

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGARUH VARIASI UKURAN PANJANG
SERAT BAJA DRAMIX 3D TERHADAP BETON *SELF COMPACTING
CONCRETE* (SCC)**

(Skripsi)

Oleh

VERNADY NAPATINO RAMADHAN

(1915011031)



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

ABSTRACT

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECT OF VARIATIONS IN DRAMIX 3D STEEL FIBERS LENGTH ON SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)

By

VERNADY NAPATINO RAMADHAN

Self Compacting Concrete (SCC) is an innovative concrete that can compact itself (without a vibrator) and is able to flow under its own weight to saturate the formwork without experiencing segregation. This can overcome problems in terms of productivity, quality and work safety. Concrete is a composite building material that is strong in withstanding compressive forces, but weak against tensile forces, is also brittle and easily cracks. Steel fibers are added to the concrete mixture to improve the characteristics of the concrete. In this study, 3D Dramix steel fibers were used in SCC with a volume fraction of 1% at each length variation of 20 mm, 40 mm and 60 mm. The samples used in the split compressive and tensile strength test specimens were cylindrical with a diameter of 150 mm and a height of 300 mm. Meanwhile, the flexural tensile strength test is a beam sample measuring 100x100x400 mm. Sample testing was carried out at 28 days of age. The highest increase in compressive strength values occurred at a length variation of 40 mm, amounting to 5.99% of normal concrete. The highest increase in splitting tensile strength values occurred at the 60 mm length variation of 36.44% and the highest increase in bending tensile strength values occurred at the 60 mm length variation of 531.7%. The research results show that variations in steel fiber length in SCC can affect compressive strength, tensile strength, and also reduce the workability or ease of casting concrete.

Key words : steel fibre, compressive strength, split tensile strength, flexural tensile strength

ABSTRAK

ANALISIS PERBANDINGAN PENGARUH VARIASI UKURAN PANJANG SERAT BAJA DRAMIX 3D TERHADAP BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC)

Oleh

VERNADY NAPATINO RAMADHAN

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan beton inovatif yang dapat memadat sendiri (tanpa vibrator) dan mampu mengalir dengan beratnya sendiri untuk mengisi bekisting dengan jenuh tanpa mengalami segregasi. Hal ini dapat mengatasi masalah dalam hal produktivitas, kualitas, dan juga keselamatan kerja. Beton adalah bahan bangunan komposit yang kuat dalam menahan gaya tekan, tetapi lemah terhadap gaya tarik, juga getas dan mudah retak. Serat baja ditambahkan dalam campuran beton untuk memperbaiki karakteristik beton tersebut. Pada penelitian ini menggunakan serat baja Dramix 3D pada SCC dengan volume fraksi 1% pada setiap variasi panjang 20 mm, 40 mm, dan 60 mm. Sampel yang digunakan pada benda uji kuat tekan dan tarik belah berupa silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Sedangkan uji kuat tarik lentur berupa sampel balok dengan ukuran 100x100x400 mm. Pengujian sampel dilakukan pada umur 28 hari. Peningkatan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi panjang 40 mm sebesar 5,99% dari beton normal. Peningkatan nilai kuat tarik belah tertinggi terjadi pada variasi panjang 60 mm sebesar 36,44% dan peningkatan nilai kuat tarik lentur tertinggi terjadi pada variasi panjang 60 mm sebesar 531,7%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi panjang serat baja pada SCC dapat mempengaruhi kuat tekan, kuat tarik, dan juga mengurangi *workability* atau kemudahan pengecoran beton.

Kata kunci : serat baja, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat tarik lentur

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGARUH VARIASI UKURAN PANJANG
SERAT BAJA DRAMIX 3D TERHADAP BETON *SELF COMPACTING
CONCRETE* (SCC)**

Oleh

VERNADY NAPATINO RAMADHAN

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Program Studi S1 Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi

**: ANALISIS PERBANDINGAN PENGARUH
VARIASI UKURAN PANJANG SERAT
BAJA DRAMIX 3D TERHADAP BETON
SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)**

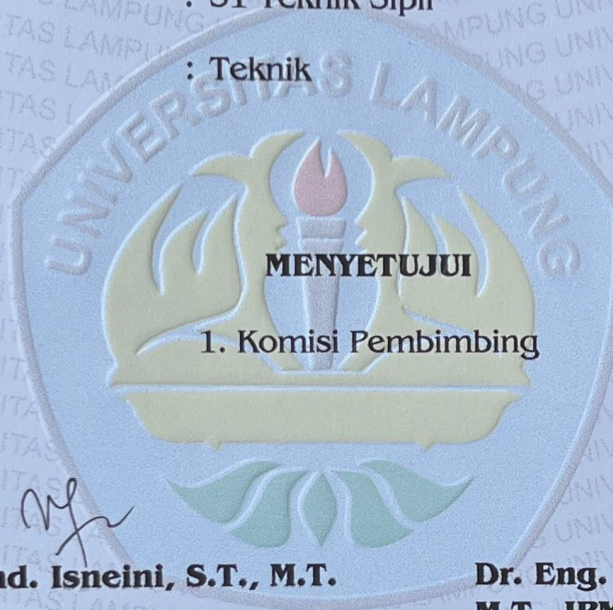
Nama Mahasiswa

: Vernady Napatino Ramadhan

Nomor Pokok Mahasiswa : 1915011031

Program Studi : S1 Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



Dr. Eng. Mohd. Isneini, S.T., M.T.

NIP 19721026 200003 1 001

**Dr. Eng. Ratna Widyawati, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng.**

NIP 19710605 199512 2 001

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIP 19720829 199802 1 001

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. Laksmi Irianti, M.T.

NIP 19620408 198903 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Eng. Mohd. Isneini, S.T., M.T.

Sekretaris : Dr. Eng. Ratna Widyawati, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

Penguji Bukan Pembimbing : Ir. Laksmi Irianti, M.T.

2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)

NIP. 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Oktober 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Vernady Napatino Ramadhan

NPM : 1915011031

Prodi/Jurusan : S1/Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul “*ANALISIS PERBANDINGAN PENGARUH VARIASI UKURAN PANJANG SERAT BAJA DRAMIX 3D TERHADAP BETON SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)*” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka. Ide penelitian didapat dari Pembimbing I, oleh karena itu baik atas data penelitian berada pada Saya dan Pembimbing I, Bapak Dr. Eng. Mohd. Isneini, S.T., M.T.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 30 Oktober 2023



Vernady Napatino Ramadhan

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Bandar Lampung pada tanggal 26 November 2002, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Haryadi dan Ibu Kartina. Penulis memiliki dua orang saudara yaitu kakak laki-laki yang bernama Marsyalino Russri Wijaya dan adik perempuan yang bernama Keisya Nia Agustin. Penulis memulai jenjang pendidikan tingkat dasar di SD Al-Kautsar pada tahun 2008-2014, lalu dilanjutkan pendidikan tingkat pertama di SMPN 2 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2016 dan dilanjutkan menempuh pendidikan tingkat atas di SMAN 2 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2019.

Pada tahun 2019 penulis diterima di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi seorang mahasiswa, penulis berperan aktif di dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung (HIMATEKS UNILA) sebagai Anggota Usaha dan Karya Periode 2020-2021 dan Periode 2021-2022. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode I di Gunung Mas, Kecamatan Teluk Betung Utara, Kota Bandar Lampung selama 40 hari, Januari – Februari 2022. Di tahun yang sama, tepatnya di bulan Juli – Oktober penulis juga telah melakukan kerja praktik di Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknik 5.3 ITERA selama 3 bulan.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi kampus dan menjadi diangkat menjadi Koordinator Sponsorship pada acara Civil Bring Revolution 7 yang merupakan acara berskala Nasional untuk organisasi HIMATEKS UNILA. Penulis mengambil tugas akhir dengan judul “Analisis Perbandingan Pengaruh Variasi Ukuran Panjang Serat Baja Dramix 3D Terhadap Beton *Self Compacting Concrete* (SCC)”.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk

Allah SWT karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya skripsi ini dapat selesai.

Papa dan Mama yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dan motivasi.

Kakak Adikku, Ino dan Keisya yang juga selalu memberikan dukungan dalam hal apapun.

Teman-teman terdekat yang sudah banyak membantu selama proses skripsi, kebersamai, mendengarkan keluh kesah, menyemangati, memberikan nasihat dan masukan selama ini.

Dosen Pembimbing dan Penguji yang sangat menginspirasi untuk ilmu yang diberikan dan turut andil dalam menyelesaikan skripsi ini.

