,1	14420,7	5,295	
	B3	103	102	145	9,2	12753	5,177	

Lanjutan Tabel 5.19 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton SCC K-500

Variasi Sampel		Lebar patah (mm)	Tinggi patah (mm)	Jarak rata-rata patah (mm)	Berat Beton (kg)	Beban (N)	Kuat lentur (MPa)	Rata-rata (MPa)
10 %	B1	101	103	148	9	12605,85	5,223	4,946
	B2	100	102	147	9	12017,25	5,094	
	B3	103	108	142	9,3	12753	4,522	

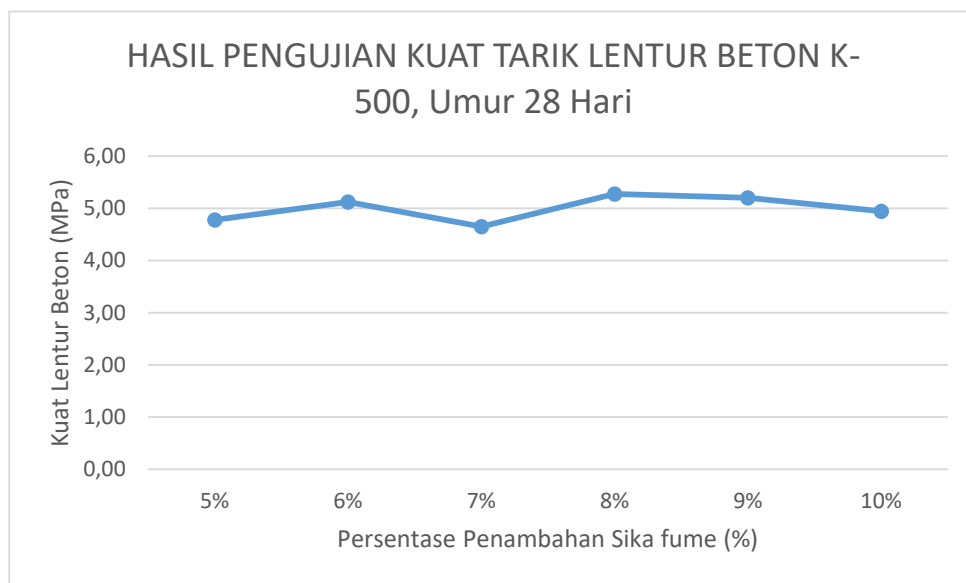
Berdasarkan Tabel 5.19 diperoleh nilai kuat lentur beton SCC K-500 rata-rata paling tinggi pada variasi penambahan *sika fume* persentase 8% didapatkan hasil sebesar 5,274 MPa dan dihasilkan nilai kuat lentur terendah pada variasi penambahan *sika fume* persentase 5% didapatkan hasil sebesar 4,777 MPa. Sedangkan perbandingan dan korelasi dari kuat tarik belah terhadap kuat tarik belah dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5.20 Perbandingan dan Korelasi Kuat Lentur dengan Kuat Beton SCC K-500

Variasi	Kuat Lentur rata-rata (f_u) MPa	Kuat tekan rata-rata (f'_c) MPa	Persentase kuat tarik (%)	$\sqrt{f'_c}$	$F_u/\sqrt{f'_c}$	Korelasi ke kuat lentur
5%	4,78	34,091	14,013	5,839	0,818	$0,818\sqrt{f'_c}$
6%	5,12	33,908	15,104	5,823	0,880	$0,880\sqrt{f'_c}$
7%	4,65	38,144	12,191	6,176	0,753	$0,753\sqrt{f'_c}$
8%	5,27	44,722	11,793	6,687	0,789	$0,789\sqrt{f'_c}$
9%	5,20	36,641	14,204	6,053	0,860	$0,860\sqrt{f'_c}$
10%	4,95	32,245	15,340	5,678	0,871	$0,871\sqrt{f'_c}$

Tabel 5.20 didapatkan hasil persentase dari kuat lentur beton terhadap kuat tekan beton terkecil diperoleh dari penambahan *sika fume* persentase 8% pada beton SCC K-500 yaitu sebesar 11,793%. Korelasi kuat tekan beton terhadap kuat lentur

beton didapatkan hasil penambahan *sika fume* 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% secara berurutan yaitu $0,818\sqrt{f_c}$; $0,880\sqrt{f_c}$; $0,753\sqrt{f_c}$; $0,789\sqrt{f_c}$; $0,860\sqrt{f_c}$ dan $0,871\sqrt{f_c}$. Pada penambahan *sika fume* 5% - 10% didapatkan hasil diatas dari yang ditetapkan SNI 2847-2019 sebesar $0,62\sqrt{f_c}$. Berikut grafik pengujian kuat lentur beton SCC K-500.



