

TUGAS AKHIR

**ANALISA KUAT TEKAN *SELF COMPACTING CONCRETE*
DENGAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTIZER TYPE F* DAN
RETARDER TYPE D PADA METODE *FAST TRACK***

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

Muhammad Dicky Ramadhan

NIM : 30201900133

Muhammad Firdaus Syukrillah

NIM : 30201900138

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KUAT TEKAN *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN
PENAMBAHAN *SUPERPLASTIZER* TYPE F DAN *RETARDER* TYPE D
PADA METODE FAST TRACK



Muhammad Dicky Ramadhan
NIM : 30201900133



Muhammad Firdaus Syukrillah
NIM : 30201900138

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 18 Januari 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Ir. H. Rachmat Mudyono, MT., Ph. D**
NIDN: 0605016802
2. **Juny Andry Sulisty, ST., MT**
NIK: 210222097
3. **Ir. Gata Dian Asfari, MT**
NIDN: 0628055801

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No : 18 / A.2 / SA - T / IX / 2022

Pada hari ini tanggal 21-09-2022 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping :

1. Nama : Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing I
2. Nama : Juny Andry Sulistiyo, ST., MT.
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Muhammad Dicky Ramadhan Muhammad Firdaus Syukrillah
NIM : 30201900133 NIM : 30201900138

Judul : Analisa Kuat Tekan *Self Compacting Concrete* dengan Penambahan *Superplastizer Type F* dan *Retarder Type D* pada Metode *Fast Track*

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	15/09/2022	
2	Proposal	27/10/2022	ACC
3	Pengumpulan data	07/11/2022	
4	Analisis data	23/11/2022	
5	Penyusunan laporan	29/12/2022	
6	Selesai laporan	23/01/2023	ACC

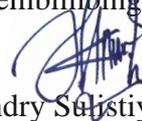
Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama



Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D

Dosen Pembimbing Pendamping



Juny Andry Sulistiyo, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : Muhammad Dicky Ramadhan
NIM : 30201900133
2. NAMA : Muhammad Firdaus Syukrillah
NIM : 30201900138

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang Berjudul :
Analisa Kuat Tekan Self Compacting Concrete dengan Penambahan Superplastizer Type F dan Retarder Type D pada Metode Fast Track
benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka kami bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 23/01/2023
Yang membuat pernyataan,


Muhammad Dicky Ramadhan
NIM : 30201900133


Muhammad Firdaus Syukrillah
NIM : 30201900138



PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. NAMA : Muhammad Dicky Ramadhan

NIM : 30201900133

2. NAMA : Muhammad Firdaus Syukrillah

NIM : 30201900138

JUDUL TUGAS AKHIR : Analisa Kuat Tekan *Self Compacting Concrete* dengan Penambahan *Superplastizer Type F* dan *Retarder Type D* pada Metode *Fast Track*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli kami sendiri. Kami tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasi sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini kami buat.

Semarang, 23/01/2023

Yang membuat pernyataan,

Muhammad Dicky Ramadhan

NIM : 30201900133

Muhammad Firdaus Syukrillah

NIM : 30201900138

MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ
عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ ۗ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا
لَّهُمْ ۚ مِنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ

Artinya: Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik. (QS. Ali 'Imran ayat 110)

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا يَسْخَرْ قَوْمٌ مِّنْ قَوْمٍ عَسَىٰ أَن يَكُونُوا
خَيْرًا مِّنْهُمْ وَلَا نِسَاءٌ مِّنْ نِّسَاءٍ عَسَىٰ أَن يَكُنَّ خَيْرًا مِّنْهُنَّ وَلَا
تَلْمِزُوا أَنفُسَكُمْ وَلَا تَنَابَزُوا بِالْأَلْقَابِ ۚ بِئْسَ الْإِسْمُ الْفُسُوقِ بَعْدَ
الْإِيمَانِ ۚ وَمَنْ لَّمْ يَتُبْ فَأُولَٰئِكَ هُمُ الظَّالِمُونَ

Artinya: Hai orang-orang yang beriman, janganlah sekumpulan orang laki-laki merendahkan kumpulan yang lain, boleh jadi yang ditertawakan itu lebih baik dari mereka. Dan jangan pula sekumpulan perempuan merendahkan kumpulan lainnya, boleh jadi yang direndahkan itu lebih baik. Dan janganlah suka mencela dirimu sendiri dan jangan memanggil dengan gelaran yang mengandung ejekan. Seburuk-buruk panggilan adalah (panggilan) yang buruk sesudah iman dan barangsiapa yang tidak bertobat, maka mereka itulah orang-orang yang zalim. (QS. Al Hujurat ayat 11)

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۚ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۚ

Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. (QS. Al Insyirah ayat 5-6)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Warnadi dan Ibu Umi Salamah, kakak saya Adib Fazwar Irhami dan keponakan saya El Pradipta serta keluarga besar.
Terima kasih sudah memberi doa, waktu, tenaga dan materi hingga saat ini, yang selalu sabar serta menanti hingga akhirnya tercapai untuk menyelesaikan pendidikan Strata – 1.
2. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph. D.
Sebagai Dosen Pembimbing terima kasih atas waktu serta masukan selama berdiskusi hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini, yang senantiasa sabar dan ikhlas dalam membimbing kami.
3. Bapak Juny Andry Sulistiyo, ST., MT.
Sebagai Dosen Pembimbing Pendamping terima kasih atas waktu serta masukan selama berdiskusi hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini, yang senantiasa sabar dan ikhlas dalam membimbing kami.
4. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik UNISSULA
Terima kasih telah memberi pengalaman, sebagai teman berdiskusi, bertukar pengalaman dan pikiran, serta terimakasih karena sudah terlalu banyak merepotkan.
5. Teman – Teman
Terima kasih kepada rekan saya, Muhammad Firdaus Syukrillah, kekasih saya Helena Margoutomo, teman saya Lesmono, teman – teman angkatan 2019, kakak tingkat, adek tingkat yang telah membantu dan bersedia untuk direpotkan.

Muhammad Dicky Ramadhan

NIM : 30201900133

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Mubasir dan Ibu Fitriyati, adik saya Muhammad Nafis Al Fathi serta keluarga besar.
Terima kasih sudah memberi doa, waktu, tenaga dan materi hingga saat ini, yang selalu sabar serta menanti hingga akhirnya tercapai untuk menyelesaikan pendidikan Strata – 1.
2. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph. D.
Sebagai Dosen Pembimbing terima kasih atas waktu serta masukan selama berdiskusi hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini, yang senantiasa sabar dan ikhlas dalam membimbing kami.
3. Bapak Juny Andry Sulistiyo, ST., MT.
Sebagai Dosen Pembimbing Pendamping terima kasih atas waktu serta masukan selama berdiskusi hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini, yang senantiasa sabar dan ikhlas dalam membimbing kami.
4. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik UNISSULA
Terima kasih telah memberi pengalaman, sebagai teman berdiskusi, bertukar pengalaman dan pikiran, serta terimakasih karena sudah terlalu banyak merepotkan.
5. Teman – Teman
Terima kasih kepada rekan saya Muhammad Dicky Ramadhan, Lesmono, Giftara Lutfy Arina, teman saya Afrih Hawwinna, Deri Iman Prasetya, Wisnu Gita Pratama dan teman – teman angkatan 2019, kakak tingkat, adek tingkat yang telah membantu dan bersedia untuk direpotkan.

Muhammad Firdaus Syukrillah

NIM : 30201900138

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Kuat Tekan Self Compacting Concrete dengan Penambahan *Superplastizer Type F* dan *Retarder Type D* pada Metode *Fast Track*“ guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Rusli Ahyar, ST., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
2. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D. selaku dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Juny Andry Sulistiyo, ST., MT. selaku dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Seluruh Karyawan Fakultas Teknik UNISSULA yang telah banyak membantu selama menempuh pendidikan Strata – 1.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi pembaca.

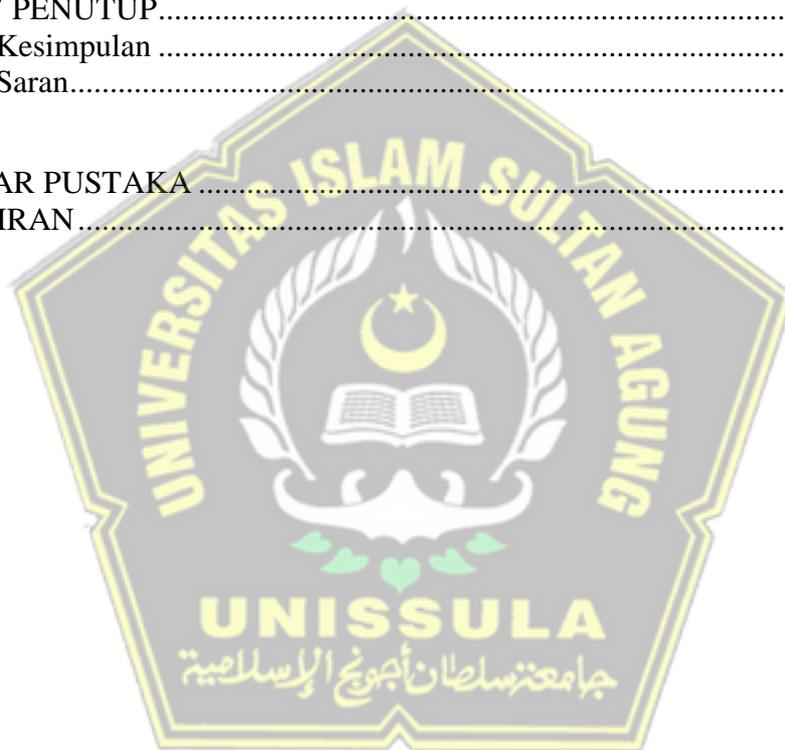
Semarang, Januari, 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Definisi Self Compacting Concrete (SCC)	4
2.2. Karakteristik Self Compacting Concrete (SCC)	5
2.3. Metode Tes.....	8
2.3.1. Slump Flow Test.....	8
2.3.2. Pengujian kuat tekan.....	9
2.4. Material Self Compacting Concrete (SCC).....	11
2.4.1. Agregat	11
2.4.2. Portland cement	15
2.4.3. Superplasticizer	16
2.4.4. Retarder	16
2.4.5. Air.....	16
2.5. Penelitian Self Compacting Concrete (SCC)	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1. Persiapan	23
3.2. Bahan.....	23
3.3. Peralatan.....	24
3.4. Pembuatan Benda Uji.....	24
3.5. Uji Tekan.....	26
3.6. Bagan Alir	27
3.7. Metode Analisis	28

BAB IV HASIL PENELITIAN	30
4.1. Hasil Pengujian Material.....	30
4.1.1. Agregat Halus.....	30
4.1.2. Agregat Kasar.....	37
4.2. Komposisi Material Beton	43
4.3. Mix Design SCC	48
4.4. Kuat Tekan Beton Normal	48
4.5. Kuat Tekan <i>Fast Track</i> 4 Hari	50
4.6. Kuat Tekan <i>Fast Track</i> 7 Hari	52
4.7. Kuat Tekan <i>Fast Track</i> 28 Hari	55
4.8. Hasil Uji Slump Test.....	58
4.9. Kuat Tekan Rata-Rata.....	60
BAB V PENUTUP.....	65
5. 1. Kesimpulan	65
5.2. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	70



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Sifat Struktural SCC.....	6
Tabel 2. 2. Nilai Kalibrasi beton	10
Tabel 2. 3. Sifat-sifat Agregat Kasar.....	12
Tabel 2. 4. Penelitian Self Compacting Concrete (SCC)	17
Tabel 4. 1. Ketentuan Penerimaan Hasil Uji untuk SCC	9
Tabel 4. 2. Sifat-sifat Agregat Halus.....	14
Tabel 4. 3. Data Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	30
Tabel 4. 4. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	31
Tabel 4. 5. Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus.....	32
Tabel 4. 6. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus.....	33
Tabel 4. 7. Data Penyaringan Agregat Halus	34
Tabel 4. 8. Hasil Perhitungan Analisa saringan Agregat Halus,k.....	36
Tabel 4. 9. Data Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	37
Tabel 4. 10. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	38
Tabel 4. 11. Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus.....	39
Tabel 4. 12. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar.....	40
Tabel 4. 13. Data Penyaringan Agregat Kasar	41
Tabel 4. 14. Hasil Perhitungan Analisa saringan Agregat Kasar,.....	42
Tabel 4. 15. Komposisi Material Campuran	43
Tabel 4. 16. Persentase Komposisi Material Campuran Beton Normal per 1 m ³ .	43
Tabel 4. 17. Komposisi Material Campuran dengan zat adiktif	43
Tabel 4. 18. Persentase Komposisi Material Campuran per 1 m ³ variasi 1 (satu)	44
Tabel 4. 19. Persentase Komposisi Material Campuran per 1 m ³ variasi 2 (dua).	44
Tabel 4. 20. Persentase Komposisi Material Campuran per 1 m ³ variasi 3 (tiga)	44
Tabel 4. 21. Komposisi Material Campuran dengan zat aditif per 0,02 m ³	45
Tabel 4. 22. <i>Job Mixed Design</i>	48
Tabel 4. 23. Tabel Hasil Pengujian Beton Normal	48
Tabel 4. 24. Hasil Pengujian Beton SCC Umur 4 Hari.....	50
Tabel 4. 25. Hasil Pengujian Beton SCC Umur 7 Hari.....	53
Tabel 4. 26. Hasil Pengujian Beton SCC Umur 28 Hari.....	55
Tabel 4. 27. Hasil <i>Slump test</i>	58
Tabel 4. 28. Kuat Tekan Rata-rata Beton Normal	60
Tabel 4. 29. Kuat Tekan Rata-rata Beton SCC Umur 4 Hari.....	61
Tabel 4. 30. Kuat Tekan Rata-rata Beton SCC Umur 7 Hari.....	62
Tabel 4. 31. Kuat Tekan Rata-rata Beton SCC Umur 28 Hari.....	63
Tabel 4. 32. Kuat Tekan Rata-rata Beton Variasi	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Prinsip dasar produksi <i>Self Compacting Concrete</i>	6
Gambar 2. 2. Alat <i>Slump Flow Test</i>	8
Gambar 2. 3. Alat Uji Kuat Tekan Beton.....	10
Gambar 2. 4. Perbandingan beton normal dengan SCC.....	11
Gambar 3. 1. Bagan Alir Penelitian	27
Gambar 4. 1. Grafik Analisa Saringan Agregat Halus.....	36
Gambar 4. 2. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar,.....	42
Gambar 4. 3. Hubungan antara kuat tekan rata-rata dan Faktor Air Semen	47
Gambar 4. 4. Grafik Kuat Tekan Beton Normal Umur 4 Hari	49
Gambar 4. 5. Grafik Kuat Tekan Beton Normal Umur 7 Hari	49
Gambar 4. 6. Grafik Kuat Tekan Beton Normal Umur 28 Hari	50
Gambar 4. 7. Grafik Kuat Tekan SP 0,70% RTD 0,20% H4.....	51
Gambar 4. 8. Grafik Kuat Tekan SP 1,2% RTD 0,3% H4.....	52
Gambar 4. 9. Grafik Kuat Tekan SP 1,5% RTD 0,40% H4.....	52
Gambar 4. 10. Grafik Kuat Tekan SP 0,7% RTD 0,20% H7.....	54
Gambar 4. 11. Grafik Kuat Tekan SP 1,2% RTD 0,30% H7.....	54
Gambar 4. 12. Grafik Kuat Tekan SP 1,5% RTD 0,40% H7.....	55
Gambar 4. 13. Grafik Kuat Tekan SP 0,7% RTD 0,20% H28.....	56
Gambar 4. 14. Grafik Kuat Tekan SP 0,3% RTD 0,30% H28.....	57
Gambar 4. 15. Grafik Kuat Tekan SP 1,5% RTD 0,40% H28.....	57
Gambar 4. 16. Grafik hasil uji slump sec.....	58
Gambar 4. 17. Grafik hasil uji <i>slump flow</i>	59
Gambar 4. 18. Grafik kuat tekan rata-rata beton normal 4, 7 dan 28 hari	60
Gambar 4. 19. Grafik kuat tekan rata-rata <i>fast track</i> 4 hari	61
Gambar 4. 20. Grafik kuat tekan rata-rata <i>fast track</i> 7 hari	62
Gambar 4. 21. Grafik kuat tekan rata-rata <i>fast track</i> 28 hari	63
Gambar 4. 22. Grafik Kuat Tekan Rata-rata Beton Variasi.....	64

ANALISA KUAT TEKAN *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTIZER TYPE F* DAN *RETARDER TYPE D* PADA METODE *FAST TRACK*

Abstrak

Self Compacting Concrete (SCC) atau beton memadat sendiri merupakan beton inovatif yang dapat mengalir sendiri tanpa menggunakan alat pemadat (vibrator). Perkembangan beton diawali pada tahun 1990-an di Jepang sebagai alternative komponen gedung dengan geometri kompleks yang tidak dapat dilakukan oleh pengecoran beton konvensional. Penelitian mengenai komposisi beton SCC masih terus dikembangkan untuk mendapatkan komposisi dengan bahan yang lebih baik lagi. Hal ini melatarbelakangi peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisa Kuat Tekan *Self Compacting Concrete* Dengan Penambahan *Superplastizer Type F* Dan *Retarder Type D* pada Metode *Fast Track*”.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan beton SCC *fast track* $f_c'30$ pada umur 4 hari dan mengetahui pengaruh persentase penambahan zat aditif *superplastizer type F* dan *retarder type D* terhadap kuat tekan beton. Metode penelitian yang peneliti gunakan adalah metode eksperimental-laboratoris dengan membuat benda uji berupa silinder beton dengan ukuran 15x30 cm dengan menggunakan tiga varian campuran zat aditif yaitu 0,7% *superplastizer* 0,2% *retarder* ; 1,2% *superplastizer* 0,3% *retarder* ; dan 1,5% *superplastizer* 0,4% *retarder*.

Dari hasil analisa pengujian beton SCC ini didapatkan nilai kuat tekan beton pada umur 4 hari dengan campuran masing-masing *superplastizer type F* dan *retarder type D* adalah 0,7% *superplastizer* 0,2% *retarder* ; 1,2% *superplastizer* 0,3% *retarder* ; dan 1,5% *superplastizer* 0,4% *retarder* dengan hasil kuat tekan sebesar 178,358 kg/cm² , 195,938 kg/cm², dan 196,835 kg/cm². Pengaruh persentase penambahan zat aditif *superplastizer type F* dan *retarder type D* terhadap kuat tekan beton ditunjukkan pada peningkatan hasil uji tekan setiap variasi campuran. Nilai kuat tekan tertinggi pada umur 4 hari adalah 196,835 kg/cm² pada variasi ketiga. Nilai kuat tekan tertinggi pada umur 7 hari adalah 236,614 kg/cm² pada variasi ketiga. Nilai kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari adalah 307,495 kg/cm² pada variasi ketiga sekaligus nilai ini menjadi nilai kuat tekan maksimum persentase campuran zat aditif *superplasticizer* dan *retarder* dengan nilai (f.a.s) 0,3.

Kata Kunci: *Self Compacting Concrete*, *superplastizer*, *retarder*

ANALYSIS OF THE COMPRESSIVE STRENGTH OF SELF COMPACTING CONCRETE WITH THE ADDITION OF SUPERPLASTIZER TYPE F AND RETARDER TYPE D ON THE FAST TRACK METHOD

Abstract

Self Compacting Concrete (SCC) is an innovative concrete that can flow on its own without using a vibrator. The development of concrete began in the 1990s in Japan as an alternative to building components with complex geometries that conventional concrete could not do. The research on the composition of SCC concrete is still being developed to obtain even better compositions. This is the background for the researcher's interest in conducting research with the title "Analysis of the Compressive Strength of Self Compacting Concrete with the Addition of Type F Superplastizer and Type D Retarder on the Fast Track Method".

The purpose of this study was to determine the compressive strength of SCC fast track fc'30 concrete at 4 days of age and to determine the effect of the percentage addition of type F superplastizer and type D retarder on the compressive strength of concrete. The research method that the researchers used was an experimental-laboratory method by making test objects in the form of concrete cylinders with a size of 15x30 cm using three variants of the additive mixture, that is 0.7% superplastizer 0.2% retarder; 1.2% superplastizer 0.3% retarder ; and 1.5% superplastizer 0.4% retarder.