MOTTO

“Percayalah Anda bisa dan itu sudah setengah jalan keberhasilan”

Theodore Roosevelt

“Aku tak pernah menyesali diamku, tapi aku berkali-kali menyesali bicaraku”

Umar bin Khattab

“Ketika Anda merencanakan sesuatu dengan baik, tidak perlu terburu-buru”

Thomas Shelby

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “Analisis Perbandingan Pengaruh Variasi Ukuran Panjang Serat Baja Dramix 3D Terhadap Beton *Self Compacting Concrete* (SCC)” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku ketua Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Bapak Riki Chandra Wijaya, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan, masukan, dan motivasi kepada penulis selama perkuliahan.
5. Bapak Dr. Eng. Mohd. Isneini, S.T., M.T., selaku pembimbing utama atas kesediannya untuk memberikan bimbingan, saran, dan motivasi dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Ibu Dr. Eng. Ir. Ratna Widyawati, S.T., M.T., IPM., selaku pembimbing kedua yang selalu memberikan masukan dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku dosen penguji. Terima kasih untuk masukan dan saran dalam penyempurnaan skripsi ini.

8. Seluruh dosen Program Studi S1 Teknik Sipil atas semua ilmu pengetahuan dan didikannya selama masa perkuliahan.
9. Seluruh staff dan karyawan Program Studi S1 Teknik Sipil atas segala bantuannya dalam hal administrasi.
10. Kedua orangtuaku, kakak, dan adikku yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, dan selalu memberikan segala hal demi kelancaran dan keberhasilan penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
11. Nenek serta keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan.
12. Teman-teman lab Naya, Laila, Elfa, Naufal, dan Alvany terima kasih atas kebersamaannya, bantuan, dan dukungan selama proses penelitian penulis.
13. Teman-teman seperjuangan SOLID 19. Terima kasih atas empat tahunnya susah senang menjadi mahasiswa Teknik Sipil. Menjadi keluarga selama mengarungi kehidupan kampus dan memberikan banyak pengalaman serta kenangan selama perkuliahan.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, terima kasih atas semua bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya bagi penulis dalam mengembangkan dan mengamalkan ilmu pengetahuan.

Bandarlampung, 2023
Penulis,

Vernady Napatino Ramadhan

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Self Compacting Concrete (SCC)</i>	6
2.2 Material Beton SCC.....	9
2.3.1 Air.....	9
2.3.2 Agregat	10
2.3.3 Semen <i>Portland</i>	10
2.3.4 <i>Superplasticizer HRWR</i>	11
2.3 Beton Serat	11
2.4 Serat Baja.....	11
2.5 Penelitian Sebelumnya	14
2.6 Volume Fraksi	17
2.7 Kuat Tekan Beton.....	17
2.8 Kuat Tarik Belah	18
2.9 Kuat Tarik Lentur	18
III. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Lokasi Penelitian	20
3.2 Persiapan Alat dan Bahan.....	20
3.2.1 Alat	20

3.2.2	Bahan	22
3.3	Prosedur Pelaksanaan	23
3.3.1	Pemeriksaan Material	23
3.3.2	Perencanaan <i>Mix Design Self Compacting Concrete</i>	24
3.3.3	Pembuatan Sampel Benda Uji	25
3.3.4	Pengujian <i>Workability</i>	26
3.3.5	Perawatan Sampel Benda Uji	27
3.3.6	Pengujian Sampel Benda Uji	27
3.3.7	Analisis Hasil Penelitian	29
3.4	Diagram Alir Penelitian	29
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1	Umum	31
4.2	Pengujian <i>Workability/Keleccakan</i>	31
4.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan	34
4.4	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah	38
4.5	Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur	41
	DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3.1 Data Hasil Pemeriksaan Material	24
Tabel 3.2 Variasi Benda Uji Campuran Beton Serat Baja Dramix 3D	25
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian <i>Slumpflow</i> SCC.....	31
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian T50 cm pada SCC	33
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton SCC	35
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SCC	39
Tabel 4.5 Tabel Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton SCC.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 <i>Slump Flow Test</i>	7
Gambar 2.2 <i>L-Shape Box Test</i>	8
Gambar 2.3 <i>V-Funnel Test</i>	8
Gambar 2.4 Perbandingan komposisi beton konvensional dengan SCC	9
Gambar 2.5 Jenis - jenis serat baja.	13
Gambar 2.6 Tipe Serat Baja Dramix	14
Gambar 2.7 Uji kuat tekan.	18
Gambar 3.1 Pengadukan material.	26
Gambar 3.2 (a) <i>Slump Flow Test</i> , (b) pengukuran diameter	26
Gambar 3.3 Perawatan benda uji.....	27
Gambar 3.4 Diagram Alir.....	30
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara panjang serat dengan <i>slumpflow</i> SCC. ...	32
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara panjang serat dengan uji T50 pada SCC.	33
Gambar 4.3 Pengujian <i>slumpflow</i> beton SCC tanpa serat (a), dengan campuran serat baja 60 mm (b), pengujian T50 cm (c).	34
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara panjang serat dan nilai kuat tekan beton SCC	36
Gambar 4.5 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	37
Gambar 4.6 Pengujian kuat tekan beton (a) tanpa serat, (b) campuran serat baja.	38
Gambar 4.7 Grafik hubungan antara panjang serat dan nilai kuat tarik belah beton SCC.	39
Gambar 4.8 Pengujian kuat tarik belah (a), benda uji dengan serat panjang 60 mm (b), benda uji dengan serat panjang 20 mm(c).....	41
Gambar 4.9 Grafik hubungan antara panjang serat dengan kuat tarik lentur beton SCC.	42
Gambar 4.10 Pengujian kuat tarik lentur, (a) campuran serat baja 40 mm , (b) campuran serat baja 20 mm.....	44

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam industri konstruksi, beton merupakan material yang paling umum digunakan. Beton konvensional memerlukan alat getar untuk memastikan beton terkompaksi secara sempurna sehingga memerlukan tenaga manusia untuk melakukan proses tersebut. Hal ini bisa mengakibatkan masalah dalam hal produktivitas, kualitas, dan juga keselamatan kerja. Untuk mengatasi masalah tersebut, telah dikembangkan teknologi baru yaitu *Self Compacting Concrete* (SCC) atau Beton Alir.

SCC merupakan beton yang dapat mengalir dan menyebar dengan beratnya sendiri tanpa segregasi, mengisi seluruh bagian bekisting, dan melalui tulangan tanpa konsolidasi mekanis (ACI Committee 237, 2005). SCC dapat mengalir dan mengisi seluruh bagian dari cetakan hingga ke bagian dengan dimensi yang kecil tanpa menggunakan bantuan alat pemadat atau vibrator. SCC terdiri dari material yang serupa dengan beton konvensional yaitu agregat kasar, agregat halus dan air, hanya saja dalam SCC diberi tambahan *admixture* yaitu *superplasticizer*. SCC sering digunakan dalam konstruksi struktur yang memerlukan tulangan rapat. Tulangan yang rapat menyebabkan kesulitan dalam melakukan pemadatan beton.

Beton adalah bahan bangunan komposit yang kuat dalam menahan gaya tekan, tetapi lemah terhadap gaya tarik. Namun, beton juga memiliki sifat yang getas dan mudah retak. Untuk memperbaiki karakteristik beton yang getas dan mudah retak, serat menjadi pilihan yang tepat untuk digunakan pada campuran beton. Dengan menambahkan serat pada campuran beton mampu mengurangi karakteristik yang dimiliki beton tersebut. Serat yang umumnya digunakan dalam campuran beton adalah serat yang bersifat lebih daktail dan

kuat terhadap tarik, salah satunya adalah serat baja. Serat baja merupakan serat kecil yang terbuat dari baja dan digunakan sebagai bahan tambahan pada campuran beton. Pada umumnya serat baja digunakan untuk mengurangi sifat susut beton dan juga meningkatkan kuat lentur dari beton secara signifikan.

Sentani (2007) melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi panjang serat kawat bendrat terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan juga kuat lentur beton. Panjang serat yang digunakan adalah 3 cm, 4 cm, 5 cm, dan 6 cm. Kuat tekan tertinggi dicapai pada serat dengan panjang 4 cm yaitu meningkat sebesar 26,20% dengan nilai 31,06 MPa dibandingkan beton tanpa serat yaitu dengan nilai 24,01 MPa. Untuk penggunaan serat dengan panjang 3 cm terjadi peningkatan kuat tekan dengan nilai sebesar 30,26 MPa. Peningkatan kuat tekan beton yang menggunakan serat panjang 5 cm dan 6 cm tidak signifikan seperti panjang 3 cm dan 4 cm, yaitu sebesar 29,08 MPa dan 25,91 MPa.

Nugraha (2018) menyimpulkan bahwa penambahan serat kawat bendrat dengan panjang 36 mm, 48 mm, 60 mm membuat perilaku beton berbeda beda. Hal tersebut terlihat disetiap pengujian yang telah dilakukan, pada pengujian kuat tekan peningkatan maksimum terjadi pada beton serat 48 mm yaitu sebesar 25,12%. Sedangkan pada pengujian kuat tarik belah peningkatan kekuatan maksimum terjadi pada beton serat 60 mm sebesar 32,71%. Kemudian pada pengujian kekuatan lentur, kenaikan kekuatan maksimum terjadi pada beton serat 60 mm yaitu sebesar 41,82%.

Terdapat banyak penelitian yang membahas pengaruh perbedaan panjang serat kawat bendrat. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa perbedaan panjang serat yang digunakan dalam campuran beton dapat mempengaruhi karakteristik beton, maka salah satu aspek penting dalam penggunaan serat baja adalah panjang dari serat itu sendiri. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan judul **“Analisis Perbandingan Variasi Ukuran Panjang Serat Baja Dramix 3D terhadap Beton *Self Compacting Concrete* (SCC)”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Bagaimana pengaruh perbedaan ukuran panjang serat baja pada SCC terhadap aspek kemudahan pengerjaannya (*flowability / workability*)?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan ukuran panjang serat baja terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur pada SCC?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh perbedaan ukuran panjang serat baja pada SCC terhadap aspek kemudahan pengerjaannya (*flowability / workability*).
2. Mengetahui pengaruh perbedaan ukuran panjang serat baja terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur pada SCC.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi pengaruh perbedaan ukuran panjang serat baja pada SCC terhadap aspek kemudahan pengerjaannya (*flowability / workability*), kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur.
2. Mendapatkan pengetahuan lebih mendalam mengenai pengaruh serat baja terhadap SCC.
3. Sebagai sumber informasi dan bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

2. Pada penelitian ini dilakukan tiga pengujian, yaitu pengujian kuat tekan beton, kuat tarik belah beton dan kuat tarik lentur beton pada umur beton dua puluh delapan hari.
3. Serat yang digunakan adalah serat baja Dramix 3D 80/60 dengan diameter 0,75 mm dalam fraksi 1,0% dari volume sampel dan dalam variasi ukuran panjang 20 mm, 40 mm, dan 60 mm.
4. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton dilakukan menggunakan silinder beton berdimensi 150 x 300 mm sebanyak dua puluh empat buah sampel, sedangkan untuk kekuatan lentur beton menggunakan balok beton berdimensi 100 x 100 x 400 mm sebanyak dua belas buah sampel dengan tiap variasinya menggunakan tiga buah sampel.
5. Dalam pengujian material dilakukan sesuai dengan acuan ASTM dan untuk pengujian beton dilakukan berdasarkan standar SNI.

1.6 Sistematika Penulisan

Berdasarkan uraian dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian yang hendak dicapai dalam penelitian, maka sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mengurai tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tinjauan pustaka yang memuat tentang teori, pemikiran dan hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini. Bagian ini akan membuat kerangka dasar mengenai konsep, serta teori-teori yang akan digunakan untuk pemecahan masalah.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memberikan informasi mengenai waktu, lokasi penelitian, alat dan data, serta proses analisis data yang digunakan.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menguraikan mengenai hasil-hasil dan pembahasan yang diperoleh dari proses penelitian. Penyajian hasil penelitian berisi deskripsi sistematis mengenai data yang diperoleh. Sedangkan pada bagian pembahasannya berisi pengolahan data hasil penelitian dengan tujuan untuk mencapai penelitian.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian, serta saran yang berhubungan dengan berbagai faktor penghambat dan pendukung yang dialami selama penelitian berlangsung

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Self Compacting Concrete* (SCC)

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan beton inovatif yang dapat memadat sendiri (tanpa vibrator) dan mampu mengalir dengan beratnya sendiri untuk mengisi bekisting dengan jenuh tanpa mengalami segregasi (Citrakusuma, 2012). SCC terdiri dari material yang serupa dengan beton konvensional yaitu agregat kasar, agregat halus dan air, hanya saja dalam SCC diberi tambahan *admixture* yaitu *superplasticizer*.

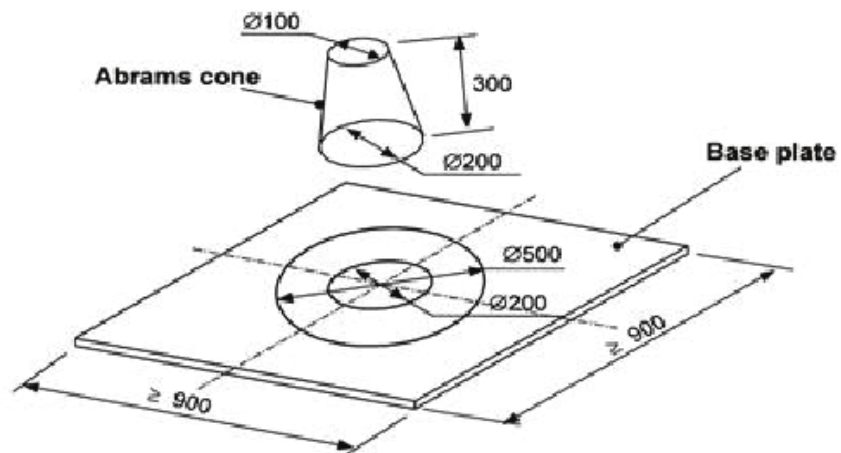
Kelebihan dari SCC adalah sebagai berikut :

- 1) Sangat encer.
- 2) Lebih homogen dan stabil.
- 3) Tidak memerlukan pemadatan.
- 4) Kuat tekan bisa didesain untuk mutu tinggi.
- 5) Lebih kedap dan porositas yang lebih kecil
- 6) Susut lebih rendah
- 7) Struktur lebih awet untuk jangka panjang.
- 8) Tenaga kerja yang dibutuhkan lebih sedikit karena beton dapat mengalir dengan sendirinya sehingga dapat menghemat biaya pekerja.

Mengacu pada EFNARC, campuran beton segar dapat dikatakan SCC apabila memiliki workabilitas atau kelecakan yang memenuhi kriteria SCC sebagai berikut, yaitu :

- 1) *Filling ability*, adalah kemampuan SCC untuk mengalir dan mengisi dengan sendirinya keseluruhan bagian cetakan dengan mengandalkan beratnya sendiri . Untuk menentukan “*filling ability*” dari SCC perlu dilakukan *Slump-flow Test* dengan menggunakan kerucut Abrams

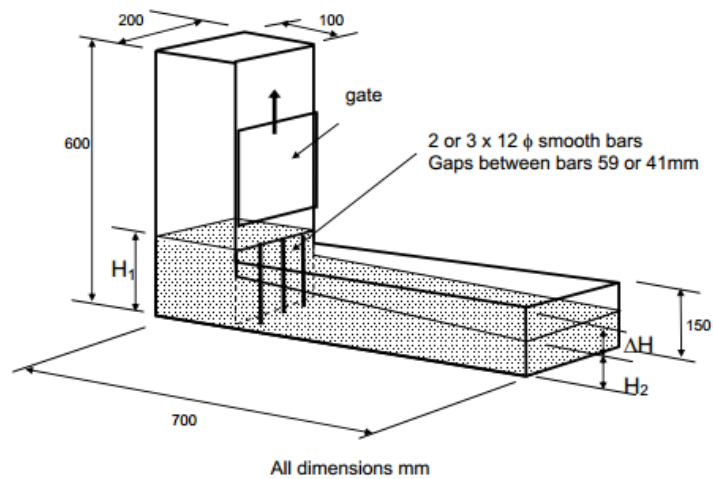
berdasarkan kemampuan penyebaran beton segar yang dinyatakan dengan besaran diameter yaitu antara 50-85 cm.



(Sumber : <https://www.researchgate.net>)

Gambar 2. 1. *Slump Flow Test*

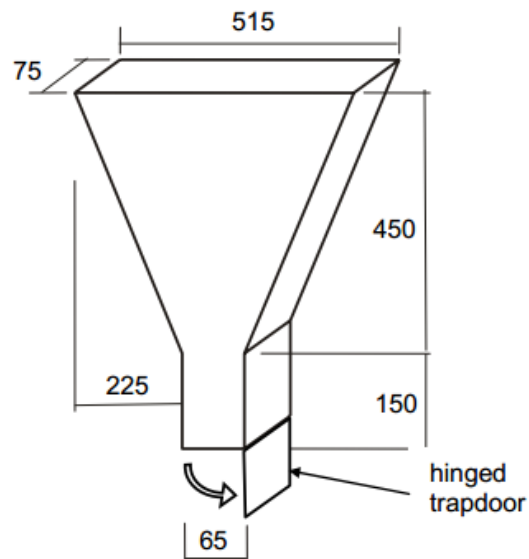
- 2) *Passing ability*, adalah kemampuan SCC untuk mengalir melalui bagian celah yang sempit dari cetakan tanpa terjadi adanya segregasi atau *blocking*. Untuk menentukan “*passing ability*” dari SCC, digunakan alat uji yaitu *L-Shape box*. Hasil dari *L-shape box test* adalah nilai *blocking ratio*, yaitu nilai yang didapat dari perbandingan H_2/H_1 . Semakin besar nilai *blocking ratio*, semakin baik beton segar mengalir dengan viskositas tertentu. Untuk kriteria SCC nilai *blocking ratio* berkisar antara 0,8 – 1,0.



(Sumber : EFNARC Standard, 2005)

Gambar 2. 2. L-Shape Box Test

- 3) *Segregation resistance*, adalah kemampuan SCC untuk mempertahankan keadaan komposisi yang homogen selama waktu transportasi sampai pada pengecoran. *V-Funnel test* berguna dalam mengukur viskositas SCC dan sekaligus mengetahui “*segregation resistance*”. Kemampuan beton segar untuk segera mengalir melalui mulut diujung bawah alat ukur *V-funnel* diukur dengan besaran waktu antara 3 – 15 detik.



(Sumber : EFNARC Standard, 2005)

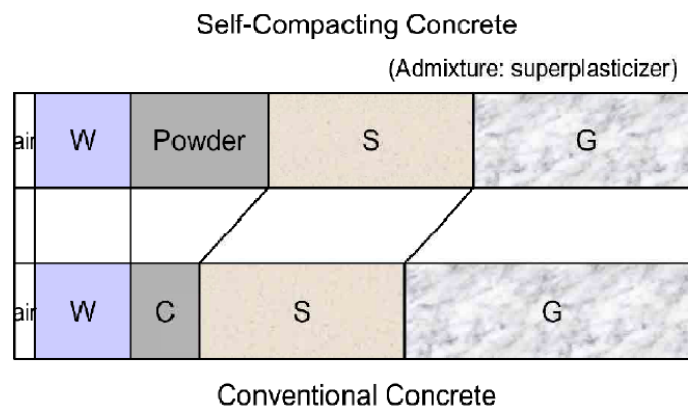
Gambar 2. 3.V-Funnel Test

Terdapat tiga hal yang perlu diperhatikan dalam membuat beton dengan kriteria SCC, yaitu :

- 1) Pembatasan fraksi agregat kasar
- 2) Penggunaan *Superplasticizer*
- 3) Penggunaan nilai *water-powder ratio* yang lebih rendah

2.2 Material SCC

Okamura dan Ouchi (2003) dalam penelitiannya menampilkan perbandingan komposisi beton konvensional dengan SCC seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



(Sumber : Okamura & Ouchi, 2003)

Gambar 2. 4. Perbandingan komposisi beton konvensional dengan SCC

Berdasarkan gambar diatas, komposisi material SCC dan beton konvensional berbeda dalam volume total yang sama. Rasio air terhadap *powder* dalam SCC lebih kecil dibandingkan dengan rasio air terhadap semen dalam beton konvensional. Sedangkan untuk komposisi kerikil atau agregat kasar, dalam SCC memiliki jumlah yang lebih sedikit karena dibatasi untuk memperkecil kemungkinan terjadinya *blocking*.

2.3.1 Air

Air memegang peran yang sangat penting dalam pembuatan beton. Air bertindak sebagai katalis dalam proses bereaksinya semen dengan air yang membuat semen menjadi kuat dan keras. Dalam penggunaannya,

jumlah air sangat mempengaruhi sifat dari beton, seperti kekuatan, porositas, dan ketahanan terhadap abrasi. Oleh karena itu, dalam melakukan *mix design* harus memperhitungkan penggunaan air yang tepat agar campuran beton memiliki hasil yang optimal.

2.3.2 Agregat

Sebagian besar dari total volume beton merupakan agregat, yaitu sebesar 70% - 75%. Oleh karena itu, dengan agregat yang baik, beton akan memiliki *workability* yang optimal, kekuatan yang maksimal dan tahan lama (*durable*).

1) Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil yang dihasilkan dari pemecah batu yang memiliki ukuran mulai dari 5 – 40 mm. Ukuran maksimum dari agregat kasar yang digunakan dalam SCC adalah 20 mm.

2) Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir yang dihasilkan dari pemecah batu yang memiliki ukuran lebih kecil dari 5 mm.

2.3.3 Semen *Portland Composite Cement* (PCC)

Semen *Portland Composite Cement* (PCC) adalah jenis semen yang menggabungkan berbagai bahan baku, termasuk klinker, bahan tambah, dan bahan aditif tertentu untuk menghasilkan produk semen yang memiliki sifat-sifat tertentu. Dalam suatu konstruksi, penggunaan semen sangat penting karena dapat memberikan kekuatan dan kestabilan yang dibutuhkan oleh struktur bangunan. PCC mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah selama proses pendinginan dibandingkan dengan Semen Portland Tipe I, sehingga pengerjaannya akan lebih mudah dan menghasilkan permukaan beton/plester yang lebih rapat dan lebih halus.

2.3.4 *Superplasticizer* HRWR

Superplasticizer High Range Water Reducer (HRWR) digunakan untuk mendapatkan tingkat konsistensi yang diinginkan dengan mengurangi berat air sebesar 12% atau lebih (sampai 40%).

2.3 Beton Serat

Menurut ACI Committee 544 (1982) terdapat beberapa jenis serat yang digunakan dalam memperbaiki beberapa sifat beton, yaitu serat baja (steel), plastic (polypropylene), kaca (glass), karbon (carbon). Serat dicampur kedalam adukan beton dengan volume fraksi tertentu sesuai dengan jenis serat yang digunakan.

Beton serat sudah banyak diaplikasikan di beberapa proyek konstruksi sipil seperti jembatan, bangunan gedung, dan jalan raya hingga proyek konstruksi rumah tangga seperti lantai dan lantai dasar kamar mandi. Keputusan untuk menggunakan beton serat harus didasarkan pada kebutuhan khusus proyek konstruksi dan karakteristiknya yang unik. Penelitian yang dilakukan Sudarmoko (1991) menyimpulkan bahwa kehadiran serat (*fiber*) pada beton akan menaikkan kekakuan dan mengurangi lendutan (defleksi) yang terjadi.

Suhendro (2000) membuktikan bahwa sifat-sifat kurang baik dari beton, yaitu getas, tidak mampu menahan tegangan tarik, dan ketahanan yang rendah terhadap beban *impact* dapat diperbaiki dengan menambahkan fiber lokal yang terbuat dari potongan kawat pada adukan beton. Dibuktikan pula bahwa tingkat perbaikan yang diperoleh dengan fiber lokal tidak banyak berbeda dengan hasil – hasil yang dilaporkan di luar negeri dengan menggunakan *fiber steel*.

2.4 Serat Baja

Serat baja merupakan serat kecil yang terbuat dari baja dan digunakan sebagai bahan tambahan pada campuran beton. Pada umumnya serat baja digunakan untuk mengurangi sifat susut beton dan juga meningkatkan kuat lentur dari

beton secara signifikan. Dalam ACI Comitte 544 secara umum fiber baja memiliki panjang 0,5 in (12,77mm) sampai 2,5 in (63,57 mm) dengan diameter antara 0,017 (0,45 mm) sampai 0,04 in (1,0 mm). Dengan diameter sekitar 0,25 hingga 0,75 mm dan panjang sekitar 25 hingga 60 mm, serat baja mampu memberikan kekuatan tambahan pada beton, mencegah retak, serta meningkatkan ketahanan terhadap beban lentur dan tekanan.

Menurut Soroushian & Bayasi (1991), beberapa jenis baja yang biasa digunakan sesuai dengan kegunaannya masing-masing antara lain:

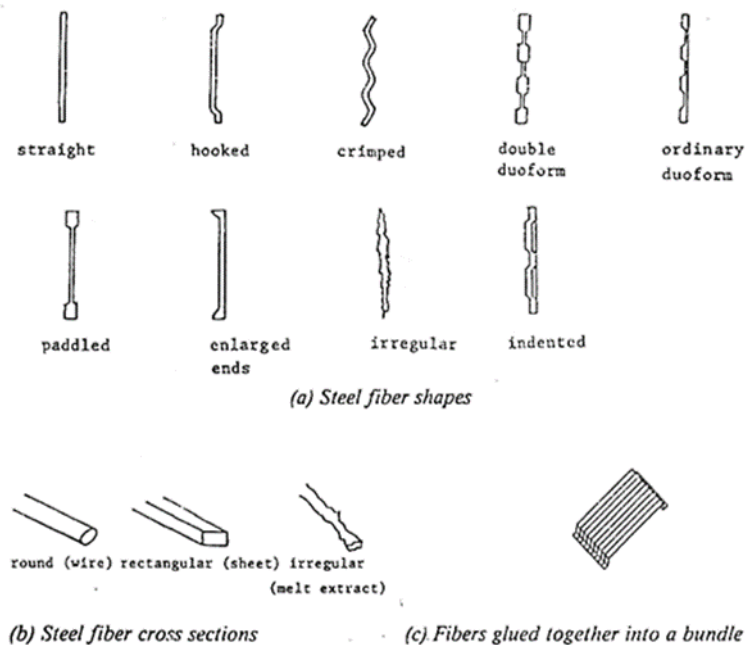
1) Bentuk serat baja (*Steel fiber shapes*)

Terdapat beberapa bentuk serat baja yaitu lurus (*straight*), berkait (*hooked*), bergelombang (*crimped*), double duo form, ordinary duo form, bundle (*paddled*), kedua ujung ditekuk (*enlarged ends*), tidak teratur (*irregular*), dan bergigi (*idented*).

2) Penampang serat baja (*Steel fiber cross section*)

Terdapat beberapa jeni penampang yaitu lingkaran (*round/wire*), persegi/ lembaran (*rectangular/sheet*), dan tidak teratur/bentuk dilelehkan (*irregular/melt extract*).

3) Serat yang dilekatkan bersama dalam satu ikatan (*fibers glued together into a bundle*).



(Sumber : Soroushian & Bayashi, 1991)

Gambar 2. 5 . Jenis - jenis serat baja.

Serat baja yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serat baja berbentuk *Hooked* dengan merek dagang *Dramix*. *Dramix* menyediakan 3 tipe serat baja, yaitu sebagai berikut :

1. Serat baja 3D

Serat baja 3D *Dramix* ini memiliki dengan aspek rasio 80, memiliki ukuran panjang 60 mm dan diameter 0,75 mm. Serat baja 3D *Dramix* ini memiliki kekuatan tarik 1225-1325 MPa. Pada penelitian ini digunakan ukuran panjang 30 mm dan diameter 0,75 mm sehingga perlu dilakukan pemotongan panjang serat baja.

2. Serat baja 4D

Serat baja 4D *Dramix* memiliki aspek rasio 65 dengan panjang 60 mm dan diameter 0,90 mm. Serat tipe ini memiliki kekuatan terhadap tarik sebesar 1500 MPa.

3. Serat baja 5D

Serat baja 5D Dramix ini memiliki aspek rasio 65 dengan panjang 60mm dan diameter 0,90 mm. Serat baja 5D Dramix ini memiliki kekuatan terhadap tarik sebesar 2300 Mpa.



Gambar 2. 6. Tipe Serat Baja Dramix

2.5 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang membahas mengenai penggunaan serat dalam campuran beton. Beberapa penelitian tersebut antara lain :

- a) Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Luvena dkk (2017) mengenai pengaruh penambahan serat baja pada SCC mutu tinggi diperoleh beberapa hasil kesimpulan sebagai berikut :
 1. Pemberian serat baja *dramix* menurunkan *workability* dari SCC mutu tinggi dengan nilai *Slump-flow* yang memenuhi syarat dalam *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete* (TEGFSCC-2005) pada kelas SF1 dan SF2.
 2. Dalam pengujian *V-funnel* didapat hasil waktu alir beton segar meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah serat. dengan hasil untuk SCC penambahan serat 0%, 0,5%, dan 0,75% memenuhi syarat dalam TEGFSCC-2005, sedangkan pada penambahan serat 1%, beton segar tidak dapat mengalir karena terjadi penggumpalan sehingga tidak dapat melewati corong *V-funnel*.
 3. Hasil pengujian menggunakan *L-Box* pada SCC dengan penambahan serat 0%, 0,5%, dan 0,75% memenuhi syarat dalam TEGFSCC-2005,

- sedangkan pada penambahan serat 1%, beton segar tidak dapat mengalir melewati lubang *L-Box*.
4. Penambahan serat baja *dramix* dapat mempengaruhi sifat mekanik pada SCC mutu tinggi. Dimana ketahanan terhadap kejut pada SCC meningkat 200% pada SCC dengan penambahan serat 1% dengan jumlah pukulan dua puluh tujuh kali.
 5. Kuat tekan SCC dengan penambahan serat 1% meningkat 10,46% dari SCC tanpa serat pada umur dua puluh delapan hari.
- b) Anggraeni dkk (2022) melakukan penelitian mengenai Perbandingan Pengaruh Campuran Kawat Bendrat dan Serat Baja pada *Self Compacting Concrete* (SCC). Berdasarkan penelitian ini didapatkan hasil bahwa Penambahan serat baja 3D *Dramix* dan kawat bendrat pada variasi 0,5%, 1%, 1,5% dapat menurunkan nilai kelecakan atau *workability* beton SCC dan menaikkan nilai T50 cm dibandingkan dengan beton tanpa serat. Kuat tekan maksimum pada SCC terjadi pada saat penambahan serat baja 3D *Dramix* dan kawat bendrat dengan volume fraksi 1,5%. Begitu pula dengan kuat tarik belah dan kuat tarik lentur, terjadi maksimum pada saat penambahan serat variasi 1,5%.
- c) Yusuf et al (2023) melakukan penelitian dengan judul “Effect of Steel Fiber on Concrete’s Compressive Strength” dimana dalam penelitiannya membahas mengenai pengaruh dari serat baja terhadap kuat tekan beton. Hasil penelitian ini menunjukkan terjadinya peningkatan kuat tekan pada beton yang diberikan serat baja dalam campurannya. Peningkatan tertinggi terjadi pada beton serat bajaj dengan volume fraksi 3% untuk umur 3 hari dan 2% untuk umur 28 hari. Nilai kuat tekan beton uji dengan penambahan serat baja dengan varian 1%, 2%, dan 3% yaitu 23,96 N/mm², 24,80 N/mm² dan 26,14 N/mm² pada umur 7 hari. Sedangkan pada umur 28 hari 27,76 N/mm², 30,59 N/mm², dan 28,50 N/mm². Nilai kuat tekan beton dengan volume serat baja 0% yang didapat yaitu 22,97 N/mm² pada umur 7 hari dan 25,78 N/mm² pada umur 28 hari.

- d) Nugraha (2018) menyimpulkan bahwa penambahan serat kawat bendrat dengan panjang 36 mm, 48 mm, 60 mm membuat perilaku beton berbeda. Hal tersebut terlihat disetiap pengujian yang telah dilakukan, pada pengujian kuat tekan dapat dilihat peningkatan kekuatan yang terjadi untuk beton serat 36 mm sebesar 3,75%, untuk beton serat 48 mm sebesar 25,12%, dan untuk beton serat 60 mm sebesar 12,29%. Dari hasil ini maka beton serat 48 mm adalah beton serat yang peningkatan kekuatan tekannya terbesar sebesar 25,12%. Sedangkan pada pengujian kuat tarik belah dapat dilihat peningkatan kekuatan dari beton serat 36 mm sebesar 3,57%, beton serat 48 mm sebesar 23,27%, dan beton serat 60 mm sebesar 32,71%. Maka dapat dilihat peningkatan kekuatan tarik belah terbesar adalah beton serat dengan panjang 60 mm sebesar 32,71%. Begitupun pada pengujian kekuatan lentur, beton serat 36 mm, 48 mm, dan 60 mm mengalami kenaikan kekuatan sebesar 9,28% untuk beton serat 36 mm, 30,30% untuk beton serat 48 mm, dan 41,82 mm untuk beton serat 60 mm. Dari hasil ini maka beton serat 60 mm adalah beton serat yang peningkatan kekuatan lentur yang terbesar sebesar 41,82%.
- e) Sentani (2007) melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi panjang serat kawat bendrat terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan juga kuat lentur beton. Panjang serat yang digunakan adalah 3 cm, 4 cm, 5 cm, dan 6 cm. Kuat tekan tertinggi dicapai pada serat dengan panjang 4 cm yaitu meningkat sebesar 26,20% dengan nilai 31,06 MPa dibandingkan beton tanpa serat yaitu dengan nilai 24,01 MPa. Untuk penggunaan serat dengan panjang 3 cm terjadi peningkatan kuat tekan dengan nilai sebesar 30,26 MPa. Peningkatan kuat tekan beton yang menggunakan serat panjang 5 cm dan 6 cm tidak se-signifikan seperti panjang 3 cm dan 4 cm, yaitu sebesar 29,08 MPa dan 25,91 MPa. Untuk kuat tarik belah didapatkan hasil yaitu semakin panjang serat yang digunakan semakin besar pula kuat tarik belah yang didapatkan. Kuat tarik belah terbesar didapatkan pada serat dengan panjang 6 cm yaitu dengan hasil 4,01 MPa sedangkan kuat tarik belah beton tanpa serat hanya 2,52 MPa. Ini menunjukkan aspek rasio serat yang besar menyebabkan *pull out resistance* semakin besar dan juga

kuat lekatan antara fiber dan beton juga berpengaruh menahan tarikan yang terjadi akibat pembebanan. Untuk pengujian kuat tarik lentur diperoleh hasil terbesar pada beton dengan campuran serat dengan panjang 5 cm yaitu sebesar 5,72 MPa. Nilai ini meningkat sebesar 50,53% jika dibandingkan dengan beton tanpa serat yaitu 3,82 MPa.

2.6 Volume Fraksi

Volume fraksi adalah persentase volume dari suatu komponen yang ditambahkan pada setiap satuan volume beton. Volume fraksi penting dalam perencanaan dan desain material konstruksi karena dapat mempengaruhi sifat dan kinerja material tersebut. Dalam beton, volume fraksi agregat kasar dan halus, serat, aditif, atau bahan lainnya dapat memengaruhi kekuatan, kepadatan, dan sifat-sifat mekanik lainnya dari beton yang dihasilkan. Misalnya *fiber* dalam campuran beton, semakin tinggi volume fraksi *fiber* yang ditambahkan ke dalam campuran beton, maka kelecakan adukan beton akan semakin rendah.

2.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990)

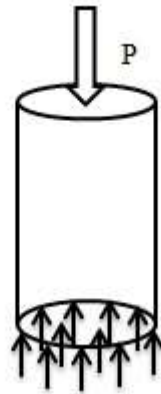
$$f_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

F_c : Kuat Tekan (MPa)

P : Beban maksimum (kN)

A : Luas Penampang (mm²)



Gambar 2. 7. Uji kuat tekan.

2.8 Kuat Tarik Belah

Kuat Tarik Belah adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder, yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan (SK SNI 03 – 2491, 2022).

$$f't = \frac{2P}{\pi DL}$$

Keterangan :

$f't$: Kuat tarik belah beton umur 28 hari (N/mm^2)

P : Beban maksimum (N)

D : Diameter silinder beton (mm)

L : Tinggi silinder beton (mm)

2.9 Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03 – 4431, 1997). Balok akan

mengalami deformasi saat diberi beban, sebagai perlawanan dari material yang membentuk balok tersebut terhadap gaya luar, munculah momen lentur. Tegangan yang timbul selama mengalami deformasi tidak boleh melebihi tegangan lentur ijin untuk bahan dari beton itu.

$$f_r = \frac{PL}{bh^2}$$

Keterangan :

- f_r : Kuat tarik lentur (MPa)
- P : Beban maksimum (N)
- L : Jarak antar 2 pereletakan (mm)
- b : Lebar penampang balok (mm)
- h : Lebar penampang balok (mm)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dengan judul “Analisis Perbandingan Variasi Ukuran Panjang Serat Baja Dramix 3D terhadap Beton *Self Compacting Concrete* (SCC)” dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.

3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Hal yang pertama dilakukan yaitu mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini. Berikut adalah beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan selama penelitian ini yaitu :

a) Kontainer

Kontainer adalah wadah berbentuk persegi terbuat dari bahan aluminium yang digunakan sebagai wadah agregat.

b) Timbangan

Timbangan dengan ketelitian 0,1 yang memiliki kapasitas maksimum 30 kg.

c) Saringan ASTM

Diameter saringan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 37,5mm; 25 mm; 19 mm; 12,5 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; dan pan. Alat tersebut digunakan untuk memisahkan ukuran agregat kasar untuk memastikan berat dari gradasi masing – masing saringan sama beratnya untuk setiap sampel beton.

- d) Gelas Ukur 100 cc
Gelas ukur digunakan untuk memastikan berat *superplasticizer* sesuai dengan kebutuhan.
- e) Picnometer
Picnometer digunakan dalam menguji kandungan zat organik dalam pasir.
- f) Kerucut Pasir
Kerucut pasir atau kerucut abrams digunakan dalam pengujian agregat halus untuk mengetahui apakah agregat sudah berada pada kondisi SSD.
- g) Oven
Digunakan untuk mengeringkan material saat tahap pengujian agar mendapatkan data yang diinginkan. Oven yang digunakan mempunyai kapasitas suhu maksimum 110° C dengan daya 2800 Watt.
- h) *Concrete Mixer*
Concrete Mixer yang digunakan dalam penelitian ini berupa mesin molen mini yang memiliki kapasitas maksimal 0,125 m³ dengan kecepatan 20 – 30 putaran per menit.
- i) Satu Set Alat *Slump-flow Test*
Alat yang digunakan yaitu satu buah kerucut abrams berdiameter atas 102 mm, diameter bawah 203 mm, tinggi 305 mm dan *base plate* setebal 3 mm dengan ukuran 900 x 900 mm.
- j) Meteran
Meteran digunakan dalam pengukuran saat pengujian *Slump-flow* dan T50 cm.
- k) Cetakan Benda Uji
Bekisting digunakan untuk mencetak beton sesuai dengan bentuk dan kebutuhannya. Bekisting yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dan balok berukuran 400 x 100 x 100 mm.

l) Bak Perendam

Bak perendam digunakan dalam proses pemeliharaan atau *curing* SCC agar kelembaban beton tetap terjaga sehingga tidak cepat kehilangan air.

m) *Compressing Testing Machine* (CTM)

Mesin CTM digunakan sebagai alat uji kuat tekan untuk benda uji kubus, dan uji kuat tarik belah pada benda uji silinder. Mesin CTM yang digunakan pada penelitian ini berasal dari merek dagang CONTROLS dengan kapasitas beban maksimal 3000 kN.

n) *Hydraulic Jack* dan *Proving Ring* dalam *Loading Frame*

Hydraulic Jack digunakan untuk mendongkrak beban, agar beban yang didongkrak memberikan tekanan (beban) ke *proving ring*. Kemudian *proving ring* akan membaca beban yang diterima untuk kemudian diteruskan ke benda uji balok hingga benda uji balok mengalami patah. Alat yang digunakan ini berasal dari merek dagang ENERPAC dengan beban maksimal 80 Ton digunakan untuk pengujian kuat lentur balok.

3.2.2 Bahan

a) Air

Air yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

b) Semen Portland

Pembuatan SCC dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan semen PCC dengan merek dagang Semen Padang.

c) Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari Tanjungan, Lampung Selatan dengan ukuran gradasi 1 – 2.

d) Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Gunung Sugih, Lampung Tengah. Secara visual, pasir ini memiliki tekstur yang relatif bulat dan berwarna coklat keputihan.

e) Superplasticizer

Superplasticizer yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *superplasticizer* HRWR M261 tipe F. Kadar kandungan *superplasticizer* yang digunakan dalam adukan SCC adalah 2,2% dari berat semen yang digunakan.

f) Serat baja

Serat baja yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat baja Dramix 3D dengan rasio 80/60 (Panjang 60 mm dengan diameter 0,75 mm).

3.3 Prosedur Pelaksanaan

Pada tahap ini dibagi dalam beberapa bagian, yaitu pemeriksaan material, *Mix Design* SCC, pembuatan sampel benda uji, perawatan benda uji, dan kemudian pengujian sampel benda uji SCC.

3.3.1 Pemeriksaan Material

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan material pada agregat kasar dan agregat halus. Kemudian, data-data yang telah didapat disesuaikan dengan syarat ASTM yang ada. Dengan menggunakan data dari hasil pemeriksaan material tersebut kemudian dilakukan perhitungan *Mix Design* beton.

Pada agregat kasar dilakukan pengujian, antara lain:

1. Kadar air agregat kasar (ASTM C 556-78)
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (ASTM C 127-88)
3. Gradasi agregat kasar (ASTM C 33-93)
4. Berat volume agregat kasar (ASTM C 29)

Pada agregat halus dilakukan pengujian, antara lain:

1. Kadar air agregat halus (ASTM C 566-78)
2. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (ASTM C128-98)
3. Kadar lumpur agregat halus (ASTM C 117-80)
4. Kandungan zat organis agregat halus (ASTM C 40-92)
5. Pengujian gradasi agregat halus (ASTM C 33-93)
6. Berat Volume agregat halus (ASTM C 29)

Pada tabel dibawah ini menyajikan hasil dari pemeriksaan material agregat halus dan agregat kasar. yang telah dilakukan.

Tabel 3. 1 Data Hasil Pemeriksaan Material

Jenis Pengujian	Material	Hasil Pengujian	Standar ASTM
Kadar Air	Agregat Halus	0,98%	0-1%
	Agregat Kasar	2,19%	0-3%
Berat Jenis	Agregat Halus	2,63	2,5-2,7%
	Agregat Kasar	2,78	2,5-2,9%
Penyerapan	Agregat Halus	1%	1-3 %
	Agregat Kasar	1,39%	
Gradasi	Agregat Halus	2,43	2,3-3,1 %
	Agregat Kasar	6,00	6-8%
Kadar Lumpur	Agregat Halus	2,28%	<5%

3.3.2 *Mix Design Self Compacting Concrete*

Pada *Mix Design* SCC ini dilakukan dengan menggunakan metode *British* yang komposisinya disesuaikan berdasarkan syarat yang sesuai dengan metode DoE (*British*). Pada proses ini dilakukan *trial mix* untuk menghasilkan *Slump-flow* sebesar nilai standar 550-850 mm. Kebutuhan bahan-bahan penyusun SCC berserat untuk 1 m³ akan diperoleh dengan mengikuti prosedur pada metode tersebut.

3.3.3 Pembuatan Sampel Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benda uji beton berbentuk silinder dengan ukuran 150 x 300 mm untuk uji kuat tekan dan balok dengan ukuran 100 x 100 x 400 mm untuk kuat lentur. Total benda uji yang digunakan adalah tiga puluh enam buah dimana dua puluh empat buah untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah, sedangkan dua belas buah untuk pengujian kuat lentur. Pembuatan benda uji ini meliputi beton normal, beton serat panjang 20 mm, beton serat panjang 40 mm, dan beton serat 60 mm.

Tabel 3. 2 Variasi Benda Uji Campuran Beton Serat Baja Dramix 3D

Variasi Benda Uji Serat Baja	Nama Benda Uji			Jumlah Benda Uji Kuat Tekan	Jumlah Benda Uji	
	Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah	Kuat Tarik Lentur		Kuat Tarik Belah	Kuat Tarik Lentur
Normal	ST	STB	STL	3	3	3
20 mm	ST.20	STB.20	STL.20	3	3	3
40 mm	ST.40	STB.40	STL.40	3	3	3
60 mm	ST.60	STB.60	STL.60	3	3	3
Total					36	

Benda uji dibuat dengan menggunakan hasil *Mix Design* yang telah dilakukan. Serat baja dimasukkan ke dalam campuran tepat setelah material beton yang lainnya dimasukkan ke dalam alat *mixer concrete* tecampur secara merata. Pencampuran dilakukan secara perlahan agar tidak terjadi *bailing* pada serat. Setelah campuran telah mencapai kondisi *flow*, SCC segar ditampung untuk dilakukan pengujian *Slump-flow* dan dimasukkan kedalam cetakan.



Gambar 3. 1 Pengadukan material.

3.3.4 Pengujian *Workability*

Dalam pengujian ini dilakukan pada SCC segar untuk mengetahui *flow ability* dan *filling ability* beton dengan menggunakan alat *Slump-flow Test*. Dengan melakukan pengujian *Slump-flow* maka akan didapatkan diameter rata-rata penyebaran adukan SCC segar dengan menggunakan *slump cone*. Alat dan prosedur pada pengujian ini disesuaikan dengan standar ASTM C1611.

Waktu uji yang tepat, ketepatan membaca, dan mengukur diameter harus sangat diperhatikan dalam pengujian ini. *Slump-flow* yang direncanakan pada penelitian ini yaitu berkisar antara 550–850 mm mengacu kepada standar EFNARCH2005.



Gambar 3. 2 *Slump-flow Test* (a), pengukuran diameter (b)

3.3.5 Perawatan Sampel Benda Uji

Setelah mencapai umur 24 jam, cetakan benda uji kemudian dibuka dan benda uji direndam dalam bak air untuk dilakukan *curing* dan dikeluarkan 2 hari sebelum pengujian, kemudian dilakukan pengujian pada umur beton 28 hari. Hal ini dilakukan untuk menjamin proses hidrasi dapat berlangsung dengan baik dan proses pengerasan terjadi dengan sempurna sehingga tidak terjadi retak-retak pada beton sehingga mutu beton dapat terjamin.



Gambar 3. 3 Perawatan benda uji

3.3.6 Pengujian Sampel Benda Uji

Pada penelitian ini, akan dilakukan tiga pengujian terhadap benda uji, yaitu pengujian kuat tekan beton, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur beton.

a) Kuat Tekan Beton

Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM) berkapasitas 150 ton dengan kecepatan pembebanan 0,14–0,34 MPa/detik. Benda uji ini harus melewati proses curing dan kemudian ditimbang dan dicatat dan diberi tanda. Sebelum melakukan pengujian kuat tekan beton, permukaan tekan benda uji silinder harus rata agar tegangan terdistribusi secara merata pada penampang benda uji. Pengujian dilakukan dengan mengatur alat CTM agar memberikan beban yang berulang. Kuat tekan beton adalah kemampuan beton

menahan gaya tekan tertentu (dihasilkan oleh mesin tekan) dengan beban per satuan luas hingga beton hancur (SNI 03-1974-1990). Pada penelitian ini digunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm, dan tinggi 300 mm.

$$f_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

f_c : Kuat Tekan (MPa)

P : Beban maksimum (kN)

A : Luas Penampang (mm^2)

b) Kuat Tarik Belah

Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat yang ada pada alat penekan yang ada pada laboratorium Universitas Lampung. Kuat tarik belah beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji ditekan (SNI 03-2491-2014).

$$f'_t = \frac{2P}{\pi DL} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

f'_t : Kuat tarik belah beton umur 28 hari (N/mm^2)

P : Beban maksimum (N)

D : Diameter silinder beton (mm)

L : Tinggi silinder beton (mm)

c) Kuat Tarik Lentur

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda uji patah (SNI 4431:2011).

$$f_r = \frac{3Pa}{bh^2} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- f_r : Kuat tarik lentur (MPa)
P : Beban maksimum (N)
a : Jarak dari perletakan ke gaya (mm)
b : Lebar penampang balok (mm)
h : Lebar penampang balok (mm)

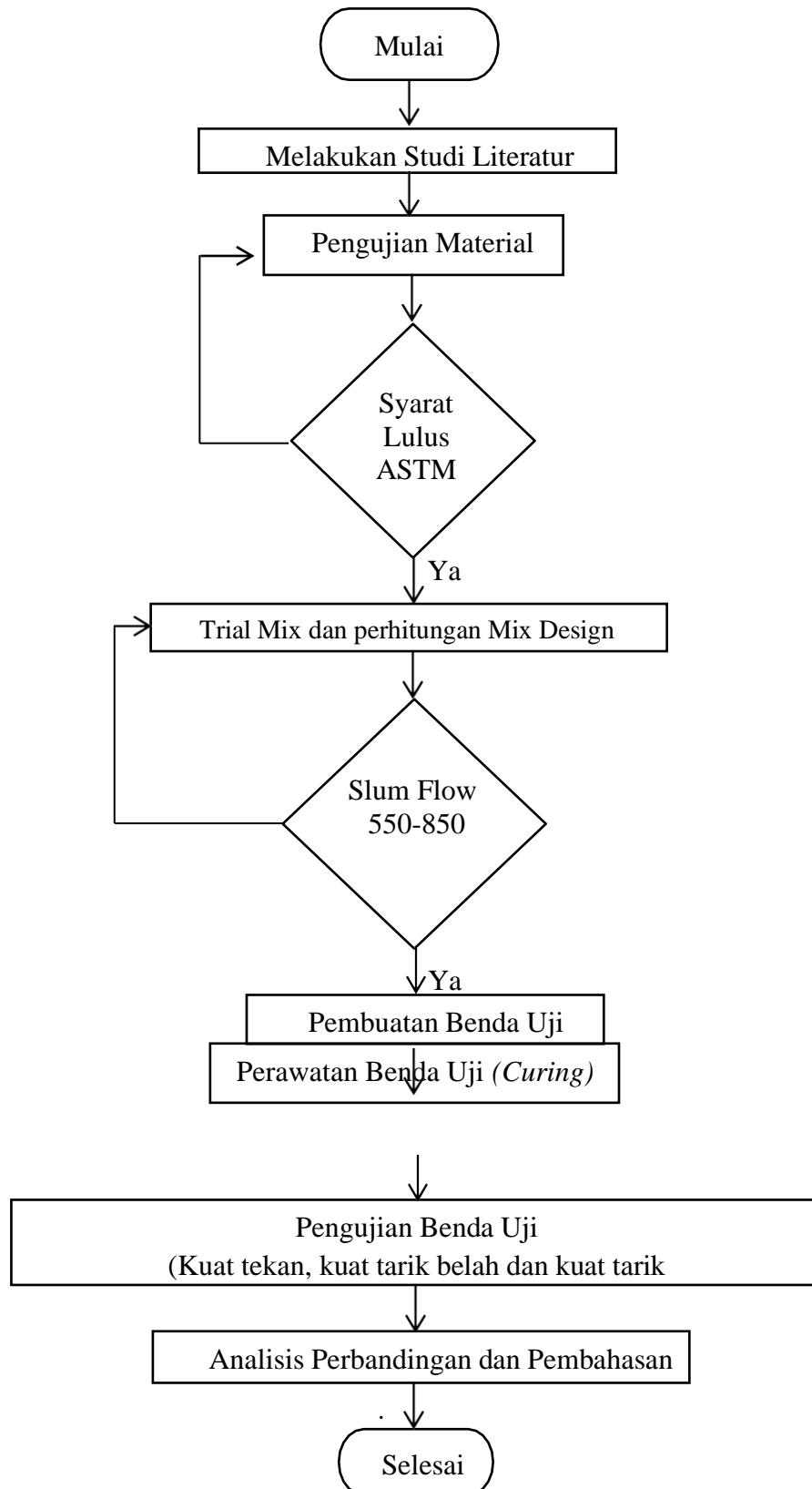
3.3.7 Analisis Hasil Penelitian

Analisis hasil penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Menghitung kuat tekan beton benda uji silinder dan disajikan dalam bentuk tabel berdasarkan persamaan 1
- b. Dari hasil pengujian kuat tekan beton dibuat grafik hubungan antara pengaruh variasi panjang serat baja Dramix 3D terhadap hasil kuat tekan, kemudian menganalisisnya.
- c. Menghitung kuat tarik belah beton benda uji silinder dan disajikan dalam bentuk tabel berdasarkan persamaan 2
- d. Dari hasil pengujian kuat tarik belah beton dibuat grafik hubungan antara pengaruh variasi panjang serat baja Dramix 3D terhadap hasil kuat tarik belah, kemudian menganalisisnya.
- e. Menghitung kuat tarik lentur beton benda uji balok dan disajikan dalam bentuk tabel dengan persamaan 3.
- f. Dari hasil pengujian kuat tarik lentur beton dibuat grafik hubungan antara pengaruh variasi panjang serat baja dramix 3D terhadap hasil kuat tarik lentur, kemudian menganalisisnya.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah pelaksanaan penelitian, maka perlu dibuat tahapan-tahapan yang akan dijadikan pedoman dan arahan dalam melaksanakan penelitian ini. Tahapan-tahapan tersebut yang digambarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3. 4 Diagram Alir

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil percobaan yang telah dianalisis didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan serat baja dapat mempengaruhi *workability* dari SCC. Seiring bertambahnya panjang serat baja yang digunakan pada campuran SCC maka akan memperkecil nilai dari *Slump-flow*. Sedangkan semakin panjang serat baja yang digunakan maka akan semakin besar nilai dari T50 cm yang didapat.
2. Kuat tekan maksimum pada SCC dengan campuran serat baja terjadi pada penambahan dengan panjang serat baja 40 mm sebesar 5,99% yaitu menjadi 36,31 MPa jika dibandingkan dengan beton tanpa serat dengan besar kuat tekan 34,26 MPa. Kemudian untuk kuat tarik belah dengan campuran serat baja terjadi kuat tarik belah maksimum pada panjang serat baja 60 mm yaitu sebesar 36,44% yaitu menjadi 3,79 MPa dibandingkan dengan beton tanpa serat dengan besar kuat tarik belah 2,78 MPa. Sedangkan untuk pengujian kuat tarik lentur maksimum terjadi pada penambahan dengan panjang serat baja 60 mm juga yaitu sebesar sebesar 531,7% yaitu menjadi 10,71 MPa jika dibandingkan dengan beton tanpa serat dengan besar kuat tarik lentur 1,70 MPa.
3. Penambahan serat baja Dramix 3D dapat menambahkan kuat tarik belah dan kuat tarik lentur pada beton SCC secara signifikan. Begitu pula pada kuat tekan, serat baja Dramix 3D juga dapat meningkatkan kuat tekan dari SCC meskipun tidak signifikan pada kuat tarik belah dan kuat tarik lentur.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitia yang telah dilakukan, dapat diberikan beberapa saran yang bertujuan untuk pengembangan penelitian yang lebih lanjut sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh perbedaan bentuk serat baja Dramix 3D, Dramix 4D, dan Dramix 5D.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh perbedaan panjang serat baja dengan panjang 12,7 mm, 16 mm dan 20 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 237. 2005. *Self-Consolidating Concrete*. Emerging Technology Document. American Concrete Institute, Farmington Hills.
- ACI Committee 544. 1993. *Guide for Specifying, Proportioning, Mixing, Placing and Finishing Steel Fiber Reinforced Concrete*. Report: ACI 544.3R-93.
- Amanda, Y., Naumar, A., & Mizwar, Z. (2022). Penambahan *Dramix Steel Fiber* Tipe 3D Terhadap Kuat Tarik Belah Beton. Universitas Bung Hatta.
- Anggraeni, S. D., Noorhidana, V. A., Irianti, L., & Isneini, M. (2022). Analisis Perbandingan Pengaruh Campuran Kawat Bendrat dan Serat Baja pada *Self Compacting Concrete* (SCC). *JRSDD*, 9(3), 1-11.
- ASTM C 494-81. Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete. United States
- Cirakusuma, J. L. (2012). Kuat Tekan *Self Compacting Concrete* dengan Kadar *Superplasticizer* yang Bervariasi. (Skripsi Sarjana, Universitas Jember).
- EFNARC. 2002. *Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete*. European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products. Hampshire, U.K.
- EFNARC. 2005. *Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete*. European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products. Hampshire, U.K

- Johannes, D., Mangundap, K., Sugiharto, H., & Wijaya, G. B. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Baja 4D Dramix Terhadap Kuat Tekan, Tarik belah, dan Lentur Pada Beton. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*. Vol.6, No. 2.
- JSCE. 2010. *Standar Spesification For Concrete Structure*. Japan Society of Civil Engineering. JSCE Guidelines for Concrete. Vol. 15
- Luvena, G. A., Siswanto, M. F., & Saputra, A. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Baja Pada *Self Compacting Concrete* Mutu Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil*, 14(2), 85-93.
- Nugraha, Ikhsan Dwipayana. 2018. Studi Karakteristik Beton Serat Kawat Bendrat. Universitas Hassanudin, Sulawesi Selatan.
- Nugraheni, Melly. 2017. Pengaruh Penambahan Serat Bendrat Berkait (Hooked) Dengan Perilaku Beton Pada Beban Tekan Berulang. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
- Okamura, H. & Ouchi, M. (2003). *Self Compacting Concrete*. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 1(1), 5-15.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313-321.
- Saputra, J. (2017). Studi Eksperimental Pengaruh Serat Baja Terhadap Kekuatan Beton Mutu 60 Mpa. (Skripsi Sarjana, Universitas Katolik Parahyangan).
- Sentani, Andika. (2007). Pengaruh Variasi Panjang Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Tekan, Kuat tarik, Dan Kuat Lentur Beton Pasir. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
- Siswanto, Antonius. (2011). Pengaruh Fiber Baja Pada Kapasitas Tarik Dan Lentur Beton. *Industrial Research Workshop and National Seminar*.
- SNI 15-2049. 2004. *Semen Portland Komposit*. Badan Standarisasi Nasional. Indonesia.

- SNI 1974:2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2491:2014. 2014. *Metode Uji Kekuatan Tarik Spesimen Beton Silinder*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2847:2019. 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 4431. 2011. *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Sudarmoko. 1991. *Kuat Tarik Beton Serat Bendrat*. Makalah Seminar PAU- Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Suhendro, B. *Beton Fiber, Konsep, Aplikasi, dan Permasalahannya*. Skripsi. Universitas Gadjah Mada, 2000.
- Yusuf, M. S., Isak, A. B., Mohamud, G. A., Warsame, A. H., Osman, Y. I., Ibrahim, A. H., & Elmi, L. A. A. (2023). Effect of Steel Fiber on Concrete's Compressive Strength. *Open Journal of Civil Engineering*, 13, 192-197.