

**PENGARUH KOMPOSISI PENAMBAHAN SERAT POLYPROPYLENE
TERHADAP KUAT LENTUR PELAT FEROSEMEN DENGAN
*SELF COMPACTING MORTAR (SCM)***

(Skripsi)

Oleh

**DAMAS NOVALDA SUMA
1715011013**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGARUH KOMPOSISI PENAMBAHAN SERAT POLYPROPYLENE TERHADAP KUAT LENTUR PELAT FEROSEMEN DENGAN *SELF COMPACTING MORTAR* (SCM)

OLEH

DAMAS NOVALDA SUMA

Ferosemen adalah beton tipis yang diperkuat dengan lapisan lapisan *wiremesh* yang tersusun saling berdekatan. Sebagai struktur beton tipis, retakan kecil pada pelat *ferosemen* dapat menjadi bahaya karena dapat meluas ke seluruh ketebalannya dan menyebabkan patah. Penambahan serat *polypropylene* (PPF) dalam penelitian ini bertujuan untuk memperkuat pelat *ferosemen*.

Penelitian ini menyajikan pengaruh serat *polypropylene* dan *superlasticizer* pada *flow* mortar segar, kuat tekan, kuat lentur dan beban maksimum pelat *ferosemen* dengan jumlah lapisan *wiremesh* sebanyak 2 lapis dan 4 lapis. Variasi serat *polypropylene* yang digunakan adalah 0%, 0,04%, 0,06%, 0,08%, dan 0,1% dari volume benda uji. Variasi *superplasticizer* yang digunakan adalah 1,8% dan 2% dari berat semen. Pengujian dilakukan pada benda uji berumur 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan penggunaan *superplasticizer* sebanyak 2% memiliki nilai *flow* mortar yang lebih baik akan tetapi serat *polypropylene* yang digunakan dapat menurunkan nilai *flow* mortar. Pada kuat tekan, penggunaan serat *polypropylene* yang optimal adalah 0,04% karena dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 14%, selain itu penggunaan serat *polypropylene* dapat meningkatkan kuat lentur mortar dan beban maksimum *ferosemen* seiring dengan bertambahnya variasi PPF yang digunakan, hingga peningkatan maksimum terdapat pada penggunaan serat *polypropylene* sebanyak 0,1% dari volume benda uji, dengan peningkatan kuat lentur mortar sebesar 26% dan peningkatan beban maksimum sebesar 23% pada 2 lapisan *wiremesh* dan 32% pada 4 lapisan *wiremesh*. Sehingga penggunaan serat *polypropylene* dapat memperkuat pelat *ferosemen*.

Kata kunci: serat *polypropylene*, kuat tekan, kuat lentur, beban maksimum.

ABSTRACT

THE EFFECT OF POLYPROPYLENE FIBER ADDITIONAL COMPOSITION ON THE FLEXIBLE STRENGTH OF FERROCEMENT PLATES WITH SELF COMPACTING MORTAR (SCM)

BY

DAMAS NOVALDA SUMA

Ferrocement is thin concrete reinforced with layers of wire mesh arranged close together. As a thin concrete structure, small cracks in the ferrocement plate can be dangerous because they can extend throughout their thickness and cause fracture. The addition of polypropylene fiber (PPF) in this study aims to strengthen the ferrocement plate.

This research presents the effect of polypropylene fiber and superplasticizer on fresh mortar flow, compressive strength, strong bending and maximum load of ferrocement plates with 2 layers and 4 layers of wire mesh. Variations of polypropylene fibers used were 0%, 0.04%, 0.06%, 0.08% and 0.1% of the volume of the object tested. The variation of superplasticizer used is 1.8% and 2% by weight of cement. Tests were carried out on specimens aged 28 days. The test results show that the use of 2% superplasticizer has a better flow mortar value but the polypropylene fibers used can reduce the mortar flow value. In compressive strength, the optimal use of polypropylene fiber is 0.04% because it can increase the compressive strength by 14%, besides that the use of polypropylene fiber can increase the flexural strength of the mortar and the maximum load of ferrocement along with the increasing variation of PPF used, so that the maximum increase is in the use of polypropylene fiber as much as 0.1% of the volume of the test object, with an increase in the flexural strength of the mortar by 26% and an increase in the maximum load of 23% for 2 layers of wiremesh and 32% for 4 layers of wiremesh. So the use of polypropylene fiber can strengthen the ferrocement plate.

Keywords: polypropylene fiber, compressive strength, flexural strength, maximum load.

**PENGARUH KOMPOSISI PENAMBAHAN SERAT POLYPROPYLENE
TERHADAP KUAT LENTUR PELAT FEROSEMEN DENGAN
SELF COMPACTING MORTAR (SCM)**

Oleh

DAMAS NOVALDA SUMA

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 : **PENGARUH KOMPOSISI PENAMBAHAN SERAT POLYPROPYLENE TERHADAP KUAT LENTUR PELAT FEROSEMEN DENGAN *SELF COMPACTING MORTAR* (SCM)**

Nama Mahasiswa : **Damas Novalda Suma**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1715011013**

Jurusan : **Teknik Sipil**

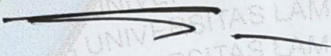
Fakultas : **Teknik**



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Ir. Vera A. Noorhidana, S.T., M.T., Ph.D.
NIP 19740831 200003 2 002


Ir. Surya Sebayang, M.T.
NIP 19580124 198703 1 001

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil


Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19720829 199802 1 001

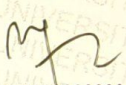

Ir. Laksmi Irianti, M.T.
NIP 19620408 198903 2 001

MENGESAHKAN

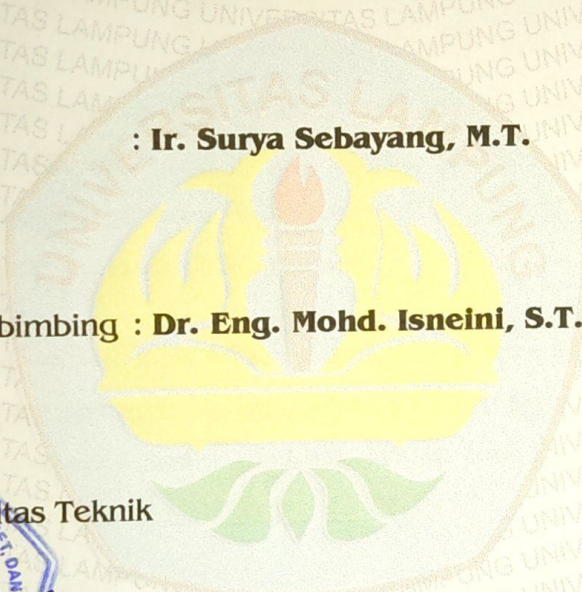


1. Tim Penguji

Ketua : **Ir. Vera A. Noorhidana, S.T., M.T., Ph.D.** 

Sekretaris : **Ir. Surya Sebayang, M.T.** 

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Eng. Mohd. Isneini, S.T., M.T.** 

2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. 
NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **13 Februari 2023**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

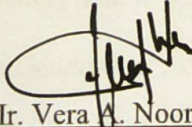
1. Skripsi saya yang berjudul "*Pengaruh Komposisi Penambahan Serat Polypropylene terhadap Kuat Lentur Pelat Fero semen dengan Self Compacting Mortar (SCM)*" adalah bagian dari penelitian Ibu Ir. Vera Agustriana Noorhidana, S.T., M.T., Ph.D. mengenai pengaruh serat polypropylene terhadap pelat fero semen.
2. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah berlaku di Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 29 Maret 2023

Mengetahui

Dosen Pembimbing Skripsi

Mahasiswa


Ir. Vera A. Noorhidana, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197408312000032002



Damas Novalda Suma
NPM. 1715011013

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Tanggamus, pada tanggal 10 November 1999, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Sumarman dan Ibu Ana Sugiani. Penulis memiliki tiga orang saudara, yaitu yang bernama Putri Anggraini, Damas Novalda Suma, dan Handata Huda Suma.

Penulis menempuh pendidikan tingkat dasar di SD Al-Kautsar yang diselesaikan pada tahun 2011, lalu dilanjutkan pendidikan tingkat pertama di SMPN 22 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2014, dan dilanjutkan ke pendidikan tingkat atas di SMAN 2 Muara Enim yang diselesaikan pada tahun 2017.

Penulis diterima di jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri) pada tahun 2017. Selama menjadi mahasiswa, penulis berperan aktif dalam organisasi HIMATEKS UNILA (Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung) sebagai anggota usaha dan karya pada tahun 2018 – 2019 dan anggota media informasi pada tahun 2019 – 2020. Pada tahun 2020 penulis menjadi panitia (Transportasi) pada acara The Biggest Event of Civil Engineering Lampung University The 6th Civil Brings Revolution yang bertema “Build Your Nation For Your Generation”. Pada tahun 2020 penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Hajimena, Lampung Selatan selama 40 hari pada periode II, Juli-Agustus 2020. Dalam penerapan bidang Teknik Sipil, penulis juga telah

melaksanakan Kerja Praktik di Proyek Gedung Hotel Holiday Inn Bukit Randu yang berlokasi di Jl. Kamboja No.1, Kebon Jeruk, Kec. Tanjung Karang Timur, Kota Bandar Lampung selama 3 bulan terhitung sejak September – November 2020.

Penulis mengambil tugas akhir dengan judul pengaruh komposisi penambahan serat polypropylene terhadap kuat lentur pelat ferosemen dengan *self compacting mortar* (SCM).

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin dengan ridho-Mu ya Allah Akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga dengan terselesainya skripsi ini dapat menjadikanku insan yang berguna dan bermanfaat. Ku persembahkan skripsi ini untuk:

Kedua orangtuaku, Bapak Sumarman dan Ibu Ana Sugiani yang selalu mendoakan, mendukung, memberi kasih sayang, dan menjadi penyemangat suka maupun duka hingga sekarang

Untuk seluruh keluargaku dan saudaraku yang telah mendukung dan mendoakan selalu

Buat dosen-dosen pembimbing dan dosen penguji yang telah membimbingku, dan telah banyak memberika ilmu pengetahuan, sehingga merubah diriku menjadi lebih baik dari sebelumnya.

Kawan-kawanku dan Rekan seperjuangan Teknik Sipil Angkatan 2017, yang telah menempuh masa perkuliahan dalam suka maupun duka, memberikan dukungan dan bantuan.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah : 286)

“Susah, tapi Bismillah”

(Fiersa Besari)

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanmu”

(Umar bin Khatab)

“Proses sama pentingnya dibandingkan hasil. Hasilnya nihil tak apa, yang penting sebuah proses telah dicanangkan dan dilaksanakan.”

(Sujiwo Tejo)

“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan. Tidak ada kemudahan tanpa doa.”

(Ridwan Kamil)

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunianya sehingga penulis diberikan kesehatan, kemudahan, dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi dengan judul “*pengaruh komposisi penambahan serat polypropylene terhadap kuat lentur pelat ferosemen dengan self compacting mortar (SCM)*” adalah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak 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, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Ibu Ir. Vera A. Noorhidana., S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I atas segala arahan, masukan, bimbingan dan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi.
5. Bapak Ir. Surya Sebayang, M.T., selaku Dosen Pembimbing II atas segala arahan masukan, bimbingan dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Eng. Mohd. Isneini, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberi saran, arahan, dan dukungan dalam pengerjaan skripsi.
7. Seluruh dosen Program Studi S1 Teknik Sipil atas semua bekal ilmu pengetahuan yang telah diberikan.