Gambar 5.11 Pengujian Kuat Lentur Beton SCC K-500

Dari Gambar 5.11 dapat diketahui bahwa semakin bertambah persentase *sika fume* tidak membuat kuat tarik belah semakin meningkat, didapatkan hasil yang semakin bertambah persentase *sika fume* pada campuran beton terdapat kenaikan dan penurunan pada kuat lentur. Tetapi pada persentase penambahan 8% kuat lentur mencapai titik maksimal pada pengujian kuat lentur beton SCC K-500. Secara keseluruhan untuk hasil pengujian kuat lentur didapatkan hasil yang baik.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan, analisis data dan pembahasan yang sudah diuraikan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada pengujian *slump flow*, *T50*, *V-funnel* dan *L-Box* beton SCC K-500 yang memenuhi persyaratan *EFNARC 2005* pada penambahan *sika fume* 7%, 8% dan 9%.
2. Pada pengujian kuat tekan beton dengan kuat tekan rencana sebesar 41,5 MPa. Didapatkan hasil secara berturut-turut kuat tekan beton sebesar 34,09 MPa, 33,91 MPa, 38,14 MPa, 44,72 MPa, 36,64 MPa dan 32,25 MPa. Campuran beton SCC K-500 dengan variasi penambahan 5%, 6%, 7%, 9% dan 10% tidak memenuhi kuat tekan beton rencana. Sedangkan pada variasi penambahan *sika fume* 8% diatas dari kuat tekan rencana.
3. Pada beton SCC K-500 pengujian kuat tarik belah beton. Didapatkan hasil secara berturut-turut kuat tekan beton sebesar 3,33 MPa, 4,01 MPa, 3,92 MPa, 4,32 MPa, 3,95 MPa dan 3,85 MPa. Campuran beton SCC K-500 dengan variasi penambahan 8% memiliki kuat tarik belah yang paling tinggi.
4. Pada beton SCC K-500 pengujian kuat lentur beton. Didapatkan hasil secara berturut-turut kuat lentur sebesar 4,78 MPa, 5,12 MPa, 4,65 MPa, 5,27 MPa, 5,20 MPa dan 4,95 MPa. Campuran beton SCC K-500 dengan variasi penambahan 8% memiliki kuat lentur beton yang paling tinggi.
5. Tingkat homogen pada campuran beton sangat mempengaruhi hasil yang didapatkan.
6. Waktu pengadukan pada saat dimolen dan pemberian *viscocrete 3115 N* mempengaruhi hasil yang didapatkan.
7. Pada penambahan *sika fume* 5%, 6% dan 10% tidak dapat dikatakan sebagai beton SCC karena pada saat pengujian syarat menjadi beton SCC terdapat pengujian yang tidak memenuhi persyaratan menurut *EFNARC 2005*.

8. Dari kesimpulan secara keseluruhan didapatkan hasil beton SCC K-500 dengan penambahan *sika fume* 8% mendapatkan hasil yang terbaik daripada penambahan *sika fume* yang lain.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, apabila menindaklanjuti penelitian ini maka peneliti memberikan saran kepada peneliti selanjutnya sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan persentase penambahan *sika fume* 11% - 15% sesuai dengan standart yang ditetapkan dari pihak sika yaitu 0% - 15%.
2. Dapat digunakan dengan SNI 03-6468-2000 tentang beton mutu tinggi dengan abu terbang dalam pembuatan *mix design*.
3. Dalam pembuatan perlu dilakukan dengan hati-hati karena setiap penambahan *sika fume* akan sangat berpengaruh.
4. Dalam pembuatan beton segar harus dipastikan bahwa tingkat homogen sangat baik agar hasil yang didapat kurang lebih sesuai.
5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan semen jenis yang berbeda, karena setiap jenis semen memiliki kekuatan yang berbeda.
6. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan agregat kasar 10 mm agar mengetahui bagaimana perbedaan dari peneliti.
7. Peneliti selanjutnya harus lebih berhati-hati dalam setiap pelaksanaan pengujian agar nilai yang didapatkan sesuai dengan yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwar, Januarti, dan Triwulan (2016). *“Pemanfaatan Mikrobakteri Terhadap Beton Mutu Tinggi dengan Tambahan Silica Fume”*.
- ASTM C 494-81 *“Standard Specification for Chemical Admixture-for Concrete”*.
- Bima (2017). *“Pengaruh Penambahan Sika Fume Terhadap Kuat Tekan Self Compacting Concrete yang Menggunakan Superplasticizer Viscocrete 3115N”*.
- EFNARC 2002. *Sepecification and Guidelines for Self-Compacting Concrete*.
- EFNARC 2005. *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*.
- Ikbal (2016). *“Pengaruh Variasi Penambahan Superplasticizer Viscocrete 3115N Terhadap Kuat Tekan Optimum Beton Self Compacting Concrete”*.
- PT Sika Indonesia. *Campuran Beton dan Mortar*
- Rahady (2017).” *Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Superplasticizer Pada Self Compacting Concrete (SCC)”*.
- Samekto, Dr. Wuryati, 2001. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius
- SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- SNI 03-6568-2000. *Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi Dengan Semen Portland Dengan Abuterbang*.
- SNI-15-2049-2004. *Semen Portland*.
- Tim Laboratorium Teknik Sipil. 2016. *Buku Panduan Praktikum : Teknologi Bahan Konstruksi, Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, 2016-2017*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia
- Tjokrodimuljo, Kardiyono, 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Biro Penerbit