From the results of the analysis of the SCC concrete test, it was found that the compressive strength of concrete at 4 days of age with a mixture of each type F superplastizer and type D retarder was 0.7% superplastizer 0.2% retarder; 1.2% superplastizer 0.3% retarder ; and 1.5% superplastizer 0.4% retarder with compressive strength results of 178.358 kg/cm² , 195.938 kg/cm² and 196.835 kg/cm². The effect of the percentage addition of type F superplastizer and type D retarder additives on the compressive strength of concrete is shown in the increase in the compressive test results for each variation of the mix. The highest compressive strength value at 4 days of age is 196.835 kg/cm² in the third variation. The highest compressive strength value at the age of 7 days was 236.614 kg/cm² in the third variation. The highest compressive strength value at the age of 28 days was 307.495 kg/cm² in the third variation and at the same time this value is the maximum compressive strength value of the percentage mixture of superplastizer and retarder additives with a value of (f.a.s) 0.3.

Keyword: *Self compacting concrete, superplastizer, retarder*

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Self Compacting Concrete (SCC) atau inovatif dapat mengalir secara mandiri tanpa menggunakan vibrator dan kemudian mengisi ruang bekisting hingga jenuh tanpa segregasi. Kecuali penambahan *superplasticizer*, komposisi material beton SCC sedikit berbeda dengan beton konvensional pada umumnya seperti semen, air, agregat halus, dan agregat kasar.

Beton SCC memiliki banyak manfaat, antara lain kemampuannya untuk mempercepat waktu konstruksi, meningkatkan kualitas, dan menghemat biaya. Pada 1990-an, beton SCC dikembangkan di Jepang sebagai alternatif pengecoran beton konvensional untuk konstruksi komponen bangunan artistik dan geometris yang rumit. Untuk menghasilkan komposisi material yang lebih unggul lagi, penelitian komposisi material beton SCC terus dilakukan.

Superplasticizer merupakan salah satu bahan penting dalam produksi SCC. Penelitian untuk mengetahui nilai kuat tekan dari komposisi beton yang mendapatkan zat aditif *superplasticizer* pada campuran beton yang tepat agar dapat menghasilkan SCC. Menurut Nugraha (2015) bahwa beton dengan mutu tinggi dengan kuat tekan 50 - 80 Mpa dapat dicapai dengan penambahan admixture *superplasticizer* dengan syarat faktor air semen (f.a.s) yang rendah. Lebih lanjut menurut Okamura, Hajime dan M. Ouchi bahwa beton SCC meskipun bersifat lebih cair (*flow*) dari beton normal (konvensional) SCC memiliki tingkat porositas yang lebih kecil karena dipengaruhi oleh penggunaan bahan tambah kimia *superplasticizer* yang dapat meningkatkan kemudahan beton untuk ditempatkan (*Workability*).

Fast Track merupakan metode yang digunakan pada pengerjaan perkerasan jalan dengan tujuan pembukaan lalu lintas lebih cepat. Sesuai dengan penerapan beton SCC yang memiliki tingkat derajat pengerjaan (*workability*) tinggi hal ini berpengaruh dalam perkembangan dunia teknologi beton yang mengarah pada beton dengan tingkat fluiditas tinggi sehingga tidak perlu lagi bantuan pemadatan.

Pada penelitian ini, peneliti melakukan penambahan kadar *superplasticizer type F* dan *retarder type D* pada komposisi beton SCC $F_c '30$. Kombinasi jenis zat adiktif

superplasticizer type F dan retarder type D, pasir, kerikil dan semen yang digunakan dalam penelitian ini juga dapat mempengaruhi hasil akhirnya.

Oleh karena hal itu, dalam Tugas Akhir ini peneliti tertarik melakukan penelitian lagi dengan variasi kombinasi zat adiktif *superplasticizer type F dan retarder type D* dengan metode *Fast Track*

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini peneliti menemukan rumusan masalah meliputi :

1. Bagaimana kuat tekan campuran Beton SCC (*Self Compacting Concrete*) *fast track* fc 30 pada umur 4 hari ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan zat aditif *superplastizer type F dan retarder type D* terhadap kuat tekan beton ?

1.3. Tujuan

Pada penelitian ini peneliti menemukan tujuan meliputi :

1. Mengetahui kuat tekan Beton SCC (*Self Compacting Concrete*) *fast track* fc 30 pada umur 4 hari.
2. Mengetahui pengaruh persentase penambahan zat aditif *superplastizer type F dan retarder type D* terhadap kuat tekan beton.

1.4. Manfaat

Pada penelitian ini peneliti menemukan tujuan meliputi :

1. Mengkaji kuat tekan Beton SCC (*Self Compacting Concrete*) *fast track* fc 30 pada umur 4 hari.
2. Mengkaji pengaruh persentase penambahan zat aditif *superplastizer type F dan retarder type D* terhadap kuat tekan beton.

1.5. Batasan masalah

Adapun batasan ruang lingkup penelitian ini adalah:

- a. Pengujian yang dilakukan pada beton keras meliputi kuat tekan.
- b. Umur pengujian kuat tekan Beton untuk SCC (*Self Compacting Concrete*) 4, 7, dan 28 hari.
- c. Kuat tekan rencana SCC (*Self Compacting Concrete*) $f_c'30$.
- d. *Superplasticizer* menggunakan *Superplasticizer type F* dan *Retarder type D*.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Self Compacting Concrete (SCC)

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan percampuran beton yang dipadatkan tanpa memakai alat penggetar (*vibrator*). Beton SCC mampu mengisi ketinggian permukaan yang diinginkan secara merata (*self-leveling*) dan kompak ke semua sudut struktur bangunan tanpa *bleeding* atau segregasi. Beton SCC juga dapat menekan tingkat konsumsi penggunaan peralatan yang sangat sedikit atau bahkan tidak dipadatkan sama sekali. (Budi et al,2018).

Manfaat-manfaat *Self Compacting Concrete* atau Beton SCC antara lain :

- a. Berkurangnya durasi pembangunan serta jumlah yang dibayarkan kepada pekerja.
- b. Getaran dan pepadatan beton dapat dihilangkan untuk mencapai tingkat kepadatan yang optimal.
- c. Mencegah kebisingan yang telah mengganggu lingkungan
- d. Memanfaatkan vibrator atau compactor untuk menambahkan kepadatan komponen dan struktur beton yang sulit diperoleh.
- e. Meningkatkan kualitas keseluruhan dari struktur beton.. (Widodo,2017)

Untuk mencapai pengenceran yang optimal, Pengaturan ukuran agregat, porsi agregat, dan campuran *superplasticizer* digunakan dalam campuran beton ini. Hal ini memungkinkan campuran mengalir secara mandiri tanpa memerlukan pemat. Beton yang telah dituangkan ke dalam cetakan dapat mengalir dengan sendirinya untuk mengisi seluruh ruang menggunakan hukum gravitasi, bahkan saat pengecoran beton yang memiliki tulangan yang sangat rapat. Berat campuran beton memungkinkan beton ini mengalir ke semua retakan pengecoran. (Sharifi et al, 2019).

Secara umum komponen penyusun pada beton bisa terdapat dua kategori ialah bahan pasif dan aktif. (Lee & Ludwig, 2016). Air dan semen Portland membentuk kelompok aktif, agregat yang terbagi menjadi agregat kasar dan halus, membentuk kelompok pasif dan meningkatkan volume (Revilla et al, 2020). Perekat atau pengikat adalah nama yang diberikan kepada kelompok pasif. Selama proses pencampuran, zat selain agregat, semen dan air ditambahkan ke campuran beton

sebagai bahan tambahan (Asteris et al, 2019). Tujuan penambahan material ialah guna merubah sifat pada beton menjadi baik guna melakukan pekerjaan, meningkatkan nilai ekonomisnya, serta sekaligus menghemat energi. (Santos et al, 2019).

Pada studi pustaka ini akan dijelaskan material dan karakteristik dari *Self Compacting Concrete* (SCC).

2.2. Karakteristik Self Compacting Concrete (SCC)

Suatu beton dikatakan SCC apabila sifat dari beton segar memenuhi kriteria sebagai berikut yaitu:

a. *Filling Ability*

Kemampuan campuran beton segar mengisi ruangan atau cetakan dengan beratnya sendiri, untuk mengetahui beton memiliki kemampuan *filling* maka beton segar diuji menggunakan alat *slump cone*, dengan waktu yang diperlukan aliran beton untuk mencapai diameter 50 cm (SF_{50}) 3 – 15 detik dan diameter maksimum yang dicapai aliran beton (SF_{max}) 65 – 75 cm.

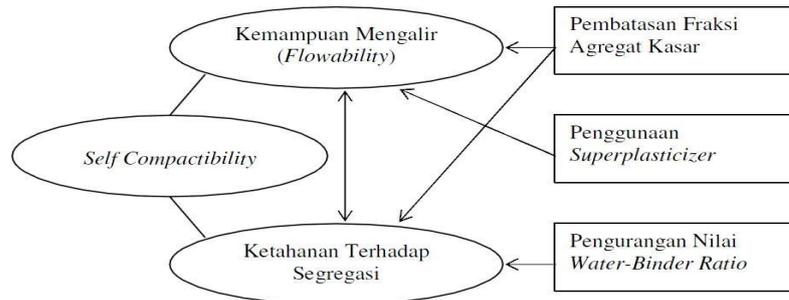
b. *Passing Ability*

Kekuatan beton guna melewati ruang-ruang antara tulangan atau ruang-ruang kecil dalam cetakan ketika baru saja dicampur.

c. *Segregation Resistance*

Kekuatan pada percampuran beton yang segar pada pembedaan atau pemisahan, yang menunjukkan bahwa beton mempunyai sifat tersebut. Waktu yang dibutuhkan beton segar untuk mengalir berkisar antara 7 hingga 13 detik.

Konsep dasar yang diterapkan dalam proses produksi SCC ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Prinsip dasar produksi *Self Compacting Concrete* (Sumber : Google)

Suatu beton dikatakan SCC apabila memiliki sifat struktural yang terdapat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Sifat Struktural *SCC*

Keterangan	SCC
Faktor Air Semen (%)	25 - 40
Rongga Udara (%)	4,5 - 6,0
Kuat Tekan (28 hari) (MPa)	40 - 80
Kuat Tekan (91 hari) (MPa)	55 - 100
Kuat Tarik (28 hari) (MPa)	2,4 - 4,8
Modulus Elastisitas (Gpa)	30 - 36
Susut Regangan ($\times 10^{-6}$)	600 - 800

(Sumber: Google)

Workability, di mana beton dapat dicor dengan cepat dan mudah tanpa pemadatan atau getaran alat, ialah sifat yang terpenting pada beton. Bahkan melalui tulangan yang rapat, beton mengalir dengan mudah tanpa *bleeding* atau *segregasi* atau *bleeding*. (Sasanipour & Aslani, 2020). SCC atau *Self Compacting Concrete* dapat memecahkan masalah pengecoran yang ekstrim karena bisa dipompa secara mudah. *Self-Compacting Concrete* atau *SCC* setelah pengerasan tidak hanya mempunyai tingkat kelecakan atau *workability* yang tinggi, tetapi juga memiliki kekedapan air yang besar, susut deformasi, dan kekuatan yang tinggi karena berkurangnya kadar air. Paling rendah. Juga lebih disukai adalah daya tahan dari waktu ke waktu..

Workability ialah kemudahan beton dapat ditempatkan dan dipadatkan untuk mencegah perdarahan yang berlebihan (*bleeding*) dan pemisahan agregat (*segresi*) karena tidak adanya udara yang terperangkap. *Tes slump* adalah metode umum untuk menentukan tingkat *workability* beton. Uji kemerosotan menghasilkan

pengukuran yang tinggi kegagalan dari uji kerucut, dinyatakan pada sentimeter. Angka slump berkisar antara 0 hingga 8 cm untuk beton tebal, sedangkan berkisar antara 8 hingga 12 cm untuk beton yang lebih mudah dikerjakan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi workabilitas seperti dijelaskan Murdock dan Brook, sebagai berikut :

a. Gradasi Agregat

Beton tersusun atas agregat yang tercampur secara rapih mulai dari yang kecil sampai maksimum hingga semua rongga terisi. Susunan agregat inidimulai dari ukuran saringan terkecil 0,075 mm sampai maksimum 10 mm, 20 mm atau maksimum 30 mm. Dalam teorinya semakin halus agregat yang dipakai akan dibutuhkan lebih banyak semen dibandingkan dengan menggunakan agregat yang lebih besar (Murdock & Brook).

b. Bentuk Partikel

Agregat beton biasanya bersumber dari sungai dan alam, tetapi juga dapat dipecah dari batu besar. Agregat alam, seperti karang atau kerikil, mempunyai permukaan halus, batu pecah berasal dari permukaan kasar dan melengkung. Kekuatan beton yang dihasilkan sangat didukung oleh lekukan dan kekasaran permukaan. (Murdock & Brook).

c. Proporsi Campuran

Dengan mengurangi jumlah campuran semen, bentuk partikel dan gradasi dapat diabaikan.

d. Kadar Air

Untuk mendapatkan beton yang berkualitas tinggi dan mudah dikerjakan, kadar air campuran perlu disesuaikan. Rasio berapa banyak semen yang digunakan untuk berapa banyak air yang digunakan.

Jika Anda menginginkan beton yang mudah dikerjakan, Anda membutuhkan banyak air, yang berarti membutuhkan banyak semen dalam campuran. Beton tambahan atau adiktif diperlukan untuk menutupi kekurangan ini.

Menurut *Manual of Concrete Practice* mencantumkan beberapa kegunaan bahan tambah kimia (*admixture*) (ACI.212.IR-81) antara lain :

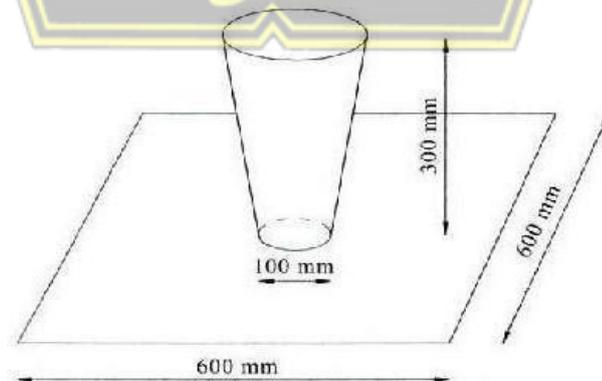
- a. Mengubah waktu pengerasan awal percampuran pada beton, baik secara perlahan maupun cepat.
- b. Berkurangnya *bleeding* dan *segregasi*.
- c. Berkurangnya nilai slump test yang hilang.
- d. Meningkatkan kemampuan kerja tanpa menambahkan air.
- e. Menambah sifat keawetan beton, termasuk tahan terhadap garam-garam sulfat.
- f. Mengurangi kapasitas dari air, beton kedap air.
- g. Menciptakan struktur beton yang kokoh dan kedap air.
- h. Menambah kekuatan ikatan dengan tulangan.
- i. Mencegah korosi yang terjadi pada bajatulangan.
- j. Menghasilkan warna tertentu pada beton.

2.3. Metode Tes

Metode test untuk menentukan karakteristik beton SCC yang bisa mewakili ketiga syarat di atas adalah sebagai berikut.

2.3.1. Slump Flow Test

Pengujian dengan alat *Slump Cone* bertujuan untuk menguji *filling ability* dari SCC. Dengan alat ini dapat diketahui kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan. Adapun alat *slump cone* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2. Alat *Slump Flow Test*
(Sumber : Google)

Cara kerja alat *Slump Cone* :

- Posisi diameter kecil ditempatkan dibawah *Slump Cone*. Papan datar terletak di dasar alat ini.
- Slump Cone* diisi dengan adukan beton sampai penuh. Seharusnya tidak terlihat oleh campuran beton.
- Pengangkatan *Slump Cone* dengan cara perlahan.
- Antara 3 hingga 6 detik diperlukan agar aliran beton mencapai diameter 50 cm yang teruku (SF50).
- Aliran beton diameternya maksimum mencapai (SF_{max}), 65 hingga 75 cm.

Tabel 4. 1. Ketentuan Penerimaan Hasil Uji untuk SCC

Metoda	Satuan	Nilai Rentang Penerimaan	
		Minimum	Maksimum
<i>Slump flow</i>	Mm	550	850
T500 <i>slump flow</i>	Detik	2	7
<i>J-ring</i>	Mm	0	10
<i>V-funnel</i>	Detik	8	12
<i>V-funnel</i> pada T 5 menit	Detik	0	+3
<i>L-box</i>	(h/hl)	0,8	1,0
<i>U-box</i>	(h2/hj)	0	30
<i>Fill boxi</i>	%;	90	100

(Sumber : Spesifikasi Umum 2018 Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan)

Tabel diatas menunjukkan ketentuan penerimaan hasil uji SCC dengan alat atau metoda pengujian yang berbeda.

2.3.2. Pengujian kuat tekan

Kuat tekan beton ialah besarnya beban per satuan luas. Dari hasil uji kuat tekan ini didapatkan benda uji beton akan hancur bila ditambahkan beban dengan gaya tekan tertentu dari mesin uji tekan. Salah satu cara pengendalian mutu beton yaitu dengan pengujian sampel benda uji tersebut. Kuat tekan beton ialah kuat tekan beton benda uji yang telah melampaui minimal 95% dari benda uji. Nilai $f'c$ didapat dari hasil kuat tekan benda uji silinder dengan diameter 150 mm dengan panjang 300 mm sebagaimana ditetapkan dalam SK SNI T-15-1991 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, dari SNI ini standar pengujian didasarkan atas kekuatan beton yang sudah berumur 28 hari.

Alat uji tekan beton yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 3. Alat Uji Kuat Tekan Beton
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Nilai kuat tekan beton dihitung dengan persamaan berikut :

$$f_c' = \frac{P \times 100}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan : P = kuat tekan pada bacaan alat (kN)

A = luas penampang beton (cm²)

f_c' = kuat tekan beton (kg/cm²)

Benda uji silinder berdiameter 10 cm digunakan untuk pengujian beton. Itu harus diubah terlebih dahulu menjadi beton silinder dengan diameter 15 cm, kemudian menjadi kubus dengan dimensi 15x15x15 cm, dan terakhir dikalibrasi pada 28 hari untuk mendapatkan kuat tekan. Nilai konversi silinder berdiameter 10-15 cm yaitu 1,04, sedangkan nilai konversi silinder berdiameter 15 cm menjadi kubus yaitu 0,83. Cara menghitungnya sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{P \times 100}{A \times 1,04 \times 0,83 \times kalibrasi} \dots\dots\dots(2.2)$$

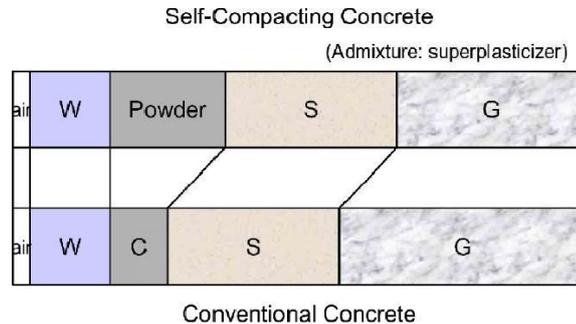
Tabel 2. 2. Nilai Kalibrasi beton

Hari	Nilai Kalibrasi
3 Hari	0,4
7 Hari	0,65
14 Hari	0,88
21 Hari	0,95
28 Hari	1

(Sumber : PBI – 1971)

2.4. Material Self Compacting Concrete (SCC)

Perbandingan komposisi material campuran beton konvensional dengan SCC dari sisi proporsi pencampurannya, yang ditunjukkan pada gambar 2.6 :



Gambar 2. 4. Perbandingan beton normal dengan SCC
(Sumber : Google)

Keterangan : W = water S = sand

C = cement G = gravel

Berdasarkan gambar tersebut, dapat diketahui pada saat volume sama, komposisi material SCC dan beton normal memiliki perbedaan. Komposisi *semen* pada beton konvensional lebih sedikit dibandingkan komposisi *powder* pada beton SCC. Komposisi agregat SCC lebih sedikit dibandingkan komposisi agregat pada beton konvensional. Sedangkan *powder* pada SCC dapat berupa semen ataupun berupa *binder* (bahan pengikat dalam campuran beton yang terdiri dari semen dan bahan pengisi).