8. Seluruh teknisi dan karyawan di Laboratorium Bahan dan Kontruksi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, yang telah memberikan bantuan dan arahan selama penulis melakukan penelitian.
9. Kedua orangtuaku tercinta, Bapak Sumarman dan Ibu Ana Sugiani, yang selalu memberi kasih sayang, nasehat, dukungan, mendoakan keberhasilan anaknya dan selalu menadi orang yang paling berjasa dalam hidupku.
10. Orang terdekatku yang selalu menemani, mendukung, dan membantu selama proses pembuatan skripsi ini.
11. Rekan-rekan penelitianku, yang selalu mengingatkan, membantu dan mendukung selama proses pengerjaan skripsi.
12. Rekan-rekan satu laboratorium yang telah membantu proses penelitian dalam suka maupun duka dilewati bersama.
13. Kawan-kawanku, Goentur, Gerry, Taufik, Alhimni yang telah bersama melewati masa masa perkuliahan yang sulit dan banyak membantu dalam proses skripsi.
14. Keluarga Besar Teknik Sipil Universitas Lampung angkatan 2017, yang selalu berjuang bersama serta berbagi kenangan, pengalaman, dan membuat kesan yang tak terlupakan, terimakasih atas kebersamaan kalian.
15. Semua pihak yang telah membantu tanpa pamrih yang tidak dapat disebutkan secara keseluruhan satu per satu, semoga kita semua berhasil menggapai impian.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, besar harapan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat dalam bidang teknik sipil.

Bandar Lampung, 13 Februari 2023

Penulis,



Damas Novalda Suma
NPM 1715011013

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	4
1.3. Tujuan penelitian	4
1.4. Batasan masalah.....	5
1.5. Manfaat penelitian	5
1.6. Hipotesis penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Ferosemen	6
2.2. Bahan penyusun ferosemen	7
2.3. Bahan tambah (<i>admixture</i>).....	9
2.4. Beton fiber	10
2.5. Serat	12
2.6. <i>Self compacting mortar</i> (SCM).....	13
2.7. Penelitian mengenai ferosemen dengan penambahan serat	14
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Umum	16
3.2. Bahan	16
3.3. Peralatan.....	19
3.4. Prosedur pelaksanaan penelitian	25
3.5. Diagram alir penelitian	41
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Umum	42
4.2. Hasil pemeriksaan bahan	42
4.3. Kelecakan (<i>workability</i>).....	43
4.4. Kuat tekan kubus mortar.....	46
4.5. Kuat lentur balok mortar	50
4.6. Pengujian beban maksimum pelat ferosemen.....	55
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A (UJI BAHAN)

LAMPIRAN B (KOMPOSISI CAMPURAN MORTAR)

LAMPIRAN C (HASIL PENGUJIAN)

LAMPIRAN D (SPESIFIKASI BAHAN TAMBAH)

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Spesifikasi gradasi pasir (ASTM C-33)	8
3.1 Komposisi campuran mortar per 1 m ³	26
3.2 Variasi benda uji kubus dan balok	27
3.3 Variasi benda uji pelat ferosemen	28
3.5 Nilai minimum tegangan luluh <i>wiremesh</i> (ACI 549).....	40
4.1 Hasil pemeriksaan bahan.....	43
4.2 Nilai <i>slump flow</i>	43
4.3 Hasil pengujian dan perhitungan kuat tekan mortar	47
4.4 Hasil pengujian dan perhitungan kuat lentur mortar.....	52
4.5 Hasil pengujian beban maksimum pelat ferosemen.....	55
4.6 Perbandingan beban maksimum teoritis dan eksperimen	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Jenis-jenis kawat jala (<i>wiremesh</i>).....	9
2.2 Perbaikan kekuatan tarik beton	11
2.3 Perbaikan ketahanan beban kejut	11
3.1 Semen.....	17
3.2 Pasir.....	17
3.3 <i>Wiremesh</i>	18
3.4 Serat <i>polypropylene</i>	19
3.5 <i>Superplasticizer</i>	19
3.6 Cetakan benda uji.....	20
3.7 Timbangan.....	20
3.8 Oven	21
3.9 Satu set saringan.....	22
3.10 Mesin pengaduk mortar.....	22
3.11 <i>Slump flow test</i>	23
3.12 <i>Compression testing machine</i> (CTM).....	23
3.13 <i>Loading frame</i>	24
3.14 Bak perendam.....	24
3.15 Benda uji pelat ferosemen dimensi 240 mm x 60 mm x 25 mm.....	26
3.16 Detail penulangan pelat ferosemen	27
3.17 Cetakan pelat ferosemen	27
3.18 Persiapan bahan.....	29
3.19 Mencampurkan semen dan pasir	29
3.20 Menambahkan serat <i>polypropylene</i> , air dan <i>superplasticizer</i>	30
3.21 Prosedur pembuatan adukan mortar.....	30
3.22 Memasukkan campuran mortar.....	31
3.23 Mengangkat kerucut abrams	31

3.24 <i>Mini slump cone</i>	32
3.25 Memasukkan campuran mortar.....	32
3.26 Memberikan kode pada benda uji	33
3.27 Perawatan benda uji	33
3.28 Pengujian kuat tekan mortar.....	35
3.29 Pengujian kuat lentur balok mortar	36
3.30 Pengujian kuat lentur pelat ferosemen	36
3.31 Diagram momen dua titik pembebanan	37
3.32 Diagram tegangan dan regangan pelat ferosemen	38
3.33 Diagram alir penelitian.....	41
4.1 Hasil pengujian <i>slump flow</i> campuran mortar.....	44
4.2 (a) Campuran mortar tanpa PPF dan (b) Campuran mortar dengan PPF	46
4.3 Grafik hubungan variasi PPF terhadap kuat tekan mortar yang menggunakan SP 1,8% dan SP 2%.....	47
4.4 (a) Benda uji mortar tanpa PPF dan (b) Benda uji mortar dengan PPF.....	50
4.5 Grafik hubungan variasi PPF terhadap kuat lentur mortar dengan <i>superplasticizer</i> 1,8% dan 2%	52
4.6 (a) Benda uji mortar tanpa PPF dan (b) Benda uji mortar dengan PPF.....	54
4.7 Grafik hubungan beban maksimum pelat ferosemen dan variasi serat <i>polypropylene</i>	56
4.8 (a) Benda uji pelat ferosemen 2 lapisan <i>wiremesh</i> tanpa PPF dan (b) Benda uji pelat ferosemen 2 lapisan <i>wiremesh</i> dengan PPF.....	60
4.9 (a) Benda uji pelat ferosemen 4 lapisan <i>wiremesh</i> tanpa PPF dan (b) Benda uji pelat ferosemen 4 lapisan <i>wiremesh</i> dengan PPF.....	60
4.10 Pengujian beban maksimum pelat ferosemen dengan pembebanan 2 titik..	61
4.11 Pelat ferosemen dengan 2 dan 4 lapisan <i>wiremesh</i>	61

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Ferosemen adalah suatu beton tipis yang terbuat dari campuran pasir dan semen hidraulik dengan tulangan yang terbentuk dari lapisan lapisan kawat jala. Keuntungan dari ferosemen yaitu lebih ekonomis karena menggunakan kawat jala sebagai tulangannya dan juga dalam pengerjaannya tergolong mudah karena tekniknya tidak banyak berbeda dengan teknik bahan bangunan biasa (mortar dan beton), bahan mudah didapat, volume bahan yang digunakan relative lebih sedikit (Djausal, 2004).