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

IZIN PEMAKAIAN LAB

Nomor : 188Ka.Prod/03/PST5/VI/2021
 Hal : Permohonan Izin Pemakaian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Kepada Yth :
Koordinator Laboratorium
 Jurusan Teknik Sipil FTSP
 Universitas Islam Indonesia
 di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Ikhlasul Amal
NIM	: 17511040
Program Studi	: Teknik Sipil
Dosen pembimbing TA	: Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng
Judul Tugas Akhir	: Pengaruh penambahan sikafume dan superplastifier (viscocrete 3115-N) Pada Beton SCC Mutu K-400, K-500, K-600

Sehubungan dengan penelitian yang saya lakukan pada mata kuliah Tugas Akhir, maka bersama ini mengajukan permohonan untuk meminjam peralatan beserta fasilitas laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta guna mendukung penyelesaian penyusunan Tugas Akhir.

Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenan dan bantuannya saya haturkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 01 Juni 2021

Mengetahui
 Program Studi Teknik Sipil



Sri Amni Yuni Astuti, M.T.

Pemohon



Ikhlasul Amal
 NIM : 17511040

Menyetujui
 Koordinator Laboratorium



Ir. Bambang Sulistiono, MSCE

Menyetujui
 Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik



Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng

Catatan:

Kepala laboratorium Bahan Konstruksi Teknik menyetujui permohonan mahasiswa untuk melakukan pengujian dalam rangka penyelesaian tugas akhir pada tanggal 14 Juni 2021)* sampai tanggal 8 Juli 2021)*.

)* Kepala laboratorium mengisi tanggal pengujian yang disetujui untuk melakukan pengujian.

Nomor : 189/0a. Prodi20/PST3/VI/2021

Hal : **Pemohonan Izin Pemakaian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**

Kepada Yth.:

Ketua Tim Satgas Covid 19
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini:

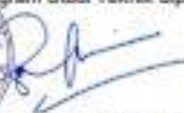
Nama	: Ikhlasul Amal
NIM	: 17511040
Program Studi	: Teknik Sipil
Dosen Pembimbing TA	: Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng.
Judul Tugas Akhir	: Pengaruh penambahan sikafume dan superplastifier (viscocrete 3115-N) Pada Beton SCC Mutu K-400, K-500, K-600

Sehubungan dengan penelitian yang saya lakukan pada mata kuliah Tugas Akhir, maka bersama ini mengajukan ijin untuk memasuki lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta guna mendukung penyelesaian penyusunan Tugas Akhir.

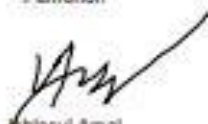
Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenan dan bantuannya saya haturkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 01 Juni 2021

Mengetahui
Program Studi Teknik Sipil

Sri Amni Yuni Astuti, M.T.

Pemohon


Ikhlasul Amal
NIM: 17511040

Lampiran:

1. Surat Pemohonan Izin Pemakaian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

**SURAT PERSetujuan ORANG TUA MAHASISWA PTSP UH
MENGIKUTI PEMBELAJARAN LUMING DI KAMPUS PADA
ERA TATANAN BARU PANDEMI COVID-19**

Disesuaikan dengan kebutuhan

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rika S.H
Alamat : Jalan Gajahmada Gg. Rajawali Rt. 02 Rm. 03 Duren Pesisir Utara Jakarta Timur
Nomor Kontak : 081542847344

Selaku orang tua/wali dari mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UH

Nama : Dikenda Anad
NIM : 17211040
Alamat Kru : Jalan Wijaya Kusuma Rt. 01 Rm. 15 No. 03 Ngemplak Ngemplak Mertani

Menyatakan memberikan persetujuan kepada anak kami untuk mengikuti pembelajaran langsung/uring pada Program Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UH di Yogyakarta.

Mahasiswa juga memiliki SOP yang ada dan mematuinya segala koreksi dari pembelajaran secara langsung.

Kami menyadari risiko yang mungkin terjadi pada situasi pandemi Covid-19 ini, dengan selalu memperhatikan protokol kesehatan dan mematuinya sepenuhnya dari Atah SMT. Apabila terjadi penyebaran Covid-19 selama masa pendidikan pada anak kami, kami tidak akan melakukan tuntutan, secara hukum baik kepada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UH dan Universitas Islam Indonesia.

Beroga Allah SWT senantiasa melindungi anak kami dan memberikan kelancaran dalam proses studinya.