2.4.1. Agregat

Agregat memiliki posisi 70%-80% kualitas agregat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas beton dari total volume. Jika komposisi agregat direncanakan dengan hati-hati, beton akan ekonomis, kuat, dan dapat dikerjakan. Proses grading diperlukan sehingga massa beton dapat menjalankan fungsinya menjadi satu kesatuan yang homogen, kohesif, serta padat. Dua jenis agregat adalah:

a. Agregat Kasar

Ukuran maksimum agregat kasar dipakai guna memproduksi beton SCC adalah 20 mm. Agregat kasar dibuat dari batu pecah atau kerikil terbuat dari pecahan batuan alami

Persyaratan umum agregat kasar yang digunakan sebagai campuran beton adalah sebagai berikut (PBI-1971) :

- 1) Agregat kasar berupa kerikil yang berasal dari batu-batuan alami, atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecah batu.
- 2) Agregat kasar terdiri dari butiran keras dan tidak memiliki pori. Butir-butir agregat kasar bersifat kekal, maknanya tidak dapat pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti panas matahari dan hujan.
- 3) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering).
- 4) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat perusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.

Tabel 2. 3. Sifat-sifat Agregat Kasar

Sifat- sifat	Metoda Pengujian	Ketentuan
Kehilangan akibat Abrasi Los Angeles	SNI 2417:2008	Tidak melampui 40% untuk 500 putaran
Berat isi lepas	SNI 03-4804-1998	Minimum 1.200 kg/m ³
Berat Jenis	SNI 1970:2016	Minimum 2,1
Penyerapan oleh Air	SNI 1970:2016	Air cooled blast furnace slag; maks. 6%
		Lainnya: 2,5%
Bentuk partikel pipih dan lonjong dengan rasio 3 : 1	ASTM D4791-10	Maksimum 25%
Bidang Pecah, tertahan ayaakn No.4	SNI 7619:2012	Minimum 95/90

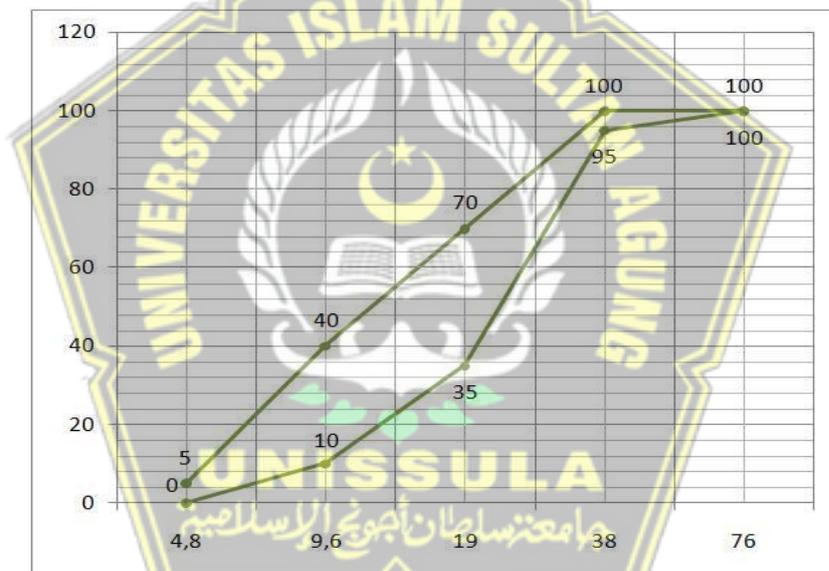
(Sumber : Spesifikasi Umum 2018 Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan)

Beberapa pengujian standar, seperti pengayakan, pengujian berat jenis, infiltrasi air, berat satuan, kelembaban, dan kandungan lumpur, dapat digunakan untuk menentukan karakteristik agregat. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini ialah agregat kasar terbuat dari batu yang sudah hancur.

Mengutip pada ASTM C 33 - 03 dan ASTM C 125 - 06, agregat kasar merupakan agregat yang memiliki ukuran butiran lebih besar dari 4,75 mm. Berikut ketentuan mengenai agregat kasar :

- Butiran tidak berpori dan keras;
- Sifat abadi butiran agregat, yang berarti tidak hancur atau pecah oleh kondisi lingkungan seperti cuaca hujan atau panas matahari;
- Bersih area dari zat apapun yang dapat mengganggu kualitas beton;
- Kandungan lumpur maksimal ialah 1 %. Agregat kasar perlu dicuci apabila konsentrasi lumpur lebih besar dari 1%.

Berdasarkan SNI-03-2834-2000 (Cara Membuat Rencana Pencampuran Beton yang Normal), ketentuan gradasi agregat kasar (pemisahan) ditunjukkan pada tabel dan grafik di bawah ini:



Gambar 2. 5. Grafik Gradasi Agregat Kasar
(Sumber: SNI-03-2834-2000)

b. Agregat Halus

Agregat halus harus memenuhi SNI 03-6820-2002, sesuai dengan Spesifikasi Umum Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Tahun 2018. Agregat halus tersusun dari bahan yang keras, dan bersih, serta tidak terlapisi apapun pada butirannya, tidak rusak atau hancur karena cuaca serta faktor lingkungan dan :

- 1) Ukuran butiran kurang dari 4,75 mm (dari ayakan ASTM No.4).
- 2) Pasir alam terdiri sekurang-kurangnya 50% (terhadap berat).
- 3) Jika 2 atau lebih jenis agregat halus digabungkan, maka harus mengikuti

spesifikasi yang umum pada pekerjaan konstruksi jalan serta jembatan pada tahun 2018.

- 4) Batu pecah yang memenuhi persyaratan kuat lentur harus disertakan dalam setiap fraksi agregat halus buatan minimum dalam SNI 4431 untuk perkerasan beton semen: 2011 dan menggunakan bahan yang bukan plastis, sesuai SNI 1966:2008

Sifat-sifat agregat halus menurut metode penujian dan ketentuan yang dijelaskan pada Spesifikasi Umum 2018 Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan ada pada tabel di bawah ini

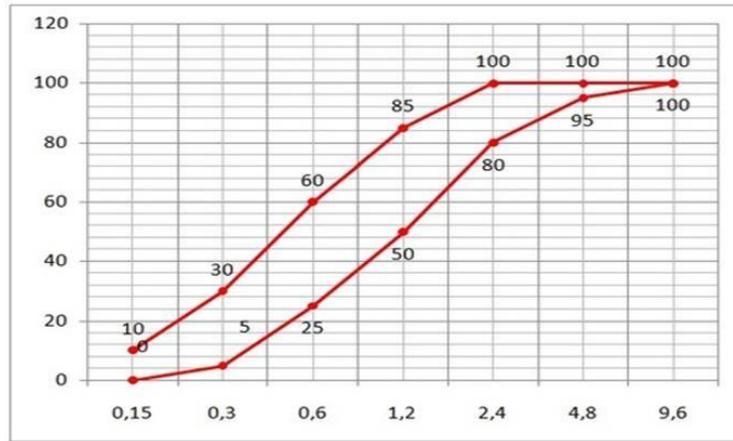
Tabel 4. 2. Sifat-sifat Agregat Halus

Sifat	Metoda Pengujian	Ketentuan
Berat isi lepas	SNI 03-4804-1998	Min 1.200 kg/m ³
Penyerapan oleh Air	SNI 1969:2016	Max 5%

(Sumber : Spesifikasi Umum 2018 Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan)

Agregat halus, juga dikenal sebagai pasir, dapat berasal dari sumber alami seperti sungai, galian tanah, atau produk pemecah batu. Menurut ASTM C 125 – 06, agregat halus ialah agregat halus butirannya berukuran kurang dari 4,75 mm. Pasir halus adalah agregat dengan butiran lebih kecil dari 1,2 milimeter, lanau ialah agregat yang butirannya lebih kecil dari 0,075 milimeter, dan lempung adalah agregat dengan butiran lebih kecil dari 0,002 milimeter (SK SNI T-15-1991-03). Standar "Spesifikasi Standar Agregat Beton" ASTM C 33/03 berisi rekomendasi proporsi agregat dengan gradasi ideal.

Berdasarkan pedoman dalam SNI-03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal), persyaratan gradasi agregat halus digambarkan pada grafik di bawah ini:



Gambar 2. 6. Gradasi Agregat Halus
(Sumber: SNI-03-2834-2000)

2.4.2. Portland cement

Portland cement ialah bahan pengikat dalam campuran beton yang memiliki fungsi sebagai bahan pengikat butiran-butiran. Kandungan senyawa kimia dalam semen Portland memiliki sifat yang cukup beragam

Tricalcium aluminate (C3A), *tetracalcium aluminoferrite* (C4AF), *tricalcium silicate* (C3S), dan *dicalcium silicate* (C2S) adalah empat senyawa kimia utama semen portland. Dalam mengikat komponen mortar beton dan pasangan batu bata dengan tujuan membentuk satu kesatuan yang solid diperlukan suatu bahan perekat utama yaitu *Portland cement*.

Salah satu elemen yang mempengaruhi kekuatan tekan beton adalah jenis semen yang akan digunakan, maka perlu diketahui jenis semen yang telah terstandard di Indonesia.

Menurut ASTM C150, Portland Cement dibagi menjadi lima tipe yaitu:

- Type I : Ordinary Portland Cement (OPC), semen yang digunakan untuk penggunaan umum, tidak diperlukannya persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal).
- Type II : Moderate Sulphate Cement, semen yang digunakan untuk beton yang tahan terhadap sulfat sedang dan mempunyai panas hidrasi sedang.
- Type III : High Early Strength Cement, semen yang digunakan untuk beton dengan kekuatan awal yang tinggi (cepat mengeras)
- Type IV : Low Heat of Hydration Cement, semen yang digunakan untuk beton yang memiliki panas hidrasi rendah, dengan kekuatan awal rendah.

2.4.3. Superplasticizer

Superplasticizer (high range water reducer admixture) merupakan bahan kimia yang berfungsi mengurangi air sampai 12% atau bahkan lebih (ASTM C494-82). *Flowability* yang tinggi pada campuran beton yang mengandung *superplasticizer* umumnya dapat bertahan sekitar 30 sampai 60 menit dan setelah itu berkurang dengan cepat, yang sering disebut dengan *slump loss* (Nugraha dan Antoni, 2007:90). *Superplastizer type F* merupakan zat *admixture* dengan *water reducing high range* yang berfungsi dapat mengurangi komposisi penambahan air dalam campuran beton yang diperlukan dengan konsistensi tertentu.

2.4.4. Retarder

Retarder adalah bahan tambah yang dapat memperlambat waktu yang dibutuhkan beton untuk mengeras. Bahan tambah semacam ini memiliki dua tujuan: memperlambat pengaturan awal dan pengerasan beton sekaligus mengurangi jumlah air yang dibutuhkan untuk mencampurnya. Meskipun demikian, tetap menghasilkan campuran yang memiliki konsistensi tertentu.

2.4.5. Air

Tanpa air, semen tidak bisa berubah menjadi pasta. Agar beton dapat dikerjakan dan menghidrasi semen serta mengubahnya menjadi pasta, kandungan air dalam beton cair harus selalu ada..

Air dipakai ke dalam campuran pada beton yang harus melengkapi ketentuan khusus, berikut ketentuan khususnya :

- a. Bersihnya air, bebas dari minyak, garam-garam, zat organic, asam alkali dan zat lainnya yang dapat merusak bajatulangan atau beton yang diperlukan guna pembuatan beton.
- b. Tidak boleh mengandung klorida (Cl) $>$ 500 mg per liter air.
- c. Air tawar yang tidak dapat diminum tidak boleh dipakai untuk pembuatan beton.

2.5. Penelitian Self Compacting Concrete (SCC)

Sejak ditemukannya SCC (*Self Compacting Concrete*), banyak penelitian yang terus dilakukan untuk mendapatkan SCC yang lebih baik lagi. Berikut ini adalah beberapa penelitian terdahulu tentang SCC.

Tabel 2. 4. Penelitian Self Compacting Concrete (SCC)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Variabel Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Fitri Yanto Hermansyah dan Abinhot Sihotang	Studi Mengenai Pengaruh Ukuran Maksimum Agregat Kasar pada Campuran Beton Memadat Mandiri (SCC)	- ukuran maksimum agregat,superplasticizer -modulus kehalusan -beton memadat mandiri (SCC),	Slumpflow, waktu alir T500, waktu alir corong V, rasio pemblokiran (H2/H1), dan kuat tekan beton merupakan variabel yang diteliti. Selain itu, agregat kasar berukuran 10 atau 20 mm menjadi variabel penelitian. tes pada beton baru diletakkan dan mengeras. Setelah dilakukan review dan pembahasan hasil penelitian, kemudian dipaparkan rekomendasi dan kesimpulan dari penelitian terkait.	Menurut hasil pengujian ukuran maksimum agregat kasar untuk campuran, campuran beton SCC memiliki waktu pengikatan yang singkat dan tidak mempengaruhi kuat tekan beton selama modulus kehalusan gabungan campuran berada pada posisi saringan yang sama di analisis saringan.
2	Kukun Rusyandi, Jamul Mukodas, Yadi Gunawan	Perancangan Beton Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri) dengan Penambahan Fly Ash dan Structuro	Superplaticizer, self copacting, beton.	Susunan tes tes substansial: a) Agregat kasar (28%); b) Agregat halus (42%); c) Abu terbang batubara (8%); d) Air (8%); e) Semen Ex. Dua puluh persen Roda Tiga f) Superplastizer Struktur) 0,3%	Kemudahan pengerjaan campuran beton SCC, serta kekuatan dan kualitas beton yang dihasilkan, sangat dipengaruhi oleh penggunaan campuran struktural dalam batas nilai tertentu. Sifat peredam air Structuro yang tinggi dapat menjaga nilai faktor air semen tetap rendah tanpa mempengaruhi kemampuan diharapkan.

“Lanjutan” Tabel 2.4. Penelitian Self Compacting Concrete (SCC)

					kerja campuran beton yang diharapkan.
3	Yogie Risdianto	Penerapan Self Compacting Concrete (Scc) Pada Beton Mutu Normal	Self Compacting Concrete, Workability, kuat tekan beton.	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah total agregat halus 1108 kg/m³ . • Jumlah total agregat kasar 739 kg/m³ . • Jumlah semen 357 kg/m³ . • Jumlah air yang diberikan adalah sebesar 225 kg/m³ . Dan pengurangan air sebesar 10% jika ada penambahan Conplast SP430. • Besarnya dosis Superplasticizer Conplast SP430 yang diberikan 0,5; 1; 1,5; 2 liter per 100 kg berat semen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah total agregat halus 1108 kg/m³ . • Jumlah total agregat kasar 739 kg/m³ . • Jumlah semen 357 kg/m³. • Jumlah air yang diberikan adalah sebesar 225 kg/m³ . Dan pengurangan air sebesar 10% jika ada penambahan Conplast SP430. • Besarnya dosis Superplasticizer Conplast SP430 yang diberikan 0,5; 1; 1,5; 2 liter per 100 kg berat semen. Penambahan Superplasticizer Conplast SP430 dapat menyebabkan bertambahnya kekuatan tekan beton hal ini disebabkan karena Conplast SP430 yang lebih cepat mengurangi kadar air dalam campuran beton dan mampu lebih cepat mengeras

“Lanjutan” Tabel 2.4. Penelitian Self Compacting Concrete (SCC)

					dari pada beton yang tidak menggunakan campuran Conplast SP430.
4	Mohammad Fajri Assalam, Muhammad Farhan Hardian, Amalia.	Karakteristik Beton Scc Dengan Menggunakan Bahan Tambah Abu Sekam Padi	SCC, rice husk ash, compressive strength, tensile strength	Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan membuat benda uji beton dengan faktor air semen 0.3. Benda uji dibuat dengan 4 variasi penambahan superplasticizer dan abu sekam padi yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat semen. superplasticizer atau Admixture Tipe F yang digunakan adalah Naptha 511P dari PT. Naptha Karya Belide	Berdasarkan penelitian diperoleh hasil sebagai berikut <ul style="list-style-type: none"> • Nilai slumpflow T50 mengalami peningkatan pada kadar ASP 5%, • Berat isi beton mengalami penurunan pada setiap kadar penambahan ASP. • Waktu ikan beton mengalami percepatan pada setiap kadar penambahan ASP • Kuat Tarik mengalami penurunan pada pada setiap kadar penambahan ASP. • Kuat Tekan mengalami penurunan pada setiap kadar penambahan ASP.
5	Abd. Karim Hadi Sudarman Supardi, Mukti Maruddin, A.	Metode Self Compacting Concrete (Scc) Terhadap Sifat Mekanis Beton	Self Compacting Concrete, Workability, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah	Tahap 1 Pengujian terhadap agregat halus, dan agregat kasar yang meliputi analisa saringan, kadar air, berat volume, berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur dan keausan.	Penggunaan admixture superplasticizer dapat memperbaiki performa campuran beton segar SCC yang ditunjukkan dari hasil uji slump cone dengan metode slump flow.

“Lanjutan” Tabel 2.4. Penelitian Self Compacting Concrete (SCC)

			<p>Tahap II</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perhitungan rencana campuran adukan beton (Mix Design) metode SNI (Standar Nasional Indonesia) dengan kuat tekan desain 25 MPa. • Pembuatan adukan beton metode SNI (Standar Nasional Indonesia) dengan mengacu pada SNI 7656:2012 menggunakan bahan tambah superplasticizer. • Pengetesan sifat mekanis beton yaitu kuat tekan dan kuat tarik belah beton. • Pengecoran adukan adukan beton ke dalam cetakan. <p>Tahap III</p> <p>Perawatan dan pengujian terhadap benda uji yang telah dibuat pada tahap II. Perawatan beton umur dilakukan dengan cara perendaman sampai umur 28 hari. Lalu diuji tekan.</p>	<p>Nilai Kuat tekan pada beton normal mencapai 25,096 MPa menandakan mengalami peningkatan sebanyak 0.384 persen dari nilai kuat tekan minimum tahap perencanaan. Adapun kuat tekan beton SCC mengalami peningkatan dari tahap perencanaan sebesar 25 MPa menjadi 30,264 MPa mengalami peningkatan sebanyak 21,056 persen pada saat pelaksanaan. Nilai tersebut didapat dari hasil uji beton pada umur 28 hari. Nilai kuat tarik belah beton pada hari ke-28, pada beton SCC adalah 3,358 MPa atau 11,09% dari nilai kuat tekan rata-rata dan beton normal sebesar 2,343 MPa atau 9,34% dari nilai kuat tekan rata-rata.</p>
--	--	--	--	--

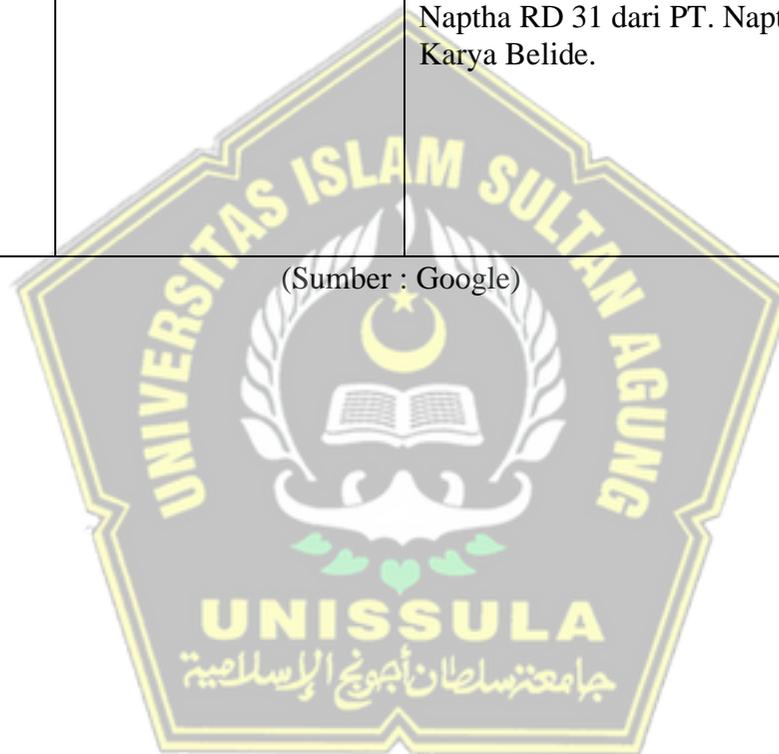
“Lanjutan” Tabel 2.4. Penelitian Self Compacting Concrete (SCC)

6	Amiruddin, Ibrahim, Ika Sulianti.	Pengaruh Perubahan Ukuran Maksimum Agregat Kasar Terhadap Jumlah Semen Untuk Pembuatan Beton Scc Dengan Bahan Tambah Sp430 Dan Rp260	Self Compacting Concrete (Scc), Superplasticizer Sp430, Retarder Rp260, Workability	<ul style="list-style-type: none"> • Analisa saringan agregat kasar dan halus. • Pemeriksaan kadar lumpur dan kadar air • Pemeriksaan berat jenis agregat kasar dan halus • Pemeriksaan bobot isi agregat kasar dan halus. • Pemeriksaan kekerasan agregat kasar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk membuat beton SCC dapat dilakukan hanya apabila ditambahkan admixture, sebab tanpa pemakaian admixture tidak dapat membuat beton dapat mengalir sendiri. • Perubahan ukuran maximum agregat dari 30 mm menjadi 10 mm dibutuhkan penambahan pemakaian semen sebesar 15% dengan fas dipakai 0,3 menjadi beton sangat kental untuk mendapatkan mutu beton yang tetap K 300 kg/cm²
7	Nadhira Nurfitriani, Tegar Putra Wibawa, Amalia.	Sifat-Sifat Beton Dengan Bahan Tambah Jenis Retarder	Beton normal, retarder, kuat tekan, kuat tarik belah.	Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan membuat benda uji beton dengan faktor air semen 0,5. Benda uji dibuat dengan 4 variasi penambahan retarder yaitu 0%, 0.2%, 0.4%, dan 0.6 % dari berat semen.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan retarder ke dalam campuran beton meningkatkan workability beton, berat isi, waktu ikat, kuat tekan dan kuat tarik umur 28 hari. Berdasarkan nilai yang diperoleh dari pengujian kuat tekan dan kuat tarik pada umur beton 28 hari serta workability

“Lanjutan” Tabel 2.4. Penelitian Self Compacting Concrete (SCC)

			Retarder atau Admixture Tipe B yang digunakan adalah Naptha RD 31 dari PT. Naptha Karya Belide.	beton, penambahan retarder sebesar 0,6% dari berat semen menghasilkan sifat-sifat beton yang paling baik. Hal ini dikarenakan workability beton yang mengalami peningkatan sehingga menjadi faktor meningkatnya kekuatan beton tersebut.
--	--	--	---	--

(Sumber : Google)



BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Persiapan

Metode *eksperimental* laboratorium yang dipakai pada saat penelitian yang melakukannya di dalam laboratorium dengan membuat benda uji berupa silinder beton berukuran 15 x 30 cm. Penelitian dilakukan bertempat di Laboratorium Mekanika Bahan Fakultas Teknik Unissula.

Persiapan yang dilakukan sebelum melakukan penelitian ini adalah:

1. Siapkan peralat tulis, skema kerja yang akan dijalankan dan juga *logbook* untuk pencatatan rutin terhadap data yang diperoleh selama kegiatan penelitian;
2. Mempersiapkan semua peralatan-peralatan yang akan digunakan dan membersihkan segala kotoran sebelum digunakan;
3. Mempersiapkan semua bahan yang akan digunakan dan menakarnya sesuai kebutuhan;
4. Memastikan ruang cetakan yang akan diisi beton sudah terbebas dari kotoran.
5. Memastikan timbangan digital yang akan digunakan sudah sesuai ketelitian 1 gram;
6. Memastikan semua peralatan apakah sudah sesuai *standard* dan dalam kondisi dapat digunakan.

3.2. Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Semen

Semen yang akan dipakai ialah Semen Gresik dengan berat 40 kg.

2. Agregat Halus

Agregat halus dipakai ialah Pasir Muntilan

3. Agregat Kasar

Agregat kasar dipakai pada SCC ialah berukuran maksimal 20 mm

4. Air

Air yang dipakai ialah air di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung

5. Zat Adiktif

Zat adiktif yang digunakan adalah *superplastizer type F* dan *retarder type D*

3.3. Peralatan

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Timbangan

Timbangan dipakai menimbang jumlah berat dari agregat dan beton.

2. Ayakan

Ayakan yang dipakai ialah ayakan agregat yang bervariasi ukuran lubang saringan 4,80 mm; 1,20 mm; 0,6 mm; 0,3 mm dan 0,015 mm dengan dilengkapi dengan tutup ayakan serta digetarkan dengan mesin penyaringan.

3. Gelas Ukur

Gelas ukur dalam penelitian ini dipakai guna mengetahui jumlah pada air dan zat adiktif guna pembuatan benda uji beton silinder.

4. Piknometer

Piknometer dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan kadar lumpur agregat.

5. Oven

Oven dipakai guna mengeringkan agregat sehingga sesuai dengan ketentuan agregat yang diperlukan.

6. Cetakan Beton Silinder

Cetakan Beton Silinder dipakai sebagai wadah cetak setelah adukan beton segar jadi.

7. Mesin Uji Tekan

Mesin Uji Tekan sebagai alat menentukan nilai tekan pada beton yang diuji.

8. Alat Pendukung

Beberapa alat pendukung yang dipakai pada penelitian ini adalah ember, sekop, selang air dan lain lain.

3.4. Pembuatan Benda Uji

Beton terdapat 2 jenis pada penelitian ini, ialah beton normal dan beton *SCC* dengan campuran *superplastizer type F* dan *retarder type D* dengan komposisi semen yang berbeda sebagai perbandingan untuk mencapai nilai kuat tekan *fast track fc'30*. Mix

design adalah proses pembuatan belokan uji setelah dilakukan pengujian (kebersihan agregat terhadap lumpur, berat jenis, berat volume, air resapan, analisa saringan, dan kelembapan)..

Metode yang dipakai penelitian untuk perencanaan beton, umum dipakai pada perencanaan beton normal. Mempersiapkan komposisi bahan untuk desain campuran selanjutnya menyederhanakan komposisi desain campuran dengan menentukan variabel tetap dan berubah.

a. Variabel – variabel tetap

- 1) Semen.
- 2) Agregat.
- 3) Pasir.

b. Variabel – variabel berubah

- 1) Persentase nilai *fast track* pada pembukaan beton umur 4,7 dan 28 hari.
- 2) Jumlah air yang dibutuhkan untuk menapai berbagai tingkat kemampuan mengalir bervariasi tergantung pada berbagai variasi komponen *mix design* dan komposisi bahan yang berubah.

Benda uji pada masing-masing perlakuan sebanyak 12 buah ditempatkan pada benda uji yang bentuknya silinder berdiameter 15 cm serta tinggi 30 cm. Berikut tahapan pembuatannya :

- a. Siapkan peralatan untuk produksi benda uji
- b. Siapkan persediaan atau bahan sesuai dengan ukuran yang sudah direncanakan.
- c. Memasukkan agregat ke alat pencampur, dan aduk atau campur hingga tercampur rata
- d. Masukkan semen pada dalam alat pencampur, tambahkan air, dan tunggu hingga tercampur rata.
- e. Masukkan pasir, tambahkan sisa-sisa air yang sebelumnya di masukkan.
- f. Kemudian, masukkan *superplasticizer*. Setelah ditambahkan *superplasticizer*, waktu pencampuran minimum 3 menit. Jika adonan belum diencerkan sebelum ditambahkan *superplasticizer*, dosis *superplasticizer* ditambahkan sampai pengenceran memenuhi rencana.
- g. Kemudian aduk hingga merata, untuk menghindari pemisahan.

- h. Kemudian lakukan *slump flow test* guna pengukuran diameter yang menyebar pada Beton self-compacting.
- i. Tambahkan dosis *superplasticizer* yang sudah ditentukan, dikerjakan sampai uji pada beton segar mencukupi syarat yang direncanakan. Apabila campuran pada saat analisis tidak memenuhi persyaratan atau tidak cukup air.
- j. Jika beton segar tidak memenuhi syarat atau terlalu cair setelah ditambahkan dosis *superplasticizer*, campuran *superplasticizer* harus direncanakan dengan kadar air yang lebih rendah.
- k. Setelah analisis beton memenuhi persyaratan yang direncanakan, pencetakan benda uji dapat dilakukan.
- l. Setelah SCC berada di cetakan selama 24 jam, maka lepaskan dari cetakan
- m. Perawatan SCC diperlakukan dengan cara yang sama misalnya beton normal dengan metode uji kuat tekan dilaksanakan dengan merendamkan benda yang ingin uji ke dalam air hingga mencapai umur tertentu. Perendaman dilaksanakan guna menjaga pengaruh pada cuaca pada saat proses pengerasan pada beton yang berpengaruh pada kapasitas beton.

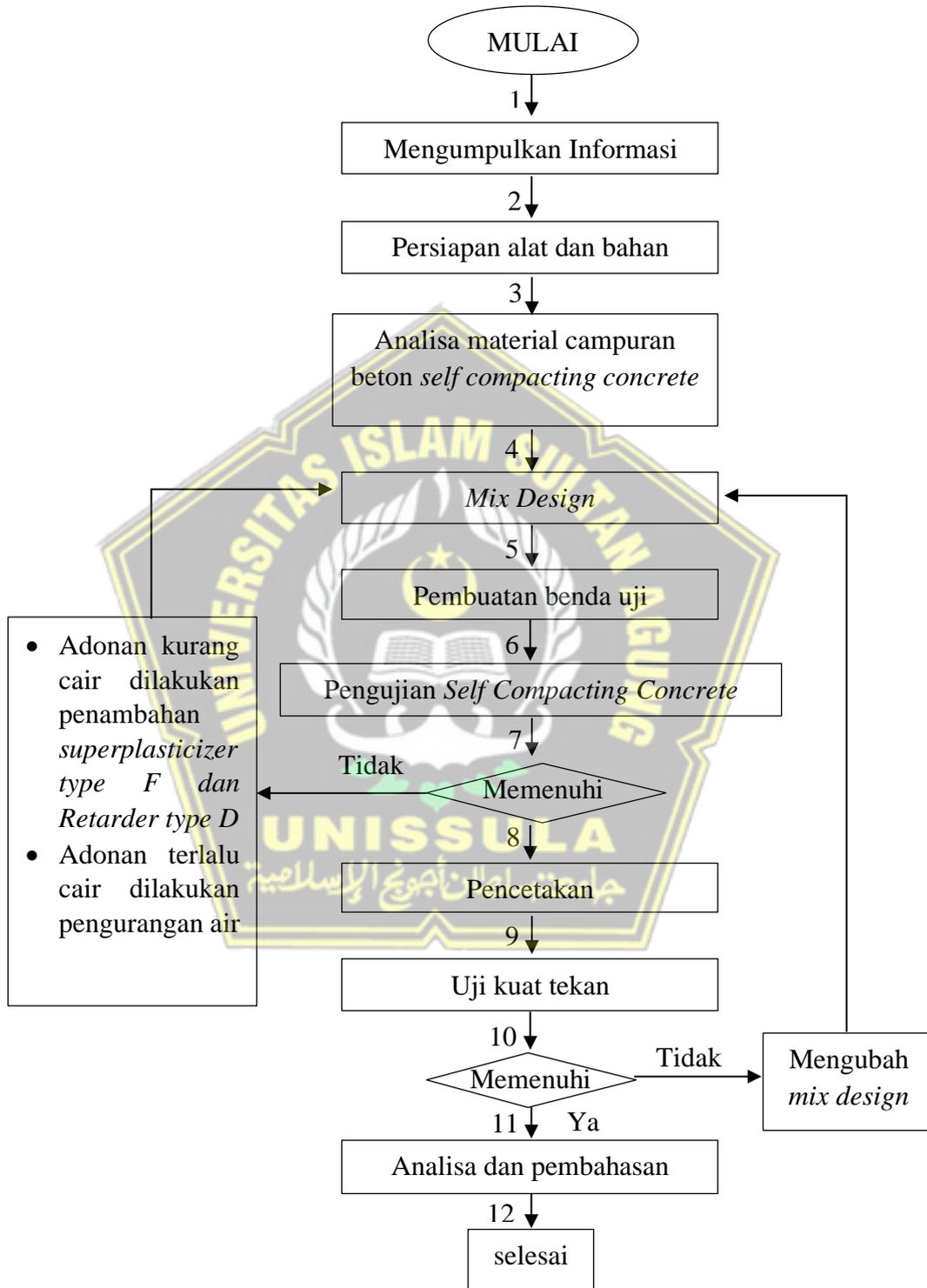
3.5. Uji Tekan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan pengaruh penambahan *superplasticizer type F* dan *retarder type D* terhadap benda uji yang dibuat berdasarkan *mix design*. Pengujian dilakukan pada umur 4,7 dan 28 hari setelah pembuatan dan perawatan beton. Langkah pengujiannya sebagai berikut

- a. Benda uji dikeluarkan dari bak perendaman sehari sebelum pengujian.
- b. Sebelum diuji, benda uji dikeringkan dengan cara diangin-anginkan atau dijemur.
- c. Berat benda uji pertama kali ditentukan dengan menimbanginya.
- d. Lakukan penyesuaian pada media yang dikompresi sampai benda uji di tengah balok kompresi bawah dan atas. Atur benda uji pada skala. Pastikan itu dimulai dari nol.
- e. Untuk memulai pengujian, terapkan beban tekan dari 0 sampai beban maksimal (retak), lalu catatlah hasilnya.
- f. Hitunglah menggunakan rumus (2.2).

3.6. Bagan Alir

Penelitian ini mempunyai tahap-tahap yang harus dilaksanakan, dengan berpedoman pada diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3. 1. Bagan Alir Penelitian

3.7. Metode Analisis

Penelitian ini bersifat eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Unissula Semarang, bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton SCC dengan pengaruh *superplastizer Type F* dan *retarder type D* pada metode *fast track* dengan kuat tekan rencana $F_c'30$ MPa. Alir pengujian dalam penelitian ini diawali dengan:

1. Menggali informasi

Referensi mengenai penelitian serupa yang pernah dilakukan menjadi alternatif untuk dijadikan sebagai pedoman pada proses pengerjaan.

2. Persiapan alat dan Bahan

Seperti yang sudah peneliti jabarkan pada sub bab 3.2 dan 3.3 bahwa alat dan bahan harus dipersiapkan sebelum pembuatan benda uji.

3. Analisa Material

Analisa ini diperlukan guna memperoleh komposisi yang tepat untuk bahan material yang akan digunakan dan sesuai dengan pedoman.

4. Mix Design

Mix design dilakukan setelah pengujian material memenuhi standar dan tahap ini juga sangat perlu diperhatikan melihat tahap Mix Design ini bertujuan untuk pemilihan bahan campuran yang tepat baik berdasar kualitas dan kuantitas bahan campuran yang dipilih. Disini peneliti menggunakan bahan campuran yaitu *superplastizer type F* dan *retarder type D*.

5. Pembuatan benda uji

Seperti yang sudah peneliti jabarkan pada sub bab 3.4 bahwa tahap pembuatan benda uji merujuk pada standar yang berlaku.

6. Pengujian SCC

Pengujian ini dilakukan dengan uji slump flow test. Pengujian dilakukan dengan alat *Slump Cone* bertujuan untuk menguji *filling ability* dari SCC.

7. Hasil Uji

Seperti yang sudah peneliti jabarkan pada sub bab 2.3 bahwa Diameter maksimum yang dicapai aliran beton dicatat (SF_{max}), 65 – 75 cm. Apabila adonan pada saat pengetesan untuk beton segar belum memenuhi persyaratan (kurang cair) maka penambahan dosis *superplasticizer* yang telah ditentukan

dilakukan, hingga pengujian beton segar memenuhi persyaratan. Jika hasil uji sudah memenuhi maka bisa dilanjutkan untuk tahap berikutnya.

8. Pencetakan

Pencetakan dilakukan dengan benda uji cetakan silinder.

9. Uji kuat tekan

Seperti yang sudah peneliti jabarkan pada sub bab 3.5 bahwa pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan pengaruh penambahan *superplasticizer type F* dan *retarder type D* terhadap benda uji yang dibuat berdasarkan *mix design*.

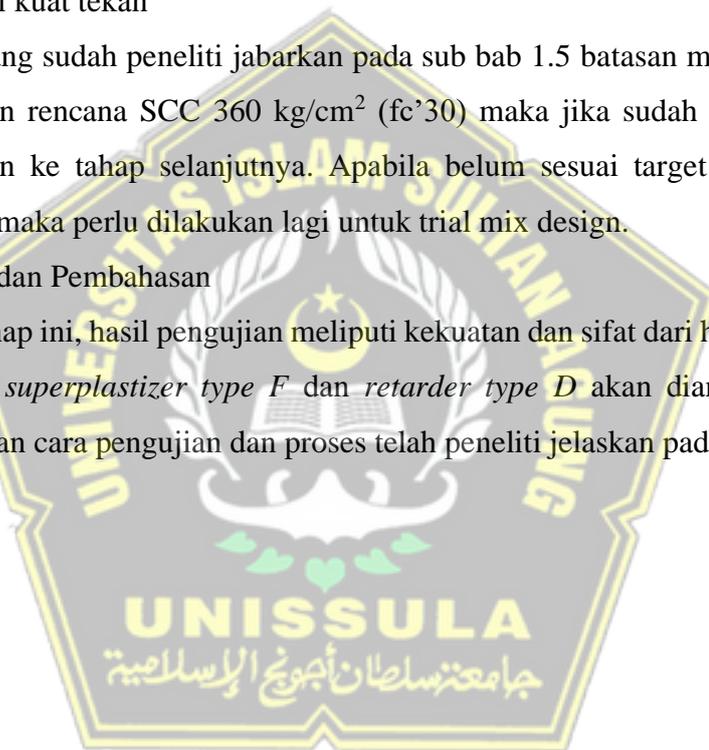
10. Hasil Uji kuat tekan

Seperti yang sudah peneliti jabarkan pada sub bab 1.5 batasan masalah bahwa Kuat tekan rencana SCC 360 kg/cm² (fc'30) maka jika sudah terpenuhi bisa dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Apabila belum sesuai target yang peneliti tetapkan, maka perlu dilakukan lagi untuk trial mix design.

11. Analisa dan Pembahasan

Dalam tahap ini, hasil pengujian meliputi kekuatan dan sifat dari hasil campuran zat aditif *superplastizer type F* dan *retarder type D* akan dianalisis dimana keseluruhan cara pengujian dan proses telah peneliti jelaskan pada bab 3.

12. Selesai



BAB IV HASIL PENELITIAN

4.1. Hasil Pengujian Material

Dari beberapa pemeriksaan yang dilakukan dalam tahap uji bahan, maka diperoleh hasil pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar. Pemeriksaan agregat terdiri dari pemeriksaan kadar air, analisa saringan dan kadar lumpur.

4.1.1. Agregat Halus

1. Pemeriksaan Kadar Air

Data pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini

Tabel 4. 3. Data Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Percobaan	Berat cawan (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (gram)
I	45	300	290
II	45	300	290

(Sumber : Data Pemeriksaan)

Pemeriksaan kadar air dilakukan dengan menggunakan dua sample percobaan dengan masing-masing percobaan menggunakan agregat halus seberat 300 gram. Pemeriksaan kadar air dapat menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \dots\dots\dots (4.1)$$

$$\text{Kadar air rata-rata} = \frac{\text{kadar air I} + \text{kadar air II}}{2} (\%) \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan : a = Berat awan

b = Berat cawan + agregat sebelum dioven

c = Berat cawan + agregat setelah dioven

Perhitungan pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini

Percobaan I =

- Berat cawan (a) = 45 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 300 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 290 gr
- Kadar air (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$
 $= \frac{300-290}{290-45} \times 100\%$
 $= 4 \%$

Percobaan II =

- Berat cawan (a) = 45 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 300 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 290 gr
- Kadar air (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$
 $= \frac{300-290}{290-45} \times 100\%$
 $= 4 \%$

Kadar air rata-rata =

- Kadar air I = 4 %
- Kadar air II = 4 %
- Kadar air rata-rata = $\frac{\text{kadar air I} + \text{kadar air II}}{2} (\%)$
 $= \frac{4 + 4}{2} (\%)$
 $= 4 \%$

Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini

Tabel 4. 4. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Percobaan	Berat cawan (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (gram)	Kadar air (%)	Kadar air rata-rata (%)
I	45	300	290	4	4
II	45	300	290	4	

(Sumber : Hasil Pemeriksaan)

Dari hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus terjadi penurunan berat sample agregat halus pada percobaan satu dan dua sebesar 10 gram dengan nilai kadar air rata-rata sebesar 4 %.

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Data pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4. 5. Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Percobaan	Volume Pasir (V1)	Volume Lumpur (V2)
I	270 ml	0 ml
II	290 ml	0 ml

(Sumber : Data Pemeriksaan)

Pemeriksaan kadar lumpur yang dilakukan dengan menggunakan dua sample percobaan dengan percobaan I sebesar 270 ml dan percobaan II sebesar 290 ml. Perhitungan kadar lumpur agregat halus menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\% \dots\dots\dots (4.3)$$

$$\text{Kadar air rata-rata} = \frac{\text{kadar lumpur I} + \text{kadar lumpur II}}{2} (\%) \dots\dots\dots (4.4)$$

Perhitungan pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini

Percobaan I =

– V1 = 270 ml

– V2 = 0 ml

– Kadar lumpur = $\frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\%$
 $= \frac{0}{270+0} \times 100\%$
 $= 0 \%$

Percobaan II

- V1 = 290 ml
- V2 = 0 ml
- Kadar lumpur = $\frac{V2}{V1+V2} \times 100\%$
= $\frac{0}{290+0} \times 100\%$
= 0 %

Kadar lumpur rata-rata

- Kadar lumpur I = 0%
- Kadar Lumpur II = 0%
- Kadar lumpur rata-rata = $\frac{\text{kadar lumpur I} + \text{kadar lumpur II}}{2}$ (%)
= $\frac{0\% + 0\%}{2}$ (%)
= 0 %/

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4. 6. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Percobaan	Volume Pasir (V1) ml	Volume Lumpur (V2) ml	Kadar Lumpur (%)	Kadar Lumpur Rata-rata (%)
I	270	0	0	0 %
II	290	0	0	

(Sumber : Hasil Pemeriksaan)

Dari hasil pemeriksaan kadar lumpur yang dilakukan menunjukan kadar lumpur agregat halus yang digunakan sebesar 0 ml pada masing- masing percobaan.

3. Pemeriksaan Analisa Saringan

Data pemeriksaan analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4. 7. Data Penyaringan Agregat Halus

No	Ukuran Saringan (mm)	Berat cawan (g)	Berat cawan + agregat (g)	Berat agregat (g)
1	9,5	45	45	0
2	4,75	45	60	15
3	2,36	45	140	95
4	2	45	115	70
5	0,6	45	505	460
6	0,15	45	325	280
7	0,075	45	80	35
8	Pan	45	45	0
Jumlah				955

(Sumber : Data Pemeriksaan)

Perhitungan Analisa Saringan didapat menggunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui berat kehilangan agregat.

$$\text{Berat kehilangan} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(4.5)$$

Keterangan : a = Berat agregat semula
b = Berat agregat setelah disaring

$$\text{Berat agregat semula} = 1000 \text{ gr}$$

$$\text{Berat agregat setelah disaring} = 955 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat kehilangan} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% / \\ &= \frac{1000-950}{1000} \times 100\% / \\ &= 4,5 \% \end{aligned}$$

a. Persentase agregat tertinggal $= \frac{c}{\Sigma c} \times 100 \%$

1. Tertahan komulatif ϕ 9,5 $= \frac{0}{955} \times 100 \%$ = 0 %
2. Tertahan komulatif ϕ 4,75 $= \frac{15}{955} \times 100 \%$ = 1,57 %
3. Tertahan komulatif ϕ 2,36 $= \frac{95}{955} \times 100 \%$ = 9,95 %
- Tertahan komulatif ϕ 2 $= \frac{70}{955} \times 100 \%$ = 7,33 %
5. Tertahan komulatif ϕ 0,6 $= \frac{460}{955} \times 100 \%$ = 48,17 %
6. Tertahan komulatif ϕ 0,15 $= \frac{280}{955} \times 100 \%$ = 29,32 %
7. Tertahan komulatif ϕ 0,075 $= \frac{35}{955} \times 100 \%$ = 3,66 %

b. Komulatif agregat tertinggal

1. Lolos saringan ϕ 9,5 $= (0 + 0) \%$ = 0 %
2. Lolos saringan ϕ 4,75 $= (0 + 1,57) \%$ = 1,57 %
3. Lolos saringan ϕ 2,36 $= (1,57 + 9,95) \%$ = 11,52 %
4. Lolos saringan ϕ 2 $= (11,52 + 7,33) \%$ = 18,85 %
5. Lolos saringan ϕ 0,6 $= (18,85 + 48,17) \%$ = 67,02 %
6. Lolos saringan ϕ 0,15 $= (67,02 + 29,32) \%$ = 96,34 %
7. Lolos saringan ϕ 0,075 $= (96,34 + 3,67) \%$ = 100 %

c. Persentase Finer (f) = 100 % - komulatif agregat tertinggal

1. Saringan ϕ 9,5 $= 100 \%$ - 0 % = 100 %
2. Saringan ϕ 4,75 $= 100 \%$ - 1,57 % = 98,43 %
3. Saringan ϕ 2,36 $= 100 \%$ - 11,52 % = 88,48 %
4. Saringan ϕ 2 $= 100 \%$ - 18,85 % = 81,15 %
5. Saringan ϕ 0,6 $= 100 \%$ - 67,02 % = 32,98 %
6. Saringan ϕ 0,15 $= 100 \%$ - 96,34 % = 3,66 %
7. Saringan ϕ 0,075 $= 100 \%$ - 100 % = 0 %

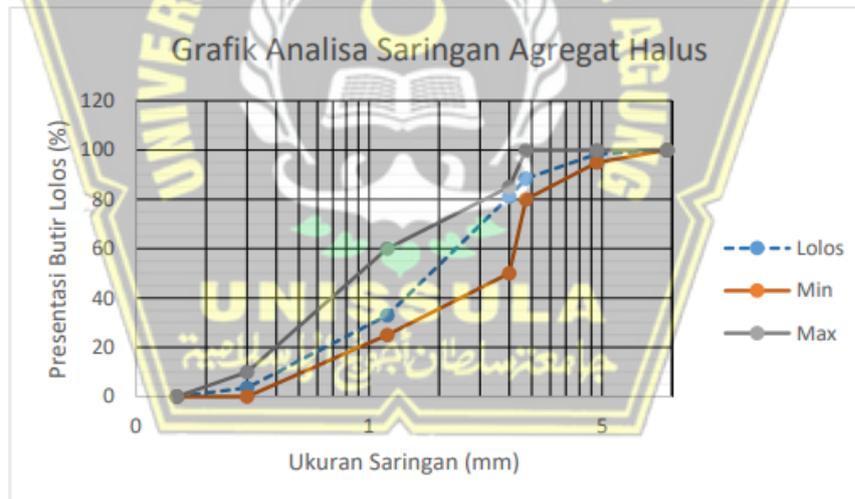
Dari hasil perhitungan analisa saringan agregat halus yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6. di bawah ini.

Tabel 4. 8. Hasil Perhitungan Analisa saringan Agregat Halus

No	Ukuran saringan (mm)	Berat agregat (g)	Persentase agregat tertinggal (%)	Komulatif agregat tertinggal (%)	Persentase <i>finer</i> (%)	Spesifikasi Kadar Teknis	
						Min	Max
1	9,5	0	0	0	100	100	100
2	4,75	15	1,57	1,57	98,43	95	100
3	2,36	95	9,95	11,52	88,48	80	100
4	2	70	7,33	18,85	81,15	50	85
5	0,6	460	48,15	67,02	32,98	25	60
6	0,15	280	29,32	96,34	3,66	0	10
7	0,075	35	3,66	100	0	-	-
Jumlah		955	99,98	295,3	404,7	-	-

(Sumber : Hasil Analisa Saringan Agregat Halus)

Dari hasil perhitungan analisa saringan agregat halus di atas didapatkan hasil pada grafik di bawah ini.



Gambar 4. 1. Grafik Analisa Saringan Agregat Haluss
(Sumber : Hasil Analisis)

Berdasarkan grafik analisa saringan agregat halus di atas, agregat halus yang digunakan sudah memenuhi standar karena berada pada batas jangkauan yang telah ditentukan.

4.1.2. Agregat Kasar

1. Pemeriksaan Kadar Air

Data pemeriksaan kadar air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4. 9. Data Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Percobaan	Berat cawan (gram)	Berat cawan + Agregat sebelum (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (gramn)
I	25	285	285
II	25	285	285

(Sumber : Hasil Pemeriksaan)

Pemeriksaan kadar air dilakukan dengan menggunakan dua sample percobaan dengan masing-masing percobaan menggunakan agregat kasar seberat 285 gram. Pemeriksaan kadar air dapat menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \dots\dots\dots (4.6)$$

$$\text{Kadar air rata-rata} = \frac{\text{kadar air I} + \text{kadar air II}}{2} (\%) \dots\dots\dots (4.7)$$

Keterangan : a = Berat awan

b = Berat cawan + agregat sebelum dioven

c = Berat cawan + agregat setelah dioven

Perhitungan pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini

Percobaan I =

– Berat cawan (a) = 25 gr

– Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 285 gr

– Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 285 gr

$$\begin{aligned} \text{– Kadar air (\%)} &= \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \\ &= \frac{285-285}{285-25} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

Percobaan II =

- Berat cawan (a) = 25 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 285 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 285 gr
- Kadar air (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$
= $\frac{285-285}{285-25} \times 100\%$
= 0 %

Kadar air rata-rata =

- Kadar air I = 0 %
- Kadar air II = 0 %

$$\begin{aligned} \text{Kadar air rata-rata} &= \frac{\text{kadar air I} + \text{kadar air II}}{2} (\%) \\ &= \frac{0 + 0}{2} (\%) \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.8. di bawah ini

Tabel 4. 10. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Percobaan	Berat cawan (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (gram)	Kadar air (%)	Kadar air rata-rata (%)
I	25	285	285	0	0 %
II	25	285	285	0	

(Sumber : Hasil Pemeriksaan)

Dari hasil pemeriksaan kadar air pada agregat kasar tidak terjadi penurunan berat sample agregat kasar yang ditunjukkan dengan nilai kadar air rata-rata sebesar 0 %.

2. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Data pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.9. di bawah ini.

Tabel 4. 11. Data Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Percobaan	Berat cawan (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dicuci (gram)	Berat cawan + agregat setelah dicuci (gram)
I	45	260	225
II	45	275	270

(Sumber : Data Pemeriksaan)

Pemeriksaan kadar lumpur yang dilakukan dengan menggunakan dua sample percobaan dengan percobaan I sebesar 260 gram sebelum dicuci kemudian mengalami penurunan berat setelah dicuci menjadi 225 gram dan percobaan II sebesar 275 gram sebelum dicuci kemudian mengalami penurunan berat setelah dicuci menjadi 270 gram. Perhitungan kadar lumpur agregat halus menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \dots\dots\dots (4.8)$$

$$\text{Kadar lumpur rata-rata} = \frac{\text{kadar lumpur I} + \text{kadar lumpur II}}{2} (\%) \dots\dots\dots (4.9)$$

- Keterangan :
- a = Berat awan
 - b = Berat cawan + agregat sebelum dioven
 - c = Berat cawan + agregat setelah dioven

Perhitungan pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini

Percobaan I =

- Berat cawan (a) = 45 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 260 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 255 gr
- Kadar lumpur (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$
 $= \frac{260-255}{255-45} \times 100\%$
 $= 2 \%$

Percobaan II =

- Berat cawan (a) = 45 gr
- Berat cawan + agregat sebelum dioven (b) = 275 gr
- Berat cawan + agregat setelah dioven (c) = 270 gr
- Kadar lumpur (%) = $\frac{b-c}{c-a} \times 100\%$
 $= \frac{275-270}{270-45} \times 100\%$
 $= 2 \%$

Kadar lumpur rata-rata =

- Kadar lumpur I = 2 %
- Kadar lumpur II = 2 %
- Kadar lumpur rata-rata = $\frac{\text{kadar air I} + \text{kadar air II}}{2} (\%)$
 $= \frac{2+2}{2} (\%)$
 $= 2 \%$

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 4. 12. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Percobaan	Berat cawan (gram)	Berat cawan + agregat sebelum dioven (gram)	Berat cawan + agregat setelah dioven (gram)	Kadar air (%)	Kadar air rata-rata (%)
I	45	260	255	2	2 %
II	45	275	270	2	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari hasil pemeriksaan kadar lumpur pada agregat kasar terjadi penurunan berat sample agregat kasar yang ditunjukkan dengan nilai kadar lumpur rata-rata sebesar 2 %.

3. Analisa Saringan

Data analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel di bawah ini

Tabel 4. 13. Data Penyingiran Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)	Berat cawan (gram)	Berat cawan + agregat (gram)	Berat agregat (gram)
25	45	55	10
19	45	375	330
12,5	45	450	405
Jumlah			745

(Sumber : Hasil Pemeriksaan)

Perhitungan Analisa Saringan didapat menggunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui berat kehilangan agregat.

$$\text{Berat kehilangan} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(4.10)$$

Keterangan : a = Berat agregat semula

b = Berat agregat setelah disaring

$$\text{Berat agregat semula} = 1000 \text{ g}$$

$$\text{Berat agregat setelah disaring} = 745 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat kehilangan} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{1000-745}{1000} \times 100\% \\ &= 25,5 \% \end{aligned}$$

a. Persentase agregat tertinggal $= \frac{c}{\sum c} \times 100 \%$

1. Tertahan komulatif ϕ 25 $= \frac{10}{745} \times 100 \%$ = 1,34 %

2. Tertahan komulatif ϕ 19 $= \frac{330}{745} \times 100 \%$ = 44,30 %

3. Tertahan komulatif ϕ 12,5 $= \frac{405}{745} \times 100 \%$ = 54,36 %

b. Komulatif agregat tertinggal

1. Lolos saringan ϕ 25 $= (0 + 1,34) \%$ = 1,34 %

2. Lolos saringan ϕ 19 $= (1,34 + 44,30) \%$ = 45,64 %

3. Lolos saringan ϕ 12,5 $= (45,64 + 54,36) \%$ = 100 %

c. Persentase Finer (f)= 100 % - komulatif agregat tertinggal

1. Saringan ϕ 25 = 100 % - 1,34 % = 98,66 %
2. Saringan ϕ 19 = 100 % - 45,30 % = 54,70 %
3. Saringan ϕ 12,5 = 100 % - 100 % = 0 %

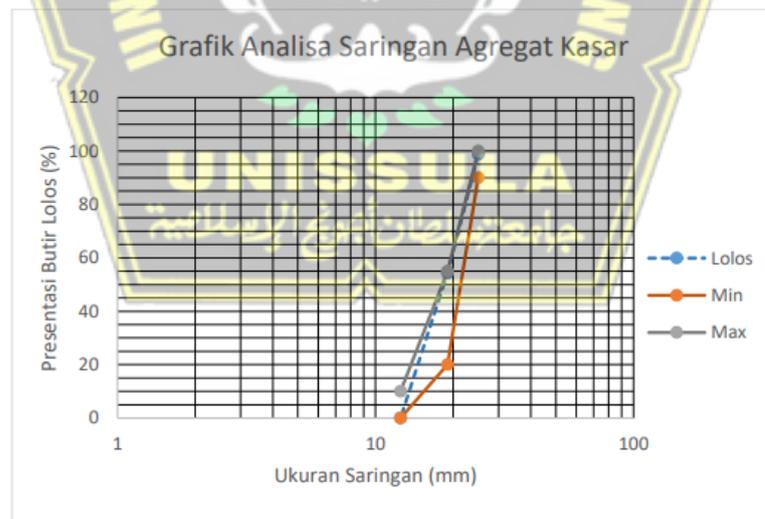
Dari hasil perhitungan analisa saringan agregat halus yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4. 14. Hasil Perhitungan Analisa saringan Agregat Kasar

No	Ukuran saringan (mm)	Berat agregat (g)	Persentase agregat tertinggal (%)	Komulatif agregat tertinggal (%)	Present finer (%)	Spesifikasi Kadar Teknis (%)	
						Min	Max
1	25	10	1,34	1,34	98,66	90	100
2	19	330	44,30	45,30	54,7	20	55
3	12,5	405	54,36	100	0,	0	10
Jumlah		745	100	146,64,	153,36	-	-

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan analisa saringan agregat kasar di atas didapatkan hasil pada grafik di bawah ini.



Gambar 4. 2. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar
(Sumber : Hasil Analisis)

Berdasarkan grafik analisa saringan agregat kasar di atas, sudah memenuhi standar karena berada pada batas jangkauan yang telah ditentukan.

4.2. Komposisi Material Beton

Pada penelitian ini peneliti menggunakan komposisi material campuran beton seperti yang ada pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 15. Komposisi Material Campuran

Material	Jumlah per m ³
Semen (kg/m ³)	488 kg
Air (kg/m ³)	225 kg
Pasir (kg/m ³)	733 kg
Kerikil (kg/m ³)	896 kg

(Sumber : Data Perencanaan)

Tabel 4. 16. Persentase Komposisi Material Campuran Beton Normal per 1 m³

Material	Jumlah per 1 m ³ (kg)	Jumlah per 1 m ³ (%)
Semen	208,37 kg	20,8 %
Air	96,07 kg	9,6 %
Agregat Halus	312,98 kg	31,29 %
Agregat Kasar	382,58 kg	38,25 %
Total	1000 kg	100 %

(Sumber : Data Perencanaan)

Sedangkan untuk perancangan campuran yang menggunakan *superplastizer type F* dan *retarder type D* adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 17. Komposisi Material Campuran dengan zat adiktif

Material	Jumlah per m ³
Semen (kg/m ³)	488 kg
Air (kg/m ³)	150 kg
Pasir (kg/m ³)	733 kg
Kerikil (kg/m ³)	896 kg
<i>Superplastizer type F</i>	0,70% ; 1,20% ; 1,5%
<i>Retarder type D</i>	0,2% ; 0,30% ; 0,4 %

(Sumber : Data Perencanaan)

Tabel 4. 18. Persentase Komposisi Material Campuran per 1 m³ variasi 1 (satu)

Material	Jumlah per 1 m ³ (kg)	Jumlah per 1 m ³ (%)
Semen	214,84 kg	21,5 %
Air	66,04 kg	6,4 %
Agregat Halus	322,71 kg	32,3 %
Agregat Kasar	394,47 kg	39,4 %
<i>Superplastizer</i>	1,51 kg	0,16 %
<i>Retarder</i>	0,43 kg	0,04 %
Total	1000 kg	100 %

(Sumber : Data Perencanaan)

Tabel 4. 19. Persentase Komposisi Material Campuran per 1 m³ variasi 2 (dua)

Material	Jumlah per 1 m ³ (kg)	Jumlah per 1 m ³ (%)
Semen	214,57 kg	21,5 %
Air	65,95 kg	6,5 %
Agregat Halus	322,29 kg	32,3 %
Agregat Kasar	393,96 kg	39,4 %
<i>Superplastizer</i>	2,58 kg	0,26 %
<i>Retarder</i>	0,65 kg	0,07 %
Total	1000 kg	100 %

(Sumber : Data Perencanaan)

Tabel 4. 20. Persentase Komposisi Material Campuran per 1 m³ variasi 3 (tiga)

Material	Jumlah per 1 m ³ (kg)	Jumlah per 1 m ³ (%)
Semen	214,39 kg	21,5 %
Air	65,90 kg	6,5 %
Agregat Halus	322,02 kg	32,2 %
Agregat Kasar	393,63 kg	39,4 %
<i>Superplastizer</i>	3,22 kg	0,32 %
<i>Retarder</i>	0,86 kg	0,08 %
Total	1000 kg	100 %

(Sumber : Data Perencanaan)

Pada tabel diatas menunjukkan persentase komposisi setiap variasi yang digunakan dalam campuran beton per 1 m³. Pada perhitungan berat *Superplastizer type F* dan *Retarder type D* didapat dari hasil kali kadar zat aditif yang digunakan dengan berat semen per 1 m³.

Tabel 4. 21. Komposisi Material Campuran dengan zat aditif per 0,02 m³

Material								
No	SP	Retarder	Semen (Kg)	SP (Ml)	Retarder (Ml)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)	Air (L)
1	-	-	9,76	-	-	14,66	17,92	4,5
2	0,70%	0,20%	9,76	64,45	18,41	14,66	17,92	3
3	1,20%	0,30%	9,61	115,32	28,83	14,66	17,92	3
4	1,50%	0,40%	9,57	144,15	38,44	14,66	17,92	3

(Sumber : Data Perencanaan)

Pada tabel diatas menunjukkan persentase keseluruhan komposisi yang digunakan dalam campuran beton per 0,02 m³. Jumlah kadar *superplastizer* dan *retarder* dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Superplastizer} = \frac{\text{kadar superplastizer}}{100} \times \text{Berat semen yang dipakai} \times 1000 \dots (4.11)$$

$$\text{Retarder} = \frac{\text{kadar retarder}}{100} \times \text{Berat semen yang dipakai} \times 1000 \dots (4.12)$$

Dengan contoh perhitungan sebagai berikut, jika kadar *superplastizer* 0,7% maka

$$\begin{aligned} \text{Superplastizer} &= \frac{0,7}{100} \times 9,76 \times 1000 \\ &= 64,45 \text{ ml.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Retarder} &= \frac{0,2}{100} \times 9,76 \times 1000 \\ &= 18,41 \text{ ml.} \end{aligned}$$

Penentuan tingkat kadar *superplastizer* dan *retarder* yang peneliti gunakan mengacu pada beberapa jurnal penelitian sebelumnya yang dapat dijadikan sebagai pustaka serta pedoman dalam penelitian. Penambahan variasi kadar *superplastizer* dan *retarder* pada tabel 4.14. menjadi inovasi baru dalam dunia penelitian *Self Compacting Concrete*.

Superplastizer type F merupakan zat *admixture* dengan *water reducing high range* yang berfungsi dapat mengurangi komposisi penambahan air dalam campuran beton yang diperlukan dengan konsistensi tertentu. Dengan penambahan bahan ini, diharapkan beton mampu meminimalisasi jumlah air yang digunakan namun dapat menghasilkan kekuatan beton dengan mutu yang tinggi dengan jumlah

air yang sedikit dan *workability* yang juga tinggi. Menurut Sasanipour dan Aslani (2020), dengan memiliki sifat *workability* beton dapat dicor dengan mudah tanpa perlu adanya proses pemadatan/getaran. Beton dapat mengalir mengisi ruang bahkan melalui tulangan yang rapat tanpa mengalami proses bleeding atau segregasi. Dalam dunia konstruksi, dengan tidak adanya proses pemadatan dalam proses penelitian, hal ini tentunya dapat mengurangi tenaga kerja sekaligus peralatan yang dibutuhkan, keuntungan lainnya adalah penghematan waktu yang dapat juga ditingkatkan.

Retarder type D merupakan salah satu jenis zat admixture yang juga memiliki fungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air dalam proses pencampuran beton sekaligus dapat memperlambat proses pengikatan beton. Dalam dunia konstruksi khususnya dalam penggunaan beton *ready mix* jarak dan waktu tempuh dari batching plan ke lokasi proyek sangat perlu diperhatikan. Semakin jauh jarak yang ditempuh maka akan dibutuhkan juga waktu yang lama untuk beton *ready mix* sampai di lokasi proyek. Batas *setting time* menjadi acuan dalam penentuan mutu yang dipakai untuk pemenuhan syarat beton tersebut masih layak atau sudah dalam kondisi yang kurang baik jika batas *setting time* sudah terlampaui. Hal ini menjadi latar belakang peneliti menambahkan bahan tambah Retarder sebagai inovasi baru dalam dunia beton SCC dengan tujuan *retarder* dapat memperlambat waktu ikat beton.

Berdasarkan SNI 2843-2000 bahwa ukuran 20 mm agregat kasar menjadi ukuran maksimum agregat kasar yang cocok untuk campuran beton SCC. Beton SCC harus memenuhi 3 (tiga) sifat kriteria yaitu *filling ability*, *passing ability* dan *segregation resistance*. Oleh karena itu berdasarkan penelitian sifat beton segar dan beton keras pada campuran beton SCC dengan ukuran agregat kasar 20 mm.

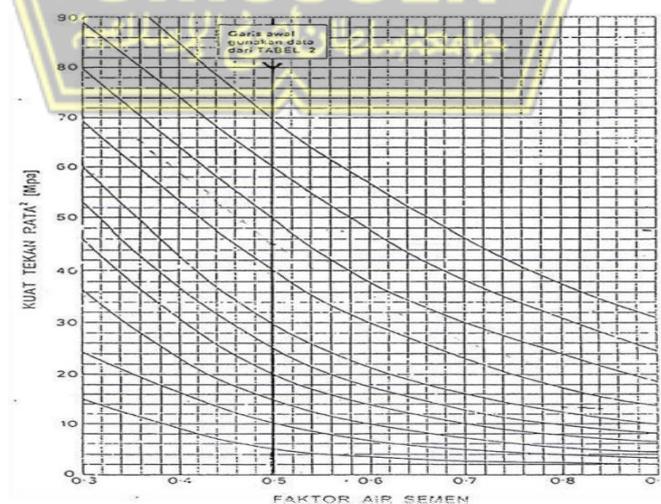
Pada penelitian ini peneliti juga melakukan percobaan secara coba-coba (*trial*) yang diawali dengan SP 0,5% *Retarder* 0,3% ; SP 0,7% *Retarder* 0,5% ; dan SP 1% *Retarder* 0,75% terhadap berat semen. Namun dalam proses trial ini, peneliti mengalami eror yaitu hasil benda uji yang mengalami *lowsetting*. Menurut peneliti *lowsetting* merupakan campuran beton yang tidak dapat memadat sempurna akibat kesalahan dalam proporsi campuran kadar yang digunakan saat proses *job mix design*. Hal ini dapat diketahui setelah pelepasan bekisting benda uji 1 (satu) hari

setelah pencetakan dimana beton tidak dapat matang dengan sempurna dan membuah hasil beton yang belum kering dan banyak terjadi segregasi. Berdasarkan dari hasil analisis peneliti, peneliti berasumsi bahwa dengan komposisi penambahan *Retarder* yang memiliki sifat dapat memperlambat waktu ikat beton namun pada saat penggunaannya yang berlebihan dapat menjadikan campuran beton mengalami *lowsetting*.

Pada beton konvensional atau beton normal faktor air semen (f.a.s) digunakan untuk memastikan kekuatan akhirnya namun berbeda dengan beton SCC nilai faktor air semen (f.a.s) sangat perlu diperhatikan karena nilai faktor air semen (f.a.s) ini menjadi acuan untuk proses pematatan mandiri tanpa proses pematatan dan faktor ini sangat berpengaruh terhadap sifat beton segarnya dan kualitas kontrol terdapat pada kekuatannya. Pada penelitian ini peneliti menentukan f.a.s maksimum di angka 0,3. Nilai kuat tekan beton yang beri tambahan *superplastizer* yang memungkinkan penurunan rasio f.a.s hingga 0,3 atau lebih kecil.

Semakin kecil nilai f.a.s maka akan menghasilkan mutu beton yang semakin baik. Meskipun secara bentuk lebih cair dari beton konvensional dan nilai slumpnya yang tinggi, beton SCC memiliki tingkat porositas yang lebih kecil hal ini dikarenakan penggunaan penambahan *zat admixture* yang dapat meningkatkan *workability* beton tanpa harus menambah nilai faktor air semen (f.a.s).

Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan faktor air semen dapat dilihat pada grafik di bawah ini



Gambar 4. 3. Hubungan antara kuat tekan rata-rata dan Faktor Air Semen
(Sumber : SNI 03-2834-2000 hal. 6)

4.3. Mix Design SCC

Pada tahap ini dilakukan pengujian dengan memodifikasi kadar *zat admixture superplastizer type F* dan *retarder type D* dan untuk beton SCC ini dipakai agregat dengan max 20 mm. Berikut Job Mixed Design kebutuhan material yang diperlukan

Tabel 4. 22. Job Mixed Design

Material									
No	SP	Retarder	Semen (Kg)	SP (Ml)	Retarder (Ml)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)	Air (L)	F.A.S
1	0,70%	0,20%	9,76	64,45	18,41	14,66	17,92	3	0,3
2	1,20%	0,30%	9,61	115,32	28,83	14,66	17,92	3	0,3
3	1,50%	0,40%	9,57	144,15	38,44	14,66	17,92	3	0,3

(Sumber : Hasil Analisis)

Tabel 4.22. menunjukkan material yang digunakan saat pencampuran faktor air semen (f.a.s) yang dipakai adalah 0,3 hal ini sesuai dengan beberapa penelitian terdahulu. Dimana nilai f.a.s mengalami penurunan dari nilai f.a.s beton normal yang berpengaruh pada penurunan kadar air yang digunakan, maksimum f.a.s yang diijin dalam perencanaan beton scc maksimal sebesar 0,3. Pengaruh penambahan *superplastizer* dan *retarder* hal ini membuat campuran beton sudah memiliki tingkat *workability* yang sudah ditetapkan pada saat uji *slump*.

4.4. Kuat Tekan Beton Normal

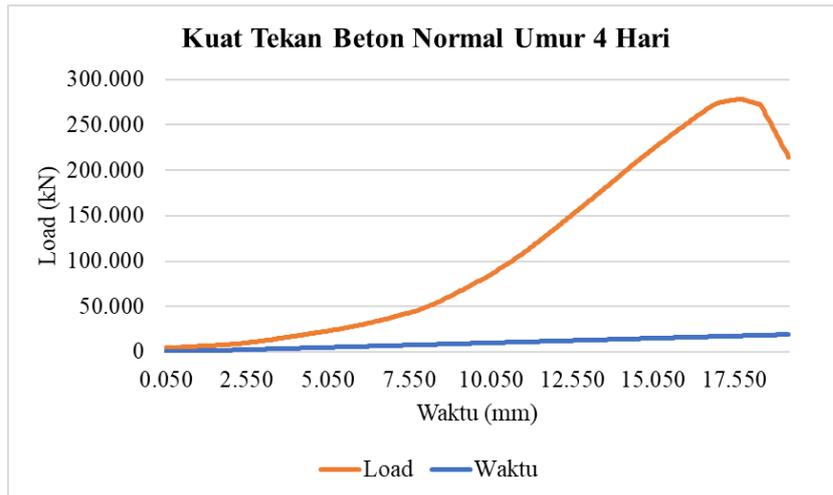
Data hasil pengujian kuat tekan beton normal dapat dilihat pada tabel di bawah :

Tabel 4. 23. Tabel Hasil Pengujian Beton Normal

No	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (MPa)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)
	Pembuatan	Pengujian					
1	25 Nov 2022	30 Nov 2022	4	12,360	277,659	15,720	160,299
2	25 Nov 2022	2 Des 2022	7	12,420	340,547	19,281	196,611
3	25 Nov 2022	23 Des 2022	28	12,620	470,281	26,612	271,366

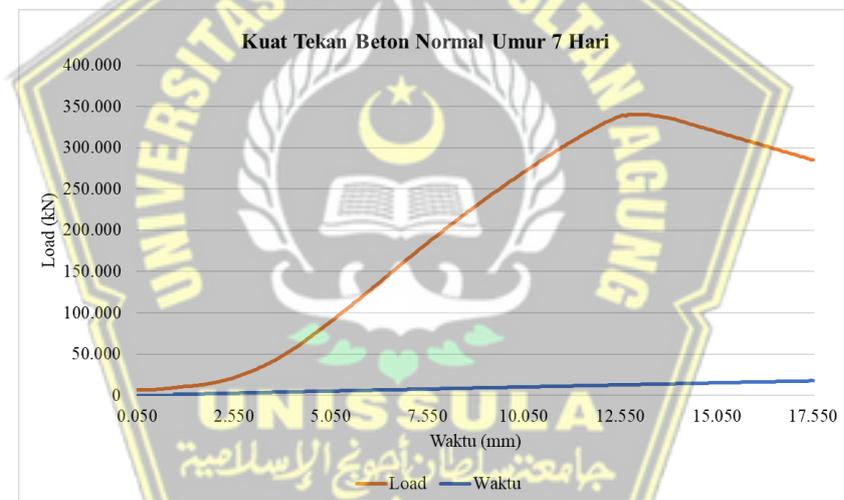
(Sumber : Hasil Analisis)

Tabel 4.23 di atas menunjukkan nilai kuat tekan beton normal f_c 30 dengan pengujian kuat tekan yang menyesuaikan umur pengujian pada beton scc yaitu pada umur beton 4, 7, dan 28 hari. Dibawah ini merupakan hasil bacaan grafik hasil uji kuat tekan pada mesin Uji Tekan Laboratorium Fakultas Teknik Unissula.



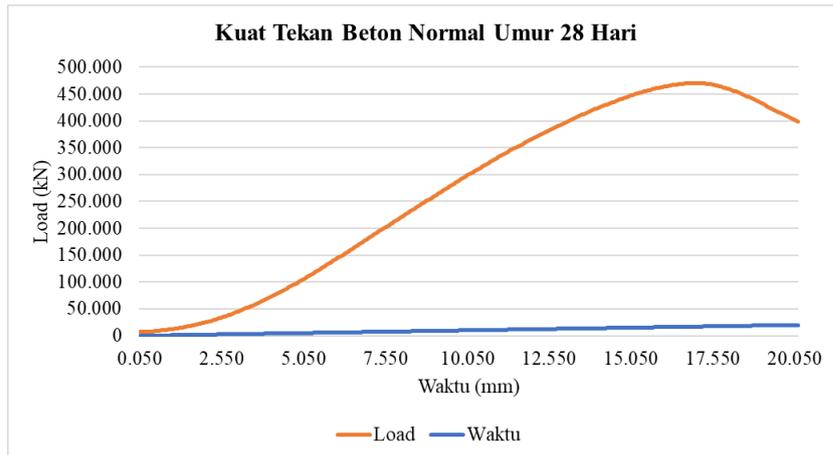
Gambar 4. 4. Grafik Kuat Tekan Beton Normal Umur 4 Hari (Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil pembacaan grafik diperoleh nilai kuat tekan beton normal pada umur beton 4 hari adalah 15,720 MPa setara dengan 160,299 kg/cm².



Gambar 4. 5. Grafik Kuat Tekan Beton Normal Umur 7 Hari (Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil pembacaan grafik diperoleh nilai kuat tekan beton normal pada umur beton 7 hari adalah 19,281 MPa setara dengan 196,611 kg/cm².



Gambar 4. 6. Grafik Kuat Tekan Beton Normal Umur 28 Hari
(Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil pembacaan grafik diperoleh nilai kuat tekan beton normal pada umur beton 28 hari adalah 26,612 MPa setara dengan 271,366 kg/cm²

4.5. Kuat Tekan SCC Fast Track 4 Hari

Data hasil pengujian kuat tekan beton scc umur 4 hari dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. 24. Hasil Pengujian Beton SCC Umur 4 Hari

Sample	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (MPa)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)
	Pembuatan	Pengujian					
1	1 Des 2022	5 Des 2022	4	12,340	309,096	17,491	178,358
2	1 Des 2022	5 Des 2022	4	12,360	339,558	19,215	195,938
3	1 Des 2022	5 Des 2022	4	12,360	340,942	19,303	196,835

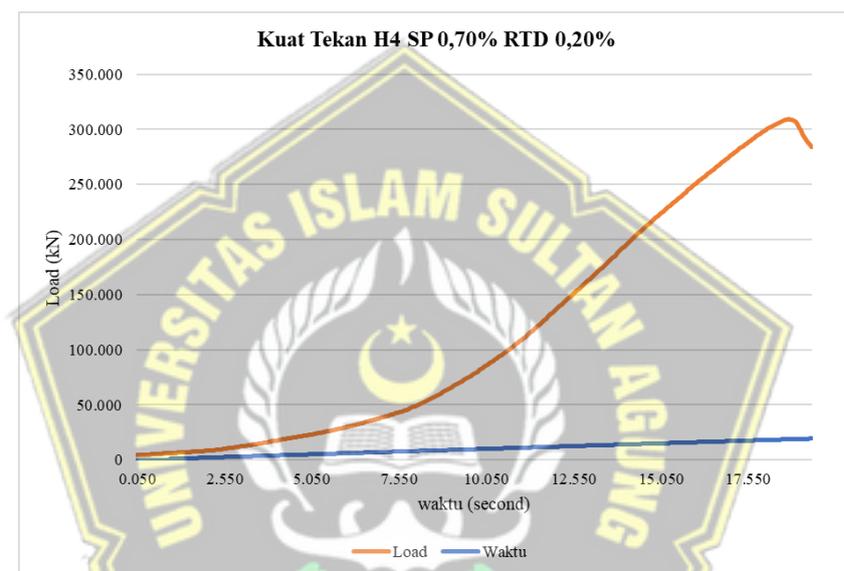
(Sumber : Hasil Analisis)

Tabel 4.24. menunjukkan hasil pengujian beton SCC pada saat *fast track* dengan umur 4 hari. Jumlah sample benda uji yang digunakan berjumlah 3 buah dengan perbedaan variasi campuran zat aditif berupa *superplastizer type F* dan *Retarder type D* masing-masing variasi campuran adalah SP 0,7% RTD 0,2% ; SP 1,2% RTD 0,3% ; SP 1,5% RTD 0,3%. Pembuatan benda uji dilakukan secara bersamaan untuk pengujian kuat tekan pada *fast track* 4, 7, dan 28 hari. Dilihat dari Tabel 4.21 maka nilai kuat tekan beton normal dengan beton scc terdapat se lisih nilai kuat tekan untuk beton normal pada umur 4 hari nilai kuat tekanya hanya bernilai 15,720 MPa

(160,299 kg/cm²) sedangkan beton scc nilai kuat tekan maksimumnya mencapai 196,835 kg/cm² di umur beton 4 hari.

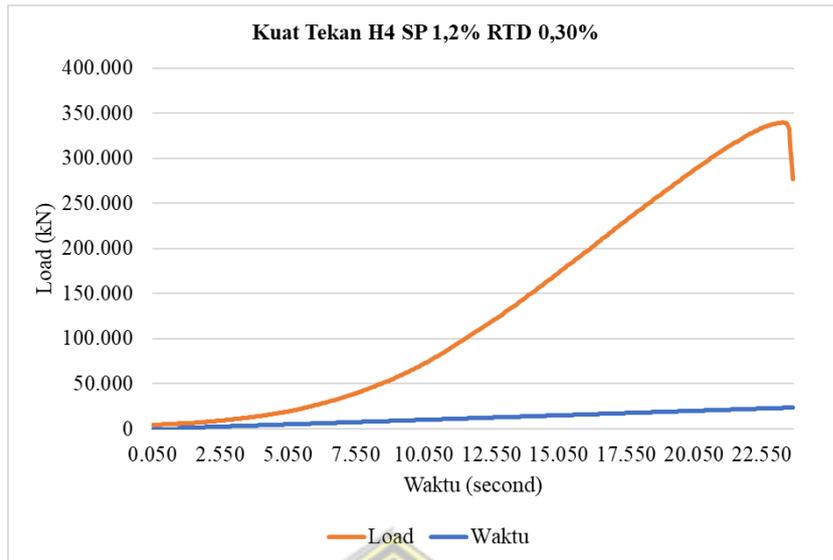
Nilai uji kuat tekan maksimal pada beton SCC *fast track* 4 hari didapat dengan nilai 196,835 kg/cm² pada sampel yang ketiga dengan penambahan variasi campuran 1,5% SP dan 0,4% RTD dan nilai minimum dari hasil uji kuat tekan pada beton SCC *fast track* 4 hari didapat dengan nilai 178,358 kg/cm² pada sampel yang pertama dengan penambahan variasi campuran 0,70% SP dan RTD 0,2%.

Dibawah ini merupakan hasil bacaan grafik hasil uji kuat tekan pada mesin Uji Tekan Laboratorium Fakultas Teknik Unissula.



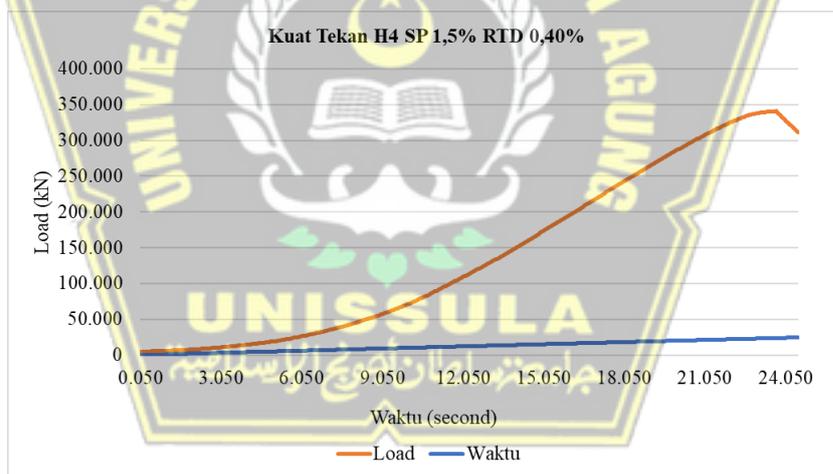
Gambar 4. 7. Grafik Kuat Tekan SP 0,70% RTD 0,20% H4
(Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil pembacaan grafik di atas diperoleh nilai kuat tekan beton scc pada umur beton 4 hari adalah 17,491 MPa setara dengan 178,258 kg/cm², dengan variasi penambahan zat adiktif sebesar SP 0,70% RTD 0,20%.



Gambar 4. 8. Grafik Kuat Tekan SP 1,2% RTD 0,3% H4
(Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil pembacaan grafik di atas diperoleh nilai kuat tekan beton scc pada umur beton 4 hari adalah 19,215 MPa setara dengan 195,938 kg/cm², dengan variasi penambahan zat adiktif sebesar SP 1,2% RTD 0,3%.



Gambar 4. 9. Grafik Kuat Tekan SP 1,5% RTD 0,40% H4
(Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil pembacaan grafik di atas diperoleh nilai kuat tekan beton scc pada umur beton 4 hari adalah 19,303 MPa setara dengan 196,835 kg/cm², dengan variasi penambahan zat adiktif sebesar SP 1,5% RTD 0,40%.

4.6. Kuat Tekan *Fast Track* 7 Hari

Data hasil pengujian kuat tekan beton scc umur 7 hari dapat dilihat pada grafik di bawah ini :

Tabel 4. 25. Hasil Pengujian Beton SCC Umur 7 Hari

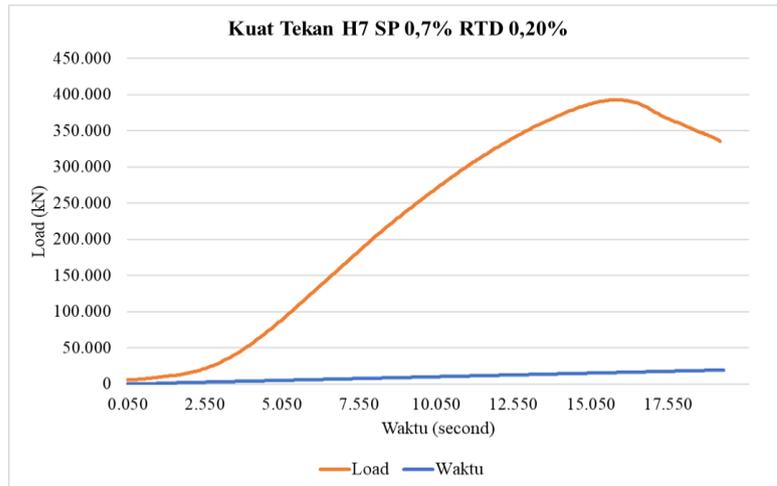
NO	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (MPa)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)
	Pembuatan	Pengujian					
1	1 Des 2022	8 Des 2022	7	12,440	392,750	22,225	226,631
2	1 Des 2022	8 Des 2022	7	12,430	404,498	22,890	233,413
3	1 Des 2022	8 Des 2022	7	12,460	410,873	23,204	236,614

(Sumber : Hasil Analisis)

Tabel 4.25. menunjukkan hasil pengujian beton SCC pada saat *fast track* dengan umur 7 hari. Jumlah sample benda uji yang digunakan berjumlah 3 buah dengan perbedaan variasi campuran zat aditif berupa *superplastizer type F* dan *retarder type D* masing-masing variasi campuran adalah SP 0,7% RTD 0,2% ; SP 1,2% RTD 0,3% ; SP 1,5% RTD 0,3%. Pembuatan benda uji dilakukan secara bersamaan untuk pengujian kuat tekan pada *fast track* 4, 7, dan 28 hari. Dilihat dari Tabel 4.21 maka nilai kuat tekan beton normal dengan beton scc terdapat selisih nilai kuat tekan untuk beton normal pada umur 7 hari nilai kuat tekanya hanya bernilai 19,281 MPa (196,611 kg/cm²) sedangkan beton scc nilai kuat tekan maksimumnya mencapai 236,614 kg/cm² di umur beton 7 hari.

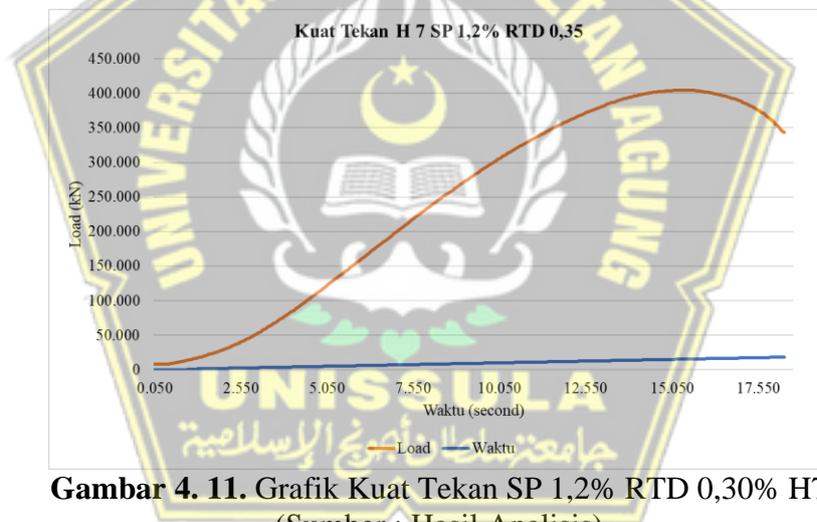
Nilai uji kuat tekan maksimal pada beton SCC *fast track* 7 hari didapat dengan nilai 236,614 kg/cm² pada sampel yang ketiga dengan penambahan variasi campuran 1,5% SP dan 0,4% RTD dan nilai minimum dari hasil uji kuat tekan pada beton SCC *fast track* 7 hari didapat dengan nilai 226,631 kg/cm² pada sampel yang pertama dengan penambahan variasi campuran 0,70% SP dan RTD 0,2%.

Dibawah ini merupakan hasil bacaan grafik hasil uji kuat tekan pada mesin Uji Tekan Laboratorium Fakultas Teknik Unissula.



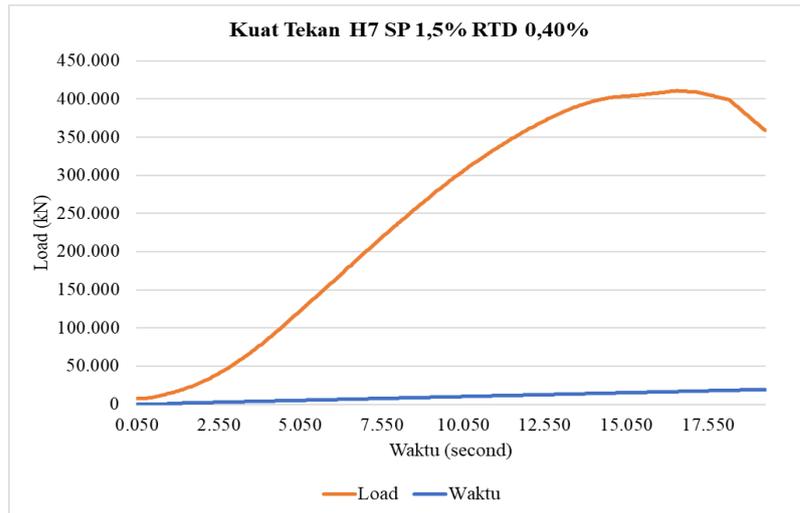
Gambar 4. 10. Grafik Kuat Tekan SP 0,7% RTD 0,20% H7
(Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil pembacaan grafik di atas diperoleh nilai kuat tekan beton scc pada umur beton 7 hari adalah 22,225 MPa setara dengan 226,631 kg/cm², dengan variasi penambahan zat adiktif sebesar SP 0,7% RTD 0,20% H7.



Gambar 4. 11. Grafik Kuat Tekan SP 1,2% RTD 0,30% H7
(Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil pembacaan grafik di atas diperoleh nilai kuat tekan beton scc pada umur beton 7 hari adalah 22,890 MPa setara dengan 233,413 kg/cm², dengan variasi penambahan zat adiktif sebesar SP 1,2% RTD 0,30% H7.



Gambar 4. 12. Grafik Kuat Tekan SP 1,5% RTD 0,40% H7
(Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil pembacaan grafik di atas diperoleh nilai kuat tekan beton scc pada umur beton 7 hari adalah 23,204 MPa setara dengan 236,614 kg/cm², dengan variasi penambahan zat adiktif sebesar SP 1,5% RTD 0,40% H7.

4.7. Kuat Tekan *Fast Track* 28 Hari

Data hasil pengujian kuat tekan beton scc umur 28 hari dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 4. 26. Hasil Pengujian Beton SCC Umur 28 Hari

NO	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (MPa)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)
	Pembuatan	Pengujian					
1	1 Des 2022	29 Des 2022	28	12,620	496,931	28,075	286,285
2	1 Des 2022	29 Des 2022	28	12,630	513,689	29,024	295,692
3	1 Des 2022	29 Des 2022	28	12,638	533,674	30,155	307,495

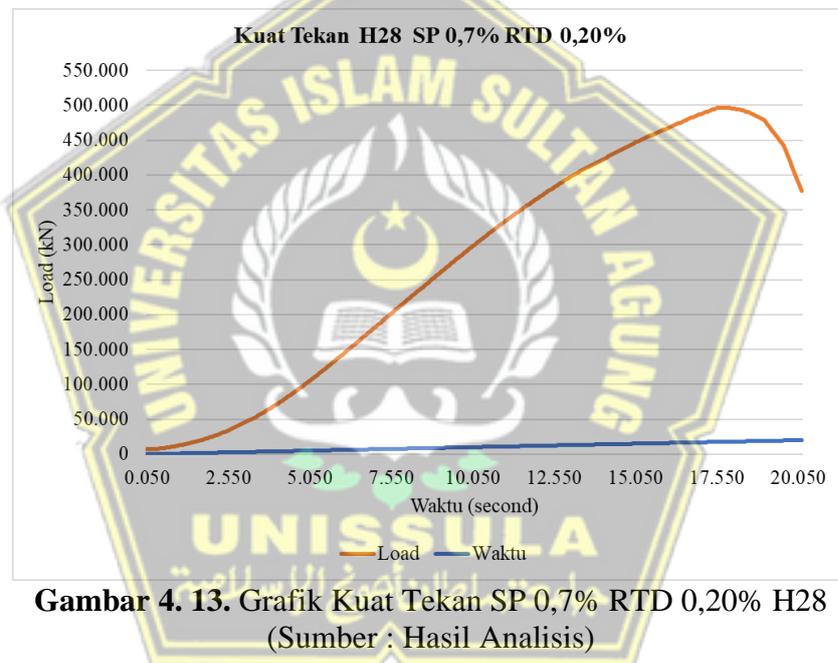
(Sumber : Hasil Analisis)

Tabel 4.26. menunjukkan hasil pengujian beton SCC pada saat *fast track* dengan umur 28 hari. Jumlah sample benda uji yang digunakan berjumlah 3 buah dengan perbedaan variasi campuran zat aditif berupa *superplastizer type F* dan *retarder type D* masing-masing variasi campuran adalah SP 0,7% RTD 0,2% ; SP 1,2% RTD 0,3% ; SP 1,5% RTD 0,3%. Pembuatan benda uji dilakukan secara bersamaan untuk pengujian kuat tekan pada *fast track* 4, 7, dan 28 hari. Dilihat dari Tabel 4.21 maka

nilai kuat tekan beton normal dengan beton scc terdapat selisih nilai kuat tekan untuk beton normal pada umur 28 hari nilai kuat tekanya hanya bernilai 26,612 MPa ($271,366 \text{ kg/cm}^2$) sedangkan beton scc nilai kuat tekan maksimumnya mencapai $307,495 \text{ kg/cm}^2$ di umur beton 28 hari.

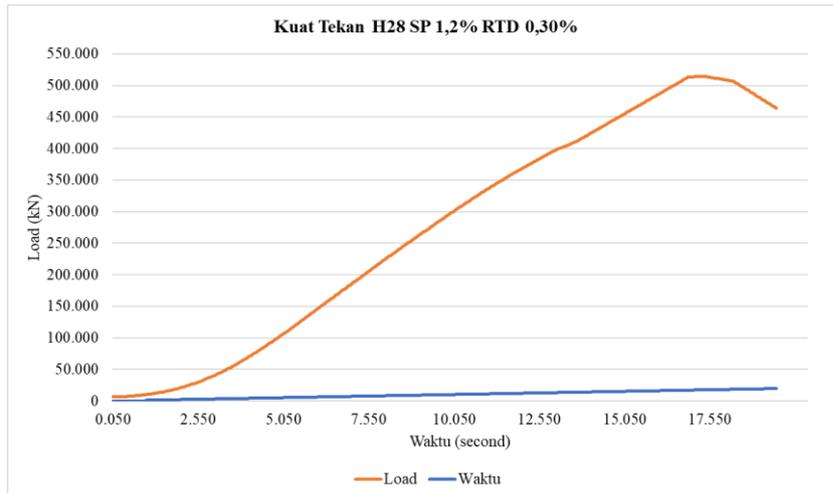
Nilai uji kuat tekan maksimal pada beton SCC *fast track* 28 hari didapat dengan nilai $307,495 \text{ kg/cm}^2$ pada sampel yang ketiga dengan penambahan variasi campuran 1,5% SP dan 0,4% RTD dan nilai minimum dari hasil uji kuat tekan pada beton SCC *fast track* 28 hari didapat dengan nilai $286,285 \text{ kg/cm}^2$ pada sampel yang pertama dengan penambahan variasi campuran 0,70% SP dan RTD 0,2%.

Dibawah ini merupakan hasil bacaan grafik hasil uji kuat tekan pada mesin Uji Tekan Laboratorium Fakultas Teknik Unissula.



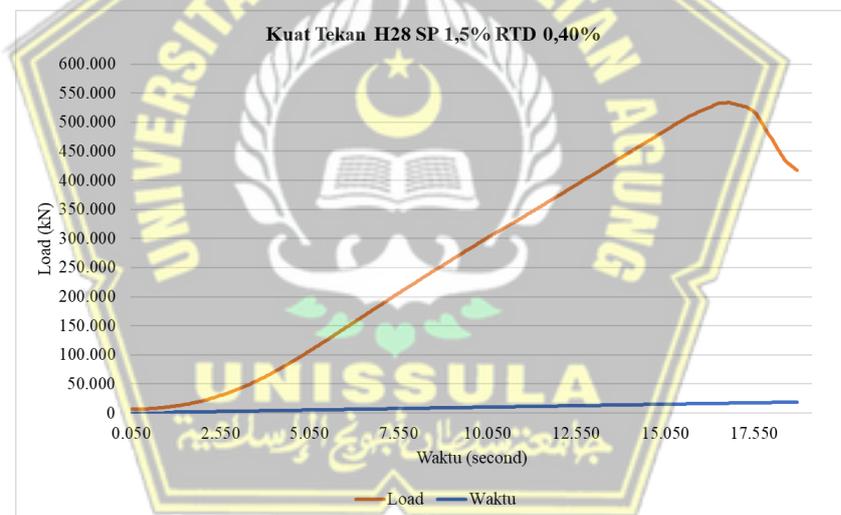
Gambar 4. 13. Grafik Kuat Tekan SP 0,7% RTD 0,20% H28
(Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil pembacaan grafik di atas diperoleh nilai kuat tekan beton scc pada umur beton 28 hari adalah 28,075 MPa setara dengan $286,285 \text{ kg/cm}^2$, dengan variasi penambahan zat adiktif sebesar SP 0,7% RTD 0,20% H28.



Gambar 4.14. Grafik Kuat Tekan SP 0,3% RTD 0,30% H28
(Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil pembacaan grafik di atas diperoleh nilai kuat tekan beton scc pada umur beton 28 hari adalah 29,024 MPa setara dengan 295,962 kg/cm², dengan variasi penambahan zat adiktif sebesar SP 0,3% RTD 0,30% H28.



Gambar 4.15. Grafik Kuat Tekan SP 1,5% RTD 0,40% H28
(Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil pembacaan grafik di atas diperoleh nilai kuat tekan beton scc pada umur beton 28 hari adalah 30,155 MPa setara dengan 307,495 kg/cm², dengan variasi penambahan zat adiktif sebesar SP 1,5% RTD 0,40% H28.

Pengujian kuat tekan yang dilakukan pada beton normal dan beton scc secara keseluruhan pada umur beton 4, 7 dan 28 hari dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

4.8. Hasil Uji Slump Test

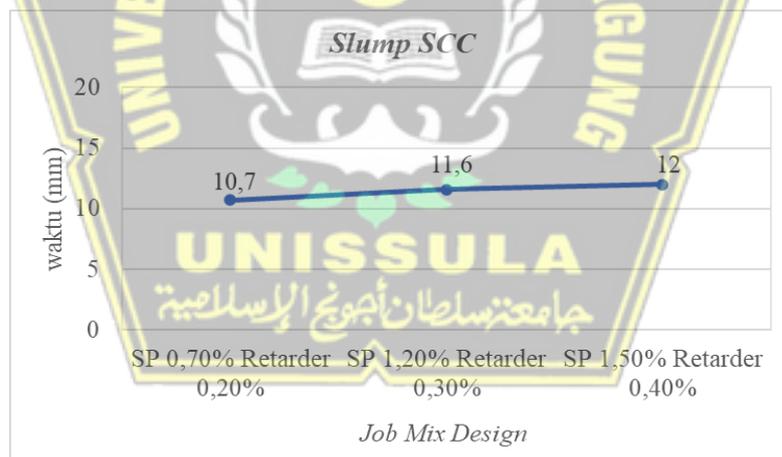
Pengujian slump dilakukan pada sample beton normal maupun sample beton scc. Nilai slump beton normal sebesar nilai 120 mm, sedangkan nilai slump beton scc dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 27. Hasil *Slump test*

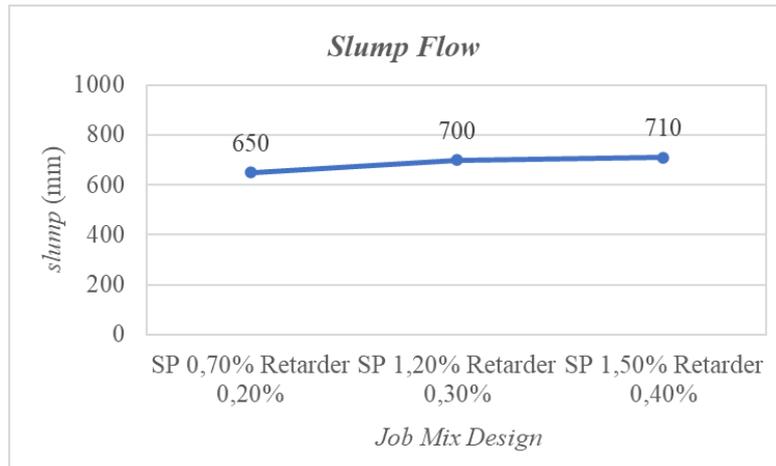
SAMPLE		Slump SCC		KET
SP	Retarder	detik	mm	
0,70%	0,20%	10,7	650	SCC
1,20%	0,30%	11,6	700	SCC
1,50%	0,40%	12	710	SCC

(Sumber : Hasil Analisis)

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai slump pada *superplastizer* 0,70%, 1,20%, 1,50% dan *retarder* 0,20%, 0,30%, 0,40% masuk dalam range yang disyaratkan oleh SCC. Waktu yang lebih singkat pada setiap pengujian menunjukkan bahwa sifat beton segar lebih baik *flowability* nya. Pada pengujian slump semakin besar nilai yang didapatkan menunjukkan bahwa beton segar memiliki *flowability* dan *passing ability* yang baik tanpa terjadinya *blocking*. Jika digrafikan tabel 4.2 menjadi sebagai berikut.



Gambar 4. 16. Grafik hasil uji *slump scc*
(Sumber : Hasil Analisis)



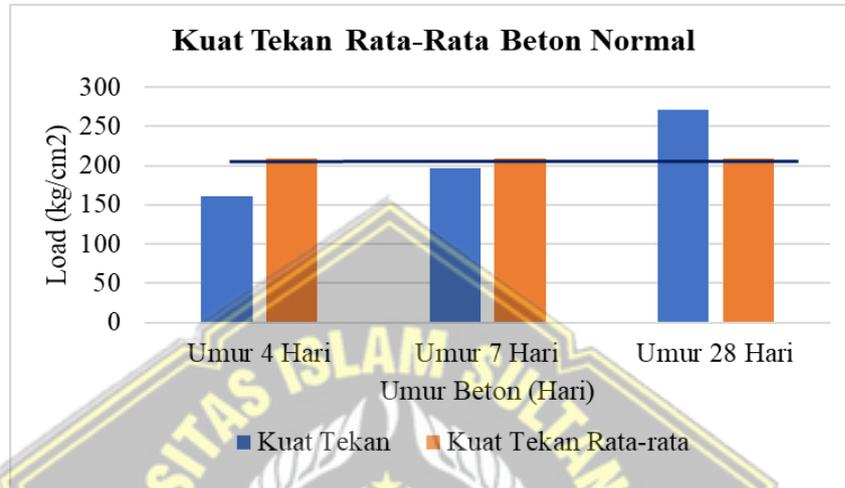
Gambar 4. 17. Grafik hasil uji *slump flow*
(Sumber : Hasil Analisis)

Gambar 4.13. dan gambar 4.14. menunjukkan hasil uji *slump scc*. Terlihat dengan jelas terjadi variasi waktu mengalir terhadap perubahan persentase *superplasticizer*. Namun, perubahan waktu tersebut konsisten. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan nilai f.a.s pada masing-masing konsentrasi tersebut. Konsentrasi *superplastizer* 0,70% dan *retarder* 0,20% memiliki nilai f.a.s yang sama yaitu 0,3 sementara sample ke dua dengan *superplastizer* 1,20% dan *retarder* 0,30% memiliki f.a.s yaitu 0,29 dan sample ke tiga dengan *superplastizer* 1,5% dan *retarder* 0,40% memiliki f.a.s yaitu 0,28 Sehingga bisa disimpulkan bahwa penambahan zat adiktif diikuti pengurangan f.a.s, maka waktu mengalir akan lebih cepat sesuai perlakuan di atas.

4.9. Kuat Tekan Rata-Rata

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan maka peneliti mendapatkan data hasil kuat tekan rata-rata beton normal dan SCC sebagai berikut :

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan maka peneliti mendapatkan data hasil kuat tekan rata-rata beton normal umur 4,7, dan 28 hari pada grafik sebagai berikut :



Gambar 4. 18. Grafik kuat tekan rata-rata beton normal 4, 7 dan 28 hari
(Sumber : Hasil Analisis)

Grafik 4.6.1 menunjukkan hasil kuat tekan rata-rata beton normal 4, 7, dan 28 hari dari hasil perhitungan pada tabel sebagai berikut :

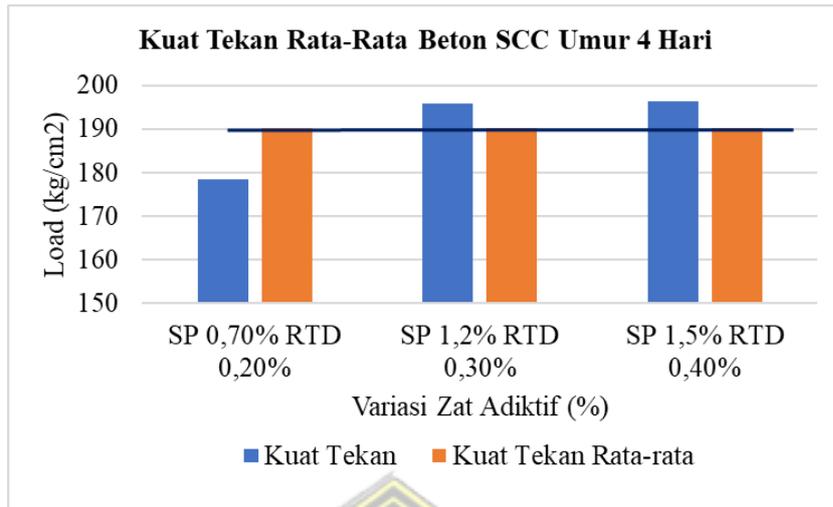
Tabel 4. 28. Kuat Tekan Rata-rata Beton Normal

Sample	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (MPa)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
	Pembuatan	Pengujian						
1	1 Des 2022	5 Des 2022	4	12,360	277,659	15,720	160,299	209,566
2	1 Des 2022	8 Des 2022	7	12,420	340,547	19,281	196,611	
3	1 Des 2022	29 Des 2022	28	12,620	470,281	26,612	271,366	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari data yang diperoleh hasil nilai kuat tekan rata-rata beton scc umur 4, 7, dan 28 hari adalah 209,566 kg/cm².

Data kuat tekan rata-rata beton scc umur 4 hari dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 4. 19. Grafik kuat tekan rata-rata *fast track* 4 hari
(Sumber : Hasil Analisis)

Gambar 4.18. menunjukkan hasil kuat tekan rata-rata beton SCC *fast track* 4 hari dari hasil perhitungan pada tabel sebagai berikut :

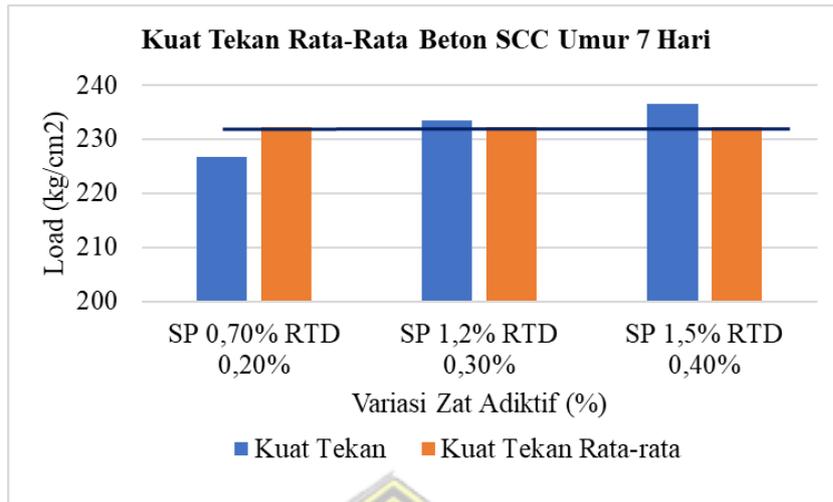
Tabel 4. 29. Kuat Tekan Rata-rata Beton SCC Umur 4 Hari

Sample	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (MPa)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
	Pembuatan	Pengujian						
1	1 Des 2022	5 Des 2022	4	12,340	309,096	17,491	178,358	190,200
2	1 Des 2022	5 Des 2022	4	12,360	339,558	19,215	195,938	
3	1 Des 2022	5 Des 2022	4	12,360	340,942	19,303	196,835	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari data yang diperoleh hasil nilai kuat tekan rata-rata beton scc umur 4 hari adalah 190,200 kg/cm².

Data kuat tekan rata-rata beton scc umur 7 hari dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 4. 20. Grafik kuat tekan rata-rata *fast track* 7 hari
(Sumber : Hasil Analisis)

Gambar 4.19. menunjukkan hasil kuat tekan rata-rata beton SCC *fast track* 7 hari dari hasil perhitungan pada tabel sebagai berikut :

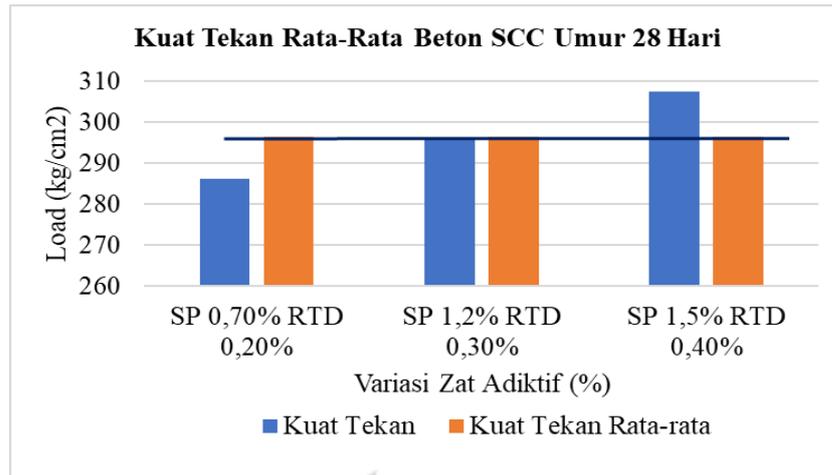
Tabel 4. 30. Kuat Tekan Rata-rata Beton SCC Umur 7 Hari

NO	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (MPa)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
	Pembuatan	Pengujian						
1	1 Des 2022	8 Des 2022	7	12,440	392,750	22,225	226,631	232,219
2	1 Des 2022	8 Des 2022	7	12,430	404,498	22,890	233,413	
3	1 Des 2022	8 Des 2022	7	12,460	410,873	23,204	236,614	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari data yang diperoleh hasil nilai kuat tekan rata-rata beton scc umur beton 7 hari adalah 232,219 kg/cm².

Data kuat tekan rata-rata beton scc umur 28 hari dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 4. 21. Grafik kuat tekan rata-rata *fast track* 28 hari
(Sumber : Hasil Analisis)

Gambar 4.20. menunjukkan hasil kuat tekan rata-rata beton SCC *fast track* 28 hari dari hasil perhitungan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 31. Kuat Tekan Rata-rata Beton SCC Umur 28 Hari

NO	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Gaya Tekan (P) (kN)	Tekan Aktual Silinder (MPa)	Tekan Aktual Silinder (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
	Pembuatan	Pengujian						
1	1 Des 2022	29 Des 2022	28	12,620	496,931	28,075	286,285	296,581
2	1 Des 2022	29 Des 2022	28	12,630	513,689	29,024	295,692	
3	1 Des 2022	29 Des 2022	28	12,638	533,674	30,155	307,495	

(Sumber : Hasil Analisa)

Dari data yang diperoleh hasil nilai kuat tekan rata-rata beton scc umur 28 hari adalah 296,581 kg/cm².

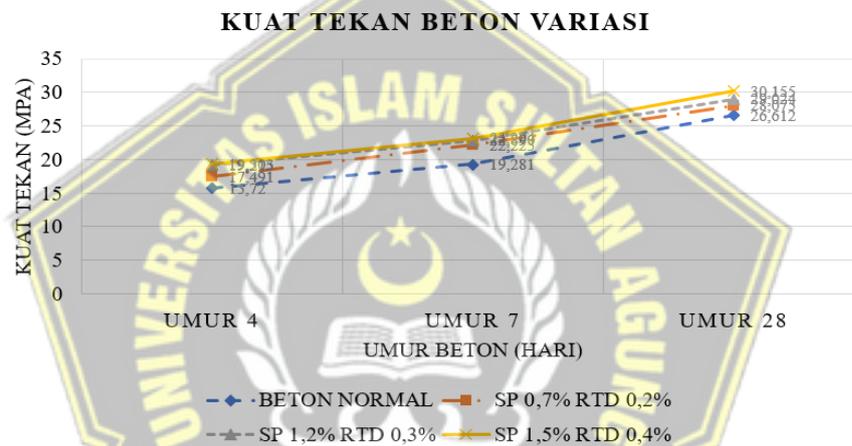
Pengujian yang dilakukan pada beton normal dan beton scc pada umur 4,7 dan 28 hari secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 4. 32. Kuat Tekan Rata-rata Beton Variasi

Variasi Benda Uji	Kuat Tekan Beton (MPa)		
	4 Hari	7 Hari	28 Hari
Beton Normal	15,720	19,281	26,612
SP 0,7% RTD 0,2%	17,491	22,225	28,075
SP 1,2% RTD 0,3%	19,215	22,890	29,024
SP 1,5% RTD 0,4%	19,303	23,204	30,155

(Sumber : Hasil Analisa)

Dari Tabel 4.30 diperoleh grafik kuat tekan rata-rata beton variasi di bawah ini



Gambar 4. 22. Grafik Kuat Tekan Rata-rata Beton Variasi

(Sumber : Hasil Analisa)

Dari grafik di atas diketahui kuat tekan beton di umur 28 hari lebih tinggi dibandingkan beton di umur 4 dan 7 hari. Sesuai dengan tujuan penggunaan bahan tambah *superplasztizer type f* dan *retarder type d* yaitu untuk mempercepat usia beton maka disimpulkan dengan penggunaan varian setiap campuran. Sedangkan campuran SP 1,5% dan RTD 0,4% membuat nilai kuat tekan beton mengalami peningkatan tertinggi pada setiap pengujian umur beton. Pada umur beton 4 hari nilai kuat tekan minimum sebesar 17,491 MPa sedangkan nilai kuat tekan maksimum sebesar 19,303 MPa. Kemudian pada beton umur beton 7 hari nilai kuat tekan minimum sebesar 22,225 MPa sedangkan nilai kuat tekan maksimum sebesar 23,204 MPa, dan pada beton umur beton 28 hari nilai kuat tekan minimum sebesar 28,075 MPa sedangkan nilai kuat tekan maksimum sebesar 30,155 Mpa.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian didapatkan kuat tekan beton SCC *fast track* $f_c'30$ pada umur 4 hari sebagai berikut :

- Variasi satu (*superplastizer* 0,7% dan *retarder* 0,2%) = 178,358 kg/cm²
- Variasi dua (*superplastizer* 1,2% dan *retarder* 0,3%) = 195,938 kg/cm²
- Variasi tiga (*superplastizer* 1,5% dan *retarder* 0,4%) = 196,835 kg/cm²

2. Pengaruh persentase penambahan zat aditif *superplastizer type F* dan *retarder type D* terhadap kuat tekan beton ditunjukkan pada peningkatan hasil uji tekan setiap variasi campuran. Hal ini dibuktikan dengan hasil sebagai berikut :

➤ Kuat tekan beton SCC *fast track* $f_c'30$ pada umur 4 hari :

- Variasi satu (*superplastizer* 0,7% dan *retarder* 0,2%) = 178,358 kg/cm²
- Variasi dua (*superplastizer* 1,2% dan *retarder* 0,3%) = 195,938 kg/cm²
- Variasi tiga (*superplastizer* 1,5% dan *retarder* 0,4%) = 196,835 kg/cm²

Nilai kuat tekan tertinggi pada umur 4 hari adalah 196,835 kg/cm² pada variasi ketiga.

➤ Kuat tekan beton SCC *fast track* $f_c'30$ pada umur 7 hari sebagai berikut :

- Variasi satu (*superplastizer* 0,7% dan *retarder* 0,2%) = 226,631 kg/cm²
- Variasi dua (*superplastizer* 1,2% dan *retarder* 0,3%) = 233,413 kg/cm²
- Variasi tiga (*superplastizer* 1,5% dan *retarder* 0,4%) = 236,614 kg/cm²

Nilai kuat tekan tertinggi pada umur 7 hari adalah 236,614 kg/cm² pada variasi ketiga.

➤ Kuat tekan beton SCC *fast track* $f_c'30$ pada umur 28 hari sebagai berikut :

- Variasi satu (*superplastizer* 0,7% dan *retarder* 0,2%) = 286,285 kg/cm²
- Variasi dua (*superplastizer* 1,2% dan *retarder* 0,3%) = 295,692 kg/cm²
- Variasi tiga (*superplastizer* 1,5% dan *retarder* 0,4%) = 307,495 kg/cm²

Nilai kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari adalah 307,495 kg/cm² pada variasi ketiga sekaligus nilai ini menjadi nilai kuat tekan maksimum persentase campuran zat aditif *superplasticizer* dan *retarder* dengan nilai (f.a.s) 0,3.

5.2. Saran

Setelah dilakukan penelitian, analisis serta pembahasan terhadap kuat tekan beton SCC dengan campuran *superplastir type F* dan *retarder type D* pada metode *fast track*, maka penulis dapat menyarankan beberapa hal diantaranya :

1. Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut mengenai beton SCC dan dapat dicoba dengan bahan pengganti material lain sebagai variasi campuran dengan penentuan proporsi materialnya.
2. Sesuai dengan percobaan yang peneliti lakukan beton SCC dengan komposisi *superplastizer type F* dan *retarder type D* untuk masih perlu dikaji lebih lanjut dengan diharapkan adanya penambahan pengujian kuat tekan dan pengujian kuat lentur untuk perkembangan beton SCC di lingkup perkerasan jalan.



DAFTAR PUSTAKA

- Nugraha, Y. (2015). *Variasi Penambahan Silica Fume terhadap Beton Mutu Tinggi Self Compacting Concrete (SCC)* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Okamura, Hajime dan M. Ouchi. Self Compacting Concrete. *Jurnal : Journals of Advanced Concrete Technology*, Vol. 1 No. 1, hal. 5-15.
- Budi, A. S., Sangadji, S., & Insyiroh, F. R. N. (2018). Pengaruh Ukuran Spesimen Terhadap Hubungan Tegangan Dan Regangan Pada Beton High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete. *Matriks Teknik Sipil*, 6(1).
- Widodo, S. (2017). Bond Strength between Hybrid Fiber-Reinforced Lightweight Aggregate Concrete Substrate and Self-Compacting Concrete as Topping Layer. *Advances in Civil Engineering*, 2017.
- Sharifi, N. P., Jewell, R. B., Duvallet, T., Oberlink, A., Robl, T., Mahboub, K. C., & Ladwig, K. J. (2019). The Utilization Of Sulfite-Rich Spray Dryer Absorber Material In Portland Cement Concrete. *Construction And Building Materials*, 213, 306-312.
- Le, H. T., & Ludwig, H. M. (2016). Effect Of Rice Husk Ash And Other Mineral Admixtures On Properties Of Self-Compacting High Performance Concrete. *Materials & Design*, 89, 156-166.
- Revilla-Cuesta, V., Skaf, M., Faleschini, F., Manso, J. M., & Ortega-López, V. (2020). Self-Compacting Concrete Manufactured With Recycled Concrete Aggregate: An Overview. *Journal Of Cleaner Production*, 262, 121362.
- Asteris, P. G., Ashrafian, A., & Rezaie-Balf, M. (2019). Prediction Of The Compressive Strength Of Self-Compacting Concrete Using Surrogate Models. *Computers And Concrete*, 24(2), 137-150.

- Santos, S., Da Silva, P. R., & De Brito, J. (2019). Self-Compacting Concrete With Recycled Aggregates—A Literature Review. *Journal Of Building Engineering*, 22, 349-371.
- Sasanipour, H., & Aslani, F. (2020). Durability Properties Evaluation Of Self-Compacting Concrete Prepared With Waste Fine And Coarse Recycled Concrete Aggregates. *Construction And Building Materials*, 236, 117540.
- Murdock, L. J., dan Brook, K. M., 1991. *BAHAN DAN PRAKTEK BETON*. Erlangga. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum RI, 1991. Standar SK SNI T-15-1991-03, Tata Cara Penghitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. Bandung: LPMB Departemen Pekerjaan Umum RI.
- PBI 1971 (1971) Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Umum, S. (2018). Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Direktorat Jenderal Bina Marga*.
- Commitee, A. S. T. M. (2003). C09. ASTM C33-03, Standard Spesification for Concrete Agregates. *ASTM International*.
- Commitee, A. S. T. M. (2006). C09. ASTM C125-06, Standard Spesification for Concrete Agregates. *ASTM International*.
- Nasional, B. S. (2000). Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *SK SNI*, 3, 2834-2000.
- Hermansah, F. Y., & Sihotang, A. (2019). Studi Mengenai Pengaruh Ukuran Maksimum Agregat Kasar pada Campuran Beton Memadat Mandiri (SCC). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 5(1), 62.
- Rusyandi, K., Mukodas, J., & Gunawan, Y. (2012). Perancangan Beton Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri) Dengan Penambahan Fly Ash dan Structuro. *Jurnal Konstruksi*, 10(01).

- Risdianto, Y. (2010). Penerapan Self compacting concrete (SCC) pada beton mutu normal. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 8(2), 54-60.
- Assalam, M. F., Hardian, M. F., & Amalia, A. (2019, October). Karakteristik Beton Scc Dengan Menggunakan Bahan Tambah Abu Sekam Padi. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 1, No. 1, pp. 15-21).
- Hadi, A. K., Supardi, S., Maruddin, M., Yusuf, A. A. A., & Samsuddin, R. H. (2021). Pengaruh Metode Self Compacting Concrete (Scc) Terhadap Sifat Mekanis Beton. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 6(1), 32-38.
- Amiruddin, A., Ibrahim, I., & Sulianti, I. (2014). Pengaruh Perubahan Ukuran Maksimum Agregat Kasar Terhadap Jumlah Semen Untuk Pembuatan Beton SCC dengan Bahan Tambah SP430 dan RP260. *PILAR*, 10(2).
- Nurfitriani, N., Wibawa, T. P., & Amalia, A. (2019, October). Kualitas Beton Normal Dengan Penambahan Retarder. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 1, No. 1, pp. 22-27).