Awal mula ferosemen dimulai pada tahun 1850 ketika beton bertulang pertama kali diperkenalkan di Perancis. Pada tahun 1845, Jean Louis Lambot tuan tanah dari perancis membuat beberapa perahu dayung, pot bunga, tempat duduk dan beberapa benda lainnya dari bahan baru yaitu kawat jala yang saling berhubungan membentuk anyaman yang kemudian digunakan semen hidrolis atau campuran untuk mengisi sambungan-sambungan, atau disebutnya "*Ferciment*" yang dipatenkan pada tahun 1852. Perahu dayung Lambot saat ini bersemayam dalam museum Brignoles, Perancis. Perahu-perahu dibuat dengan ukuran 3.66 m panjang dan 1.12 m lebar dengan tebal dinding 25 mm sampai dengan 38 mm dengan dilapisi tulangan kawat jala (Basuki, 2016). Di Indonesia awal munculnya teknologi ferosemen banyak digunakan dalam bidang struktur laut (*marine structures*) ataupun pembuatan kapal. Namun sejak tahun 1978 penerapan teknologi *ferrocement* di Indonesia telah dilakukan pada berbagai bidang seperti bangunan monumental, rumah dan struktur irigasi. Semua penerapan teknologi yang pernah dilakukan di Indonesia tersebut memakai system

pelaksanaan *cast in situ* (dibuat ditempat) hingga tahun 2000. Namun pada tahun 2005 diperkenalkan dengan system pelaksanaan *prefabricated* (bongkar pasang) pada pembuatan rumah ferosemen oleh Masdar Helmi dan tim UNILA (Remigildus, 2010). Selain itu penerapan teknologi ferosemen di Indonesia juga diterapkan pada bangunan monumental yang dibangun dengan struktur ferosemen adalah menara masjid di Bandung pada tahun 1980, gerbang Kebun Binatang Ragunan pada tahun 1984, dan Menara Siger di Lampung pada tahun 2006. Pada bangunan irigasi yang dibangun dengan struktur ferosemen adalah pembangunan *flap gate* untuk irigasi di Sumatera Utara pada tahun 1982, dan pembangunan saluran irigasi pracetak di Jawa Barat. Teknologi ferosemen merupakan teknologi yang atraktif. profil ferosemen memiliki peluang untuk digunakan sebagai material alternatif pengganti kayu atau baja untuk elemen konstruksi atap atau rangka batang yang mengalami beban yang kecil (Remigildus, 2010). Selain dapat dibuat dalam bentuk elemen dinding tipis, ferosemen juga dapat digunakan untuk menggantikan elemen yang terbuat dari kayu oleh Jean Louis Lambot pada tahun 1852 ataupun baja karena dapat dibuat dalam bentuk beranekaragam(ACI Committee 549, 1997).

Secara umum bahan-bahan pokok yang digunakan dalam membuat ferosemen yaitu mortar (semen, pasir, air) dan *wiremesh*. Ferosemen juga dapat diberikan bahan tambahan untuk menambahkan kuat lenturnya seperti serat *polypropylene* (Usman, 2014). Serat *polypropylene* adalah serat sejenis plastic (*polypropylene*) yang diproduksi khusus dengan teknologi tinggi. Material ini berbentuk filamen-filamen ataupun jaringan serabut tipis yang berbentuk jala dengan ukuran 6 mm sampai 50 mm yangketika dicampurkan dalam adukan beton untaian itu akan terurai. Serat *polypropylene* memiliki beberapa keunggulan seperti dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur pada beton, mengurangi retak-retak akibat penyusutan, meningkatkan daya tahan terhadap impact dan meningkatkan daktilitas. Penambahan serat *polypropylene* pada ferosemen akan menurunkan nilai workabilitynya (Khairizal, 2015), untuk mengatasi itu maka ditambahkan *superplasticizer*

untuk meningkatkan workability tanpa merubah komposisi airnya, Superplasticizer merupakan bahan tambah additive (*admixture*) yang dicampurkan ke dalam campuran beton dan telah terbukti meningkatkan kinerja beton dalam beberapa aspek yaitu kekuatan dan kemudahan pengerjaannya (Magma, 2017).

Self compacting mortar (SCM) adalah bagian dari *self compacting concrete* (SCC) karena kemampuan kerja SCC pada dasarnya bergantung dari sifat mekanis dasar SCM (Tuaum, 2018). *Self compacting concrete* (SCC) adalah beton yang mampu mengalir di bawah beratnya sendiri dan memenuhi bekisting sepenuhnya, bahkan dengan adanya tulangan padat, tanpa memerlukan getaran apa pun, dengan tetap menjaga homogenitasnya (EFNARC : 2002). Umumnya SCM untuk mencapai kondisi memadat sendiri dibutuhkan kandungan semen yang lebih tinggi dan *superplasticizer* (SP) untuk meningkatkan ketahanan segregasi (Tuaum, 2018). Dalam penelitian ini *self compacting mortar* digunakan sebagai dasar dalam merancang pelat fero semen, karena jumlah mortar yang dominan dalam fero semen dan komposisi mortar akan mempengaruhi reologi dan kondisi setelah mengeras pada fero semen.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memperluas prinsip-prinsip fero semen dengan menggunakan serat *polypropylene*. Seperti pada penelitian sebelumnya dilakukan pengujian kuat lentur pada fero semen dengan penambahan serat *polypropylene* dengan persentase 0%, 1%, dan 1,5%. Didapatkan hasil dengan penambahan serat *polypropylene* terhadap mortar dapat meningkatkan kuat lentur fero semen. Namun, ada persentase optimal serat *polypropylene* yang dapat ditambahkan pada fero semen tergantung pada jumlah lapisan wiremesh (Usman, 2014). Pada penelitian lainnya yang menyajikan rincian perilaku lentur panel slab bertulang serat ferrocement self compacting concrete (SCC) dengan parameter pengujian meliputi kadar serat sebesar 0,3%, dan lapisan wiremesh. Didapatkan hasil bahwa fero semen yang mengandung serat mengalami peningkatan sebesar

17% dari ferosemen tanpa serat dan lapisan wiremesh juga mempengaruhi kuat lenturnya karena ferosemen dengan 3 lapisan wiremesh lebih besar kuat lenturnya di bandingkan 2 lapisan wiremesh (Deepa, 2012).