Demikian surat pernyataan ini kami buat dengan sungguh-sungguh tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

**Tanda yang tidak sesuai*

Batang, 01 Juni 2021

Orang Tua/Wali Mahasiswa



Rika S.H

LAMPIRAN II

LAPORAN SEMENTARA



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS
(SNI-03-1968-1990)

Uraian	Hasil Pengamatan		Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	484	486	485
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1175	1175	1175
Berat piknometer berisi air, gram (B)	861	861	861
Berat Jenis Curah	2.602	2.613	2.607
Berat Jenis jenuh kering muka (SSD)	2.688	2.688	2.688
Berat Jenis semu	2.8471	2.826	2.836
Penyerapan Air	3,31%	2,88%	3,09%

Diperiksa oleh
 Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS
(SNI-03-1968-1990)

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,00	0.00	100.00
20,00	0	0,00	0.00	100.00
10,00	0	0,00	0.00	100.00
4,80	1	0,05	0,05	99.95
2,40	97	4,85	4,90	95,10
1,20	198	9,90	14,80	85,20
0,60	525	26,25	41,05	58,95
0,30	745	37,25	78,30	21.70
0,15	359	17,95	96,25	3.75
Sisa	75	3.75	0,00	0.00
Jumlah	2000	100.00	235,35	



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

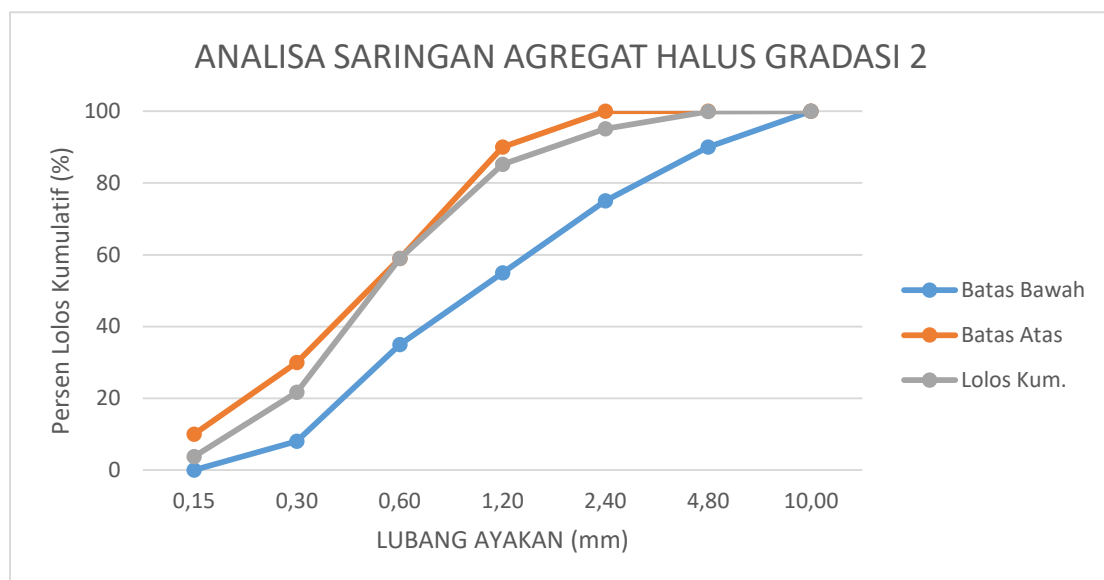
MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS (SNI-03-1968-1990)

Hasil Analisis Saringan

Pasir Masuk Daerah = II

Jenis Pasir = Pasir Agak Kasar

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT HALUS
(SNI-03-4804-1998)

Uraian	Hasil	
Berat Tabung	11700	gram
Berat Tabung + agregat SSD	18700	gram
Berat Agregat	7000	gram
Volume Tabung	5198,48	cm ³
Berat Volume Gembur	1,347	gram/cm ³

Diperiksa oleh
 Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT HALUS
(SNI-03-4804-1998)

Uraian	Hasil	
Berat Tabung	11700	gram
Berat Tabung + agregat SSD	19600	gram
Berat Agregat	7900	gram
Volume Tabung	5198,48	cm ³
Berat Volume Padat	1,520	gram/cm ³

Diperiksa oleh
 Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LOLOS AYAKAN 200
/ UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR
(SNI-03-4142-1996)

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat Agregat Kering Oven (W1), gram	500
Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2), gram	498
Berat Yang Lolos Ayakan No. 200	2
Persentase Lolos Ayakan No. 200	0,40%

Diperiksa oleh
 Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ikhlasul Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR
UKURAN 20 MM
(SNI-03-1968-1990)

Uraian	Hasil Pengamatan		Rata-rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4791	4775	4783
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3048	3028	3038
Berat Jenis Curah	2.454	2.421	2.438
Berat Jenis jenuh kering muda (SSD)	2.561	2.535	2.548
Berat Jenis semu	2.749	2.733	2.741
Penyerapan Air	4.36%	4.71%	4.54%

Diperiksa oleh
 Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ikhlasul Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT
 KASAR UKURAN 20 MM
 (SNI-03-1968-1990)**

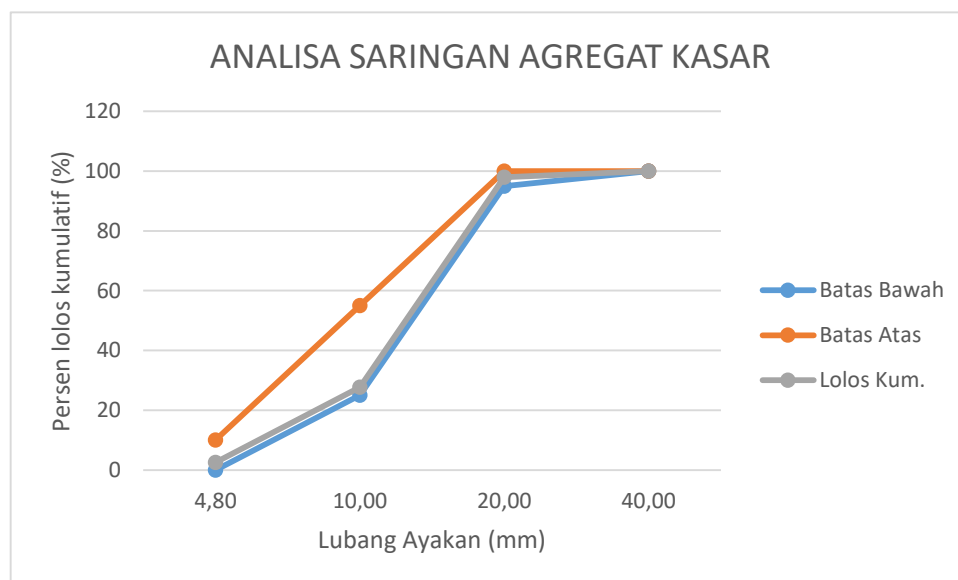
Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,00%	0,00%	100,00%
20,00	105	2,10%	2,10%	97,90%
10,00	3510	70,20%	72,30%	27,70%
4,80	1257	25,14%	97,44%	2,56%
2,40	8	0,16%	97,60%	2,40%
1,20	7	0,14%	97,74%	2,26%
0,60	0	0,00%	97,74%	2,26%
0,30	0	0,00%	97,74%	2,26%
0,15	0	0,00%	97,74%	2,26%
Sisa	113	2,26%	100,00%	0,00%
Jumlah	5000	100,00%	660,40%	



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT
 KASAR UKURAN 1 MM
 (SNI-03-1968-1990)**

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR UKURAN 20 MM



Diperiksa oleh
 Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT
 KASAR UKURAN 20 MM
 (SNI-03-1968-1990)**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0,00%	0,00%	100,00%
20,00	81	1,62%	1,62%	98,38%
10,00	3578	71,56%	73,18%	26,82%
4,80	1197	23,94%	97,12%	2,88%
2,40	11	0,22%	97,34%	2,66%
1,20	5	0,10%	97,44%	2,56%
0,60	0	0,00%	97,44%	2,56%
0,30	0	0,00%	97,44%	2,56%
0,15	0	0,00%	97,44%	2,56%
Sisa	128	2,56%	100,00%	0,00%
Jumlah	5000	100,00%		

Diperiksa oleh
 Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

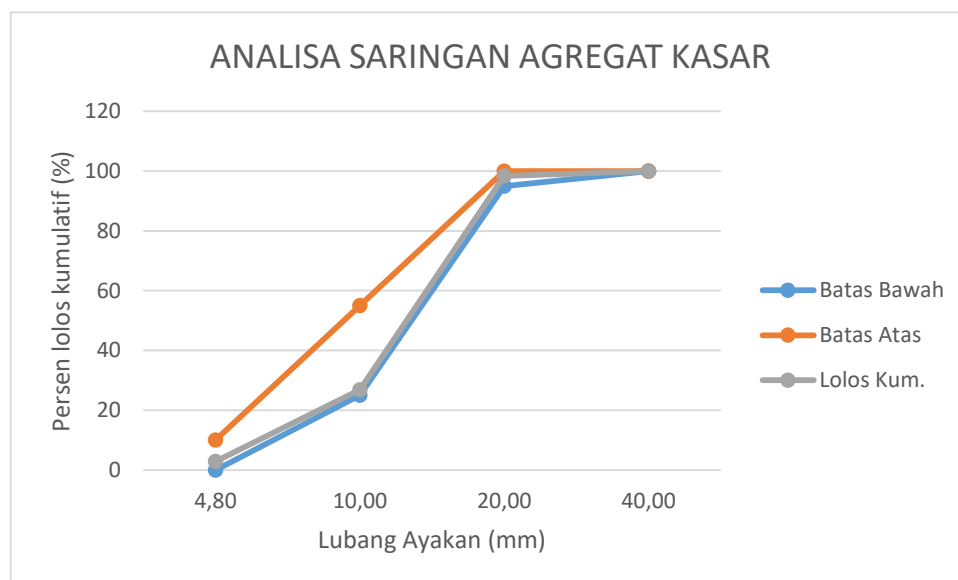
(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT
 KASAR UKURAN 20 MM
 (SNI-03-1968-1990)**

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR UKURAN 20 MM



Diperiksa oleh
 Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT KASAR UKURAN 20
 MM
 (SNI-03-4804-1998)**

Uraian	Hasil	
Berat Tabung	10,35	kg
Berat Tabung +a gregat SSD	17,39	kg
Berat Agregat	7040	gram
Volume Tabung	5204,799	cm ³
Berat Volume Padat	1,353	gram/cm ³

Diperiksa oleh
 Laboran

Dikerjakan oleh

(Darussalam, A.Md.)

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT KASAR UKURAN
 20 MM
 (SNI-03-4804-1998)**

Uraian	Hasil	
Berat Tabung	10.35	kg
Berat Tabung + agregat SSD	16.85	kg
Berat Agregat	6500	gram
Volume Tabung	5204,799	cm ³
Berat Volume Gembur	1,249	gram/cm ³

Diperiksa oleh
 Laboran

Dikerjakan oleh

(Darussalam, A.Md.)

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI TEKAN SILINDER BETON (SNI 03-1974-2011)

Tabel Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton SCC K-500

Variasi Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
5%	S1	149,1	299,5	17460,03734	12,8	530000	30,355
	S2	149,7	302,9	17600,84353	12,9	550000	31,249
	S3	149,6	301,9	17577,33656	12,7	660000	37,548
	S4	150,4	302,3	17765,83212	12,7	525000	29,551
	S5	150,2	303,2	17718,61398	12,5	650000	36,685
	S6	151,4	301,5	18002,86529	12,4	705000	39,160
6%	S1	152,1	299	18169,72313	12,9	525000	28,894
	S2	150,1	302,4	17695,02848	13,2	590000	33,343
	S3	152,2	303,1	18193,62279	12,8	625000	34,353
	S4	149,8	304,3	17624,3662	12,6	580000	32,909
	S5	150,8	301	17860,45689	12,3	515000	28,835
	S6	151,2	303,8	17955,33299	12,3	810000	45,112
7%	S1	151,1	300,4	17931,5904	12,8	695000	38,758
	S2	151,2	302,7	17955,33299	12,9	585000	32,581
	S3	149,1	302,3	17460,03734	12,7	795000	45,533
	S4	150,6	302,8	17813,11309	12,7	540000	30,315
	S5	150	303,7	17671,45868	12,5	545000	30,841
	S6	149,3	301,3	17506,90991	12,4	890000	50,837

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI TEKAN SILINDER BETON
(SNI 03-1974-2011)

Lanjutan Tabel Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton SCC K-500

Variasi Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
8%	S1	150,5	302,2	17789,46475	12,9	900000	50,592
	S2	152,4	304,1	18241,46925	13,2	650000	35,633
	S3	150,2	304	17718,61398	12,8	755000	42,611
	S4	150,5	302,9	17789,46475	12,6	820000	46,095
	S5	150,2	302,7	17718,61398	12,3	890000	50,230
	S6	150,7	302,9	17836,77714	12,3	770000	43,169
9%	S1	150,7	302	17836,77714	12,9	535000	29,994
	S2	151,3	303,4	17979,09128	13,2	715000	39,768
	S3	151,2	301,3	17955,33299	12,8	720000	40,100
	S4	149,8	303,3	17624,3662	12,6	610000	34,611
	S5	150,3	302,7	17742,2152	12,3	830000	46,781
	S6	150,7	304,2	17836,77714	12,3	510000	28,593
10%	S1	149,6	302	17577,33656	12,9	685000	38,971
	S2	150,5	304,5	17789,46475	13,2	695000	39,068
	S3	149,7	302	17600,84353	12,8	500000	28,408
	S4	152,6	302,7	18289,37854	12,6	570000	31,166
	S5	149,7	302,1	17600,84353	12,3	300000	17,045
	S6	151	300	1790786352	12,3	910000	50,816

Diperiksa oleh
 Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ikhlasul Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI TARIK SILINDER BETON
(SNI 03-2491-2002)

Tabel Rekapitulasi Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SCC K-500

Variasi Sampel		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Selimut (mm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
5%	S7	150,7	303,2	143546,4055	12,3	262000	3,650	3,335
	S8	150,1	302,1	142456,1786	12,7	164000	2,302	
	S9	150,1	302,6	142691,9551	12,7	289000	4,051	
6%	S7	150,9	302,1	143215,4387	12,9	243000	3,393	4,010
	S8	150,1	300,4	141654,5384	12,3	289000	4,080	
	S9	151,3	301,9	143500,0042	12,8	327000	4,557	
7%	S7	150,4	304,6	143922,14	12,7	286000	3,974	3,918
	S8	151,4	303,7	144450,9957	12,5	270000	3,738	
	S9	151	302,6	143547,5365	12,7	290000	4,040	
8%	S7	150,3	304,5	143779,2289	12,4	298000	4,145	4,319
	S8	151,3	305,1	145021,0377	12,5	335000	4,620	
	S9	150,1	303,5	143116,3529	12,1	300000	4,192	
9%	S7	151,1	303,5	144069,8263	12,6	320000	4,442	3,951
	S8	150,6	302,9	143309,2153	12,5	268000	3,740	
	S9	152,1	302,2	144402,1125	12,6	265000	3,670	
10 %	S7	150,5	301,8	142693,9658	12,4	227000	3,182	3,845
	S8	149,7	303,1	142546,845	12,5	248000	3,480	
	S9	151,2	302,3	143595,163	12,4	350000	4,875	

Diperiksa oleh
 Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI MODULUS ELASTISITAS BETON SCC K-400

Tabel Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas Beton SCC K-400

Variasi Sampel K-400		f _c (MPa)	ASTM C-469 (MPa)	Rata-rata ASTM C-469 (MPa)	SNI-2487-2019 (MPa)	Rata-rata SNI 2019 (MPa)
			$E_c = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\epsilon_2 - 0,000050}$		$E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$	
5%	S4	29,434	26076,2823	33382,03927	25498,77499	26080,47345
	S5	30,821	35507,4086		26092,62164	
	S6	32,151	38562,4269		26650,02371	
6%	S1	35,367	29040,5698	27912,50053	27950,97547	27041,15
	S5	30,313	25869,8241		25876,89957	
	S6	33,728	28827,1077		27295,56212	
7%	S4	31,944	34487,2392	32625,39767	26563,89857	24926,89296
	S5	22,278	31824,7893		22183,55383	
	S6	30,680	31564,1645		26033,22649	

Diperiksa oleh
Laboran

Dikerjakan oleh

(Darussalam, A.Md.)

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI KUAT LENTUR BETON

Tabel Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton SCC K-500

Variasi Sampel		Lebar patah (mm)	Tinggi patah (mm)	Jarak rata-rata patah (mm)	Berat Beton (kg)	Beban (N)	Kuat lentur (MPa)	Rata-rata (MPa)
5 %	B1	105	104	148	9,3	14175,45	5,542	4,777
	B2	110	101	146	9,5	12507,75	4,882	
	B3	110	102	142	9,3	10496,7	3,907	
6 %	B1	111	102	147	8,6	12164,4	4,645	5,122
	B2	100	103	145	8,8	12066,3	4,948	
	B3	100	103	145	9,3	14077,35	5,772	
7 %	B1	105	102	146	8,6	13096,35	5,251	4,650
	B2	105	104	138	9,4	11624,85	4,238	
	B3	103	103	141	9,4	11526,75	4,462	
8 %	B1	100	100	144	8,4	14077,35	6,081	5,274
	B2	101	101	143	9,1	13439,7	5,596	
	B3	103	104	142	9,5	10840,05	4,145	
9 %	B1	105	103	148	9,1	12900,15	5,142	5,205
	B2	105	104	139	9,1	14420,7	5,295	
	B3	103	102	145	9,2	12753	5,177	
10 %	B1	101	103	148	9	12605,85	5,223	4,946
	B2	100	102	147	9	12017,25	5,094	
	B3	103	108	142	9,3	12753	4,522	

Diperiksa oleh
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI *HAMMER TEST*

Tabel Hasil Pengujian *Hammer Test* Beton SCC K-500

Variasi	Rata-Rata Pukulan	Kuat Tekan (MPa)
5%	22,944	18
6%	19,056	14
7%	21,944	16,3
8%	20,944	15
9%	22,833	18
10%	22,111	16,2

Diperiksa oleh
Laboran

Dikerjakan oleh

(Darussalam, A.Md.)

(Ikhlusal Amal)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI UPV
Hasil Pengujian UPV Beton SCC K-500

Variasi		Jarak (mm)	Velocity (m/s)	Velocity Rata-Rata (m/s)	Keterangan	Velocity Rata- Rata Keseluruhan (m/s)
5%	S7	303.2	4633	4700.333	excellent	4653,556
	S8	302.1	4763			
	S9	302.6	4705			
6%	S7	302.1	4630	4674.667	excellent	
	S8	300.4	4734			
	S9	301.9	4660			
7%	S7	304.6	4590	4559.333	excellent	
	S8	303.7	4559			
	S9	302.6	4529			
8%	S7	304.5	4734	4663.667	excellent	
	S8	305.1	4658			
	S9	303.5	4599			
9%	S7	303.5	4734	4695	excellent	
	S8	302.9	4660			
	S9	302.2	4691			
10%	S7	301.8	4734	4628.333	excellent	
	S8	303.1	4630			
	S9	302.3	4521			

Diperiksa oleh
 Laboran

Dikerjakan oleh

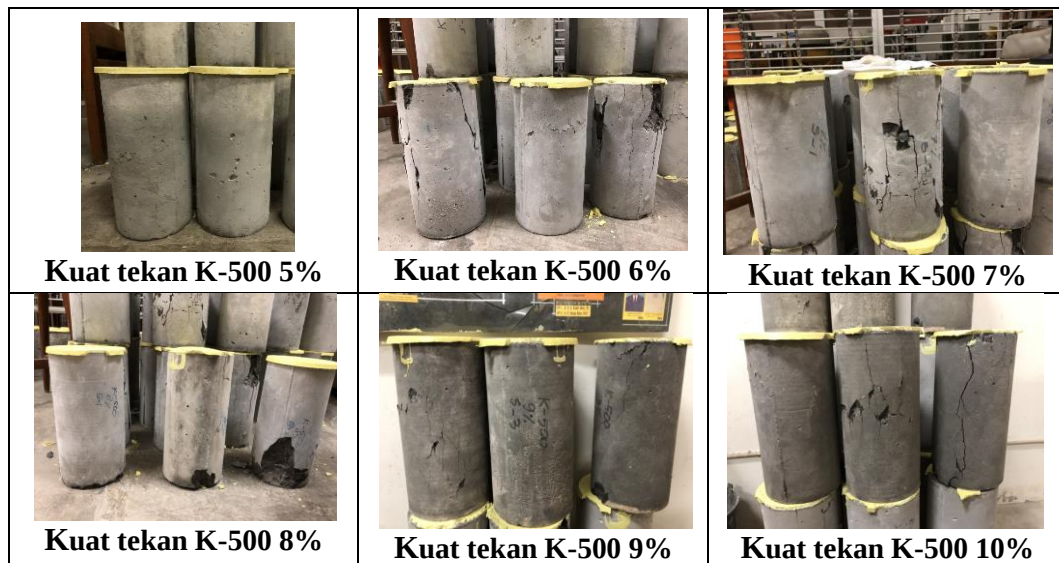
(Darussalam, A.Md.)

(Ikhlusal Amal)

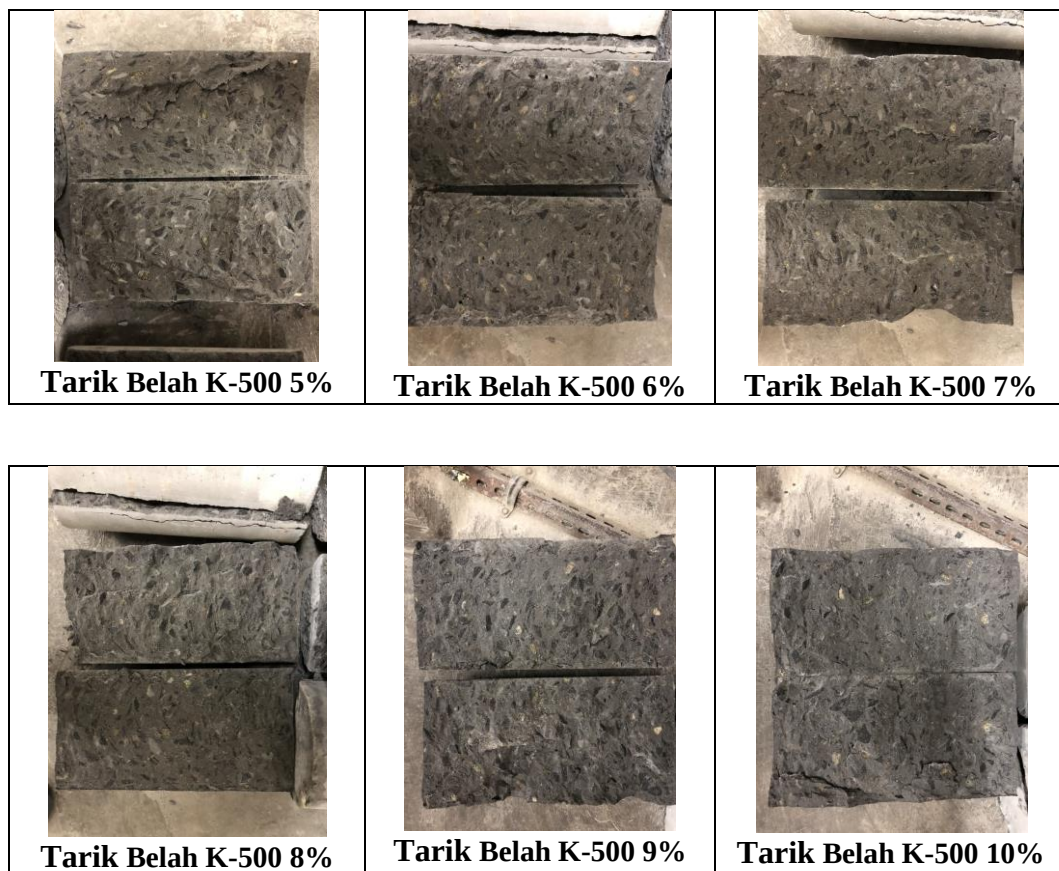
LAMPIRAN III

GAMBAR BENDA UJI

Hasil Gambar Pengujian Kuat Tekan Beton



Hasil Gambar Pengujian Kuat Tarik Belah Beton



Hasil Gambar Pengujian Kuat Lentur Beton