Dapat dilihat dari beberapa penelitian sebelumnya dengan penambahan serat *polypropylene* dapat meningkatkan kuat lentur ferosemen dengan komposisi tertentu. Pada penelitian ini dilakukan penelitian tentang pengaruh serat *polypropylene* terhadap ferosemen dengan menggunakan *self compacting mortar* (SCM). Sehingga parameter yang dilihat adalah komposisi serat *polypropylene*, lapisan wiremesh, dan komposisi *superplasticizer* yang optimal. sifat mekanis yang diperhatikan adalah kuat tekan dan kuat lentur, untuk pengujian kuat tekan dilakukan dengan benda uji mortar kubus dan untuk pengujian kuat lentur dilakukan dengan benda uji mortar balok dan ferosemen.

1.2. Rumusan masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi serat *polypropylene* terhadap nilai *slump flow* campuran mortar?
2. Bagaimana pengaruh serat *polypropylene* terhadap kuat tekan dan kuat lentur benda uji mortar?
3. Bagaimana pengaruh serat *polypropylene* terhadap kuat lentur pelat ferosemen?

1.3. Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh serat *polypropylene* terhadap nilai *slump flow* campuran mortar.
2. Untuk mengetahui pengaruh serat *polypropylene* mortar terhadap sifat kuat tekan dan lentur mortar.
3. Untuk mengetahui pengaruh serat *polypropylene* terhadap kuat lentur ferosemen.

1.4. Batasan masalah

1. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan dan kuat lentur pada benda uji mortar dan pengujian kuat lentur pada benda ferosemen.
2. Bahan tambah yang digunakan adalah serat polypropylene dengan variasi penambahan 0%, 0,04%, 0,06%, 0,08%, 0,1% dari volume benda uji.
3. Factor air semen 0,4
4. Penambahan *superplasticizer* adalah 1,8% dan 2% dari berat semen.
5. Jumlah lapisan wiremesh pada benda uji pelat ferosemen adalah 2 dan 4 lapis.
6. Pengujian mortar dan benda uji ferosemen pada umur 28 hari.

1.5. Manfaat penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pekerjaan konstruksi untuk meningkatkan kualitas ferosemen.

1.6. Hipotesis Penelitian

Penambahan serat polypropylene ke dalam campuran mortar dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur benda uji mortar, dan juga dapat meningkatkan beban maksimum pelat ferosemen, dan dengan penambahan *superplasticizer* sebagai bahan tambah akan meningkatkan nilai *flow* mortar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fero semen

Definisi Fero semen menurut ACI Committee 549 adalah semacam konstruksi beton bertulang tipis, dimana biasanya semen hydraulis yang ditulangi dengan lapisan lapisan jala yang bergaris tengah kecil dan menerus. Teknologi fero semen biasanya diterapkan pada berbagai bidang seperti bangunan monumental, struktur irigasi dan rumah seperti pembuatan rumah fero semen dengan system *prefabricated* (bongkar pasang) oleh Masdar Helmi dan tim Unila (2007). Fero semen memiliki beberapa keunggulan dibanding bahan konstruksi lainnya (Sumanto, 2012) seperti:

1. Struktur dari fero semen berbentuk tipis dan ringan.
2. Cara pengerjaannya sederhana.
3. Penghematan bahan cetakan, karena fero semen dapat dibentuk tanpa cetakan.
4. Dapat dibuat dengan sistem pabrikasi (dicetak di pabrik) karena memiliki berat sendiri yang lebih ringan.
5. Fero semen mudah diperbaiki jika mengalami kerusakan.

Fero semen memiliki beberapa perbedaan dibandingkan dengan beton bertulang. Dari segi fisik fero semen lebih tipis, memiliki tulangan yang terdistribusi merata pada setiap ketebalannya, penulangan 2 arah dan bahan penyusunnya hanya terdiri dari campuran semen dan agregat halus. Dari segi mekaniknya memiliki sifat sifat seragam dalam dua arah, Rasio tulangan yang tinggi, ketahanan terhadap beban kejut lebih tinggi, akan tetapi fero semen lemah terhadap temperature yang tinggi. Sifat dan kekuatan fero semen dipengaruhi oleh, ukuran tulangan, kekuatan mortar, serta cara pembuatan dan pengolahannya (Basuki, 2016).

2.2 Bahan penyusun ferosemen

1. Semen PCC (*Portland Composite Cement*)

Menurut SNI 15 7064:2004 definisi Semen PCC adalah bahan pengikat *hidrolisis* hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gypsum dengan satu atau lebih bahan anorganik atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain Terak Tanur Tinggi (*blast Furnace Slag*), pozzolan, senyawa silicat, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6% – 35 % dari massa semen portland komposit. Semen jenis PCC memiliki sifat tahan terhadap serangan sulfat, Mempunyai panas hidrasi rendah sampai sedang, dan Kekuatan tekan awal kurang akan tetapi kekuatan akhir lebih tinggi. Kegunaan dari semen PCC ini adalah bahan pengikat untuk konstruksi beton umum, pasangan batu bata, beton pracetak, paving block, plesteran dan acian, dan sebagainya.

2. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu dan mempunyai ukuran butir maksimum 4,75 mm. Berdasarkan SKSNI S-04-1989-F 6.1 agregat harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras, bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, dan agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Gradasi standar agregat halus menurut ASTM C-33 pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi gradasi pasir (ASTM C-33)

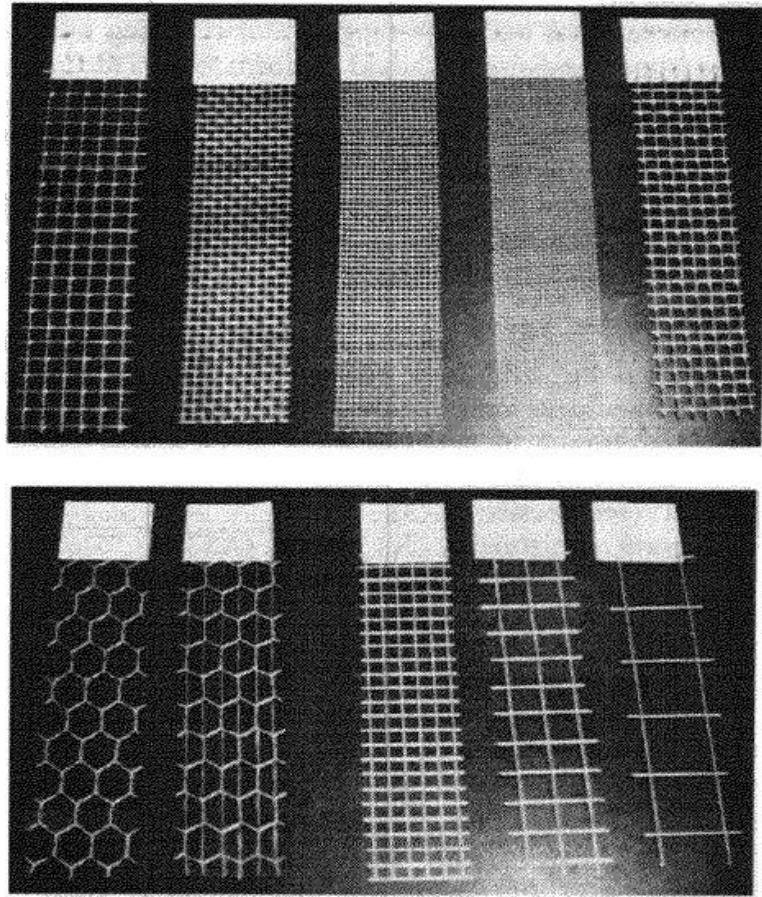
Ayakan No.	Persentase Lewat
3/8 in (9,50 mm)	100
no. 4 (4,75 mm)	95 - 100
no. 8 (2,36 mm)	80 - 100
no. 16 (1,18 mm)	50 - 85
no. 30 (0,6 mm)	25 - 60
no. 50 (0,3 mm)	10 - 30
no. 100 (0,15 mm)	2- 10

3. Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan fero semen yang penting. Air berfungsi sebagai reactor semen dan pelumas antar butir butir agregat, selain itu air juga diperlukan untuk *curing*. Air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual, Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan benda benda tersuspensi.

4. Kawat Jala (*Wiremesh*)

Wiremesh merupakan lembaran kawat jala yang dianyam sedemikian rupa sehingga membentuk lembaran kawat anyam, material ini memberikan kekuatan tekan dan tarik pada struktur fero semen. Pada struktur fero semen, tulangan dipasang secara tersusun dan kawat jala (*Wiremesh*) dipasang secara merata dalam beberapa lapisan. Ada beberapa jenis/tipe *wiremesh*, pada umumnya *wiremesh* memiliki bentuk heksagonal (segi enam) atau persegi. Secara struktural *wiremesh* yang berbentuk persegi lebih efisien daripada jaring yang berbentuk heksagonal. Akan tetapi, jaring berbentuk heksagonal sangat fleksibel dan dapat digunakan dalam elemen kurva ganda. Pada penelitian ini *wiremesh* yang digunakan adalah *wiremesh* berbentuk persegi dengan bukaan 10 mm x 10 mm yang terdistribusi secara merata dalam beberapa lapisan.



Gambar 2.1 Jenis-jenis kawat jala (*Wiremesh*).
Sumber: ACI Committee 549

2.3 Bahan tambah (*admixture*)

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan selain unsur utama mortar (air, semen dan agregat halus) yang ditambahkan pada adukan mortar, sebelum, segera atau selama pengadukan mortar, tujuannya untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat mortar seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), waktu pengikatan (memperlambat/ mempercepat), pengerasan, kekedapan dan keawetan. Bahan tambah umumnya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit (dalam % berat semen). Pemberian bahan tambah yang berlebihan justru akan merusak kualitas mortar. Bahan tambah kimia (*chemical admixture*) berupa cairan atau bubuk, yang dicampurkan pada adukan beton (Zakaria, 2017). Pada penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah *superplasticizer*.

1. *Superplasticizer*

superplasticizer termasuk dalam tipe F (*water reducing high range admixtures*) yang berfungsi mengurangi jumlah air untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan (ENFRAC, 2002). Dosis yang disarankan sekitar 1 – 2% dari berat semen dan dosis yang berlebihan akan menurunkan kekuatan tekan beton (Magma, 2017). Pada penelitian ini penggunaan *superplasticizer* tujuannya untuk mendapatkan nilai *workability* yang diinginkan agar pengerjaannya menjadi lebih mudah.

2.4 Beton fiber

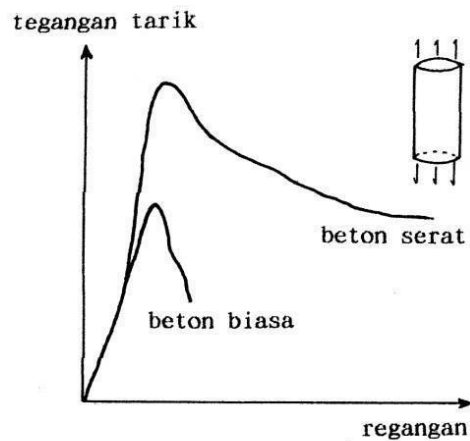
Beton fiber adalah Beton yang ditambahkan serat ke dalam campurannya. Tujuan dari Penambahan serat pada beton adalah untuk memperbaiki kelemahan sifat yang dimiliki oleh beton yaitu memiliki kuat tarik yang rendah. Penambahan serat ke dalam campuran beton harus sesuai tidak lebih karena penambahan serat yang berlebihan akan mengurangi kelecakan dari campuran beton tersebut. Untuk mengetahui komposisi serat yang sesuai maka harus dilakukan *slump test* pada campuran beton. Berikut merupakan perbaikan yang dialami beton dengan adanya penambahan serat:

1. Daktilitas meningkat

Penambahan serat ke dalam adukan beton dapat mengatasi masalah beton yang bersifat getas dan membuat beton menjadi lebih daktil.

2. Kekuatan tarik

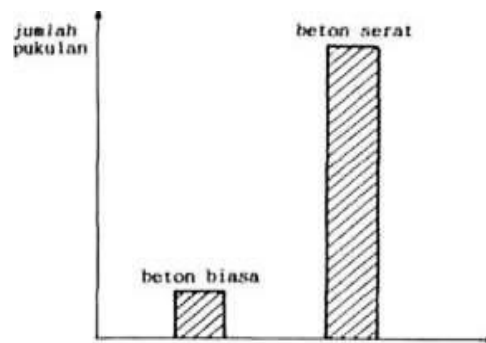
Beton memiliki kelemahan sifat yaitu beton lemah terhadap kuat tarik, namun kelemahan sifat tersebut dapat diperbaiki dengan penambahan serat.



Gambar 2.2 Perbaikan kekuatan tarik beton.

3. Ketahanan Kejut

Penambahan fiber pada campuran beton dapat meningkatkan ketahanan terhadap beban kejut dibandingkan beton biasa.



Gambar 2.3 Perbaikan ketahanan beban kejut.

4. Penyusutan

Dengan adanya serat dalam beton penyusutan dapat direduksi dan retak-retak penyusutan dapat dibatasi.

5. Ketahanan terhadap kelelahan

Dengan adanya penambahan serat pada adukan beton ketahanan terhadap kelelahan dapat ditingkatkan, lebar retak dan lendutan yang terjadi akibat pembebanan kelelahan (*fatigue*) dapat diturunkan.

2.5 Serat

Menurut ACI Committee 544 terdapat 4 macam fiber atau serat yang digunakan dalam campuran beton yang berfungsi untuk perkuatan, yaitu:

1. SFRC (*Steel Fiber Reinforced Concrete*)
2. GFRC (*Glass Fiber Reinforced Concrete*)
3. SNFRC (*Synthetic Fiber Reinforced Concrete*)
4. NFRC (*Natural Fiber Reinforced Concrete*)

Sifat sifat serat yang umum digunakan

a. Serat kaca

Memiliki kuat tarik yang relatif tinggi, kepadatan rendah dan modulus elastisitas tinggi. Tetapi serat ini memiliki kelemahan yaitu mudah rusak akibat alkali yang terkandung dalam semen dan dari segi ekonomis serat ini lebih mahal dibandingkan serat lainnya.

b. Serat baja

Serat baja Memiliki kelebihan dalam kekuatan dan modulus elastisitas yang relatif tinggi, tetapi kelemahan serat ini yaitu bersifat korosif.

c. Serat Polimer

Serat polimer mempunyai kekuatan tarik yang tinggi tetapi modulus elastisitas rendah, daya lekat dengan matrik semen yang rendah, mudah terbakar dan titik lelehnya rendah. Type-type *fiber polymer*

- 1) Acrylic : mempunyai serat yang paling sedikit 85% dari beratnya *acrylonitrile*, modulus elastisitasnya lebih besar dari serat polimerik yang lain.
- 2) Aramid : mempunyai modulus elastisitas jauh lebih besar dibanding yang lain, dapat menaikkan perilaku mekanik beton berserat yaitu kuat tarik dan kuat lenturnya.
- 3) Nylon : serat ini tersedia dalam berbagai variasi ukuran panjang, sangat tipis, jumlah serat dalam setiap pound (0,45 kg) sekitar 35 juta serat, dengan kira-kira 19 mm.
- 4) Polyester : terbuat dari *ethyl acetate monomers*, sifat fisik dan kimianya dapat berubah dengan beberapa modifikasi dalam pabrik,

sehingga dicapai modulus elastisitas yang tinggi dan interaksi dengan matrik yang cukup baik.

- 5) Polyethylene : ukuran standar panjang serat antara 12-50 mm, dan dalam bentuk bubuk. Serat terpanjang yang ada dipasaran mempunyai permukaan berbntil-bintil yang membuat serat ini mempunyai ikatan yang baik dengan matrik. Serat ini dapat menaikkan daktilitas, kuat impact, dan menaikkan faktor kelelahan (ketahanan siklik).
- 6) Polypropylene : material ini berbentuk untaian filament-filamen dengan panjang antara 6-50 mm, ketika dicampurkan dalam adukan beton, untaian itu terurai. Serat jenis ini dapat meningkatkan kuat tarik lentur dan tekan beton, mengurangi retak-retak akibat penyusutan, meningkatkan data tahan terhadap impact, dan meningkatkan daktilitas.

Dalam penelitian ini serat yang digunakan adalah serat polypropylene sebagai bahan tambah dalam campuran mortar.

2.6 *Self Compacting Mortar (SCM)*

Self compacting mortar (SCM) adalah bagian dari *self compacting concrete (SCC)*. *Self compacting mortar* digunakan dalam merancang SCC karena kemampuan kinerja SCC bergantung pada sifat mekanis dasar mortar (Tuaum, 2018). *Self compacting concrete (SCC)* adalah beton yang mampu mengalir di bawah beratnya sendiri dan memenuhi bekisting sepenuhnya, bahkan dengan adanya tulangan padat, tanpa memerlukan getaran apa pun, dengan tetap menjaga homogenitasnya (EFNARC, 2002). Metode yang digunakan untuk mendapatkan sifat memadat sendiri dibutuhkan kandungan semen yang lebih tinggi, membatasi jumlah agregat dan menggunakan *superplasticizer* untuk meningkatkan nilai workability dan ketahanan segregasi (Magma, 2017). Sifat atau karakteristik yang dimiliki SCC adalah *flowability* yaitu kemampuan dari beton segar untuk dapat mengisi cetakan, *viscosity* yaitu laju aliran beton segar, berhubungan dengan kekentalan dari

beton segar, *passingability* yaitu kemampuan beton dalam kondisi segar untuk dapat melewati tulangan dan tetap dalam kondisi yang homogen dan tidak terjadi semacam blokade atau aliran beton segar terhambat dan *segregation resistance* yaitu ketahanan beton segar terhadap segregasi (EFNARC, 2005). SCM dirancang untuk memberikan diameter aliran mortar dari 240 mm – 260 mm, yang dicapai dengan memvariasikan komposisi *superplasticizer* (SP). Untuk mendapatkan aliran mortar yang ditentukan, pengujian aliran mortar dari setiap variasi harus dilakukan. Pengujian dilakukan dengan metode *slump flow test* menggunakan mini *slump cone* (EFNARC, 2002).

Pada penelitian ferosemen dirancang dengan menggunakan *selfcompacting mortar* yang bertujuan agar pengerjaannya menjadi lebih mudah karena mortar dapat mengalir dan memadat dengan sendirinya.

2.7 Penelitian Mengenai Ferosemen dengan penambahan serat

1. Usman (2014)

Pada penelitian berjudul “Effect of *Polypropylene* Fiber on The Flexural Strength of Ferrocement” dilakukan pengujian kuat lentur pada ferosemen dengan penambahan serat *polypropylene* dengan persentase 0%, 1%, dan 1,5%. Didapatkan hasil dengan penambahan serat *polypropylene* terhadap mortar dapat meningkatkan kuat lentur ferosemen. Namun, ada persentase optimal serat *polypropylene* yang dapat ditambahkan pada ferosemen tergantung pada jumlah lapisan wiremesh. Pada jumlah lapisan wiremesh 2 dan 4 lapis mendapatkan komposisi optimal dengan serat 1% yaitu 77,34 N/mm² dan 201,64 N/mm² dan mengalami penurunan pada komposisi serat 1,5% yaitu 56,20 N/mm² dan 190,11 N/mm² tetapi kuat lenturnya masih lebih tinggi dibandingkan tanpa serat. Pada lapisan wiremesh 6 lapis, kuat lentur mengalami peningkatan pada komposisi serat 1 % hingga 1,5 % (Usman, 2014).

2. Deepa (2012)

Pada penelitian yang berjudul “*an experimental investigation on the flexural behavior of scc ferrocement slabs incorporating fibers*” yang menyajikan rincian perilaku lentur panel slab bertulang serat ferrocement self compacting concrete (SCC) dengan parameter pengujian meliputi kadar serat *polypropylene* sebesar 0,3%, lapisan wiremesh dan ketebalan pelat ferosemen. Didapatkan hasil bahwa ferosemen yang mengandung serat mengalami peningkatan kuat lentur sebesar 17% dari ferosemen tanpa serat, selain itu ketebalan pelat ferosemen dan lapisan wiremesh juga mempengaruhi kuat lenturnya karena ferosemen dengan 3 lapisan wiremesh lebih besar kuat lenturnya yaitu 8,85 kN di bandingkan 2 lapisan wiremesh yaitu 6,81 kN (Deepa, 2012).

3. Sudhikumar (2014)

Pada penelitian pengaruh aspek rasio serat terhadap kekuatan dari *slurry infiltrated fibrous ferrocement* (SIFF). Serat yang digunakan adalah *steel fiber* (SF), *galvanized iron fiber* (GIF) dan *polypropylene fiber* (PPF) dengan aspek rasio untuk *steel fiber* dan *galvanized iron fiber* masing-masing adalah 25, 38, 50 dan untuk PPF aspek rasio yang digunakan adalah 800, 1600. Dari hasil pengujian kuat tekan didapatkan aspek rasio yang terendah, didapatkan nilai kekuatan yang paling tinggi untuk SF, GIF dan PPF adalah 41,33 MPa, 39,70 MPa, dan 37,33 MPa dan pada pengujian kuat lentur didapatkan hasil yang sama untuk aspek rasio yang lebih rendah mendapatkan nilai kekuatan yang paling tinggi untuk serat SF, GIF dan PPF adalah 10,05 MPa, 8,96 MPa dan 8,77 MPa. Jadi dengan aspek rasio yang lebih rendah maka akan didapatkan kekuatan yang lebih tinggi (Sudhikumar, 2014).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Lampung. Pada penelitian ini, benda uji yang digunakan adalah pelat ferosemen dengan dimensi 240 mm x 60 mm x 25 mm untuk pengujian kuat lentur, benda uji mortar berbentuk kubus dengan dimensi 5 mm x 5 mm x 5 mm untuk pengujian kuat tekan dan berbentuk balok dengan dimensi 160 mm x 40 mm x 40 mm untuk pengujian kuat lentur. Perbandingan berat semen dan agregat halus (pasir) adalah 1:2,5 dan perbandingan berat air semen adalah 0,4. Serta dilakukan penambahan serat sebesar 0%, 0,04%, 0,06%, 0,08%, 0,1% dari volume benda uji.

3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Semen

Semen berfungsi mengikat butiran agregat dan mengisi ruang antar agregat sehingga terbentuk massa yang padat. Semen yang digunakan adalah semen tipe PCC (*Portland Composite Cement*) dengan merk dagang Semen Padang dalam kemasan 50 kg yang didapat dari toko dalam keadaan baik dan tertutup rapat.



Gambar 3.1 Semen.

2. Agregat halus (Pasir)

Agregat halus yang digunakan harus memenuhi standar ASTM, karena itu terlebih dahulu dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat volume, kadar lumpur dengan penyaringan, kandungan zat organik dalam pasir, dan gradasi agregat halus.



Gambar 3.2 Pasir.

3. Air

Air berfungsi sebagai *reactor* semen dan pelumas antar butir butir agregat, selain itu air juga diperlukan untuk *curing*. Air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang

dapat dilihat secara visual. Pada penelitian ini, air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi Universitas Lampung.

4. Kawat Jala (*Wiremesh*)

Wiremesh merupakan lembaran kawat jala yang dianyam sedemikian rupa sehingga membentuk lembaran kawat anyam. Pada struktur ferosemen, tulangan dipasang secara tersusun dan kawat jala (*Wiremesh*) dipasang secara merata dalam beberapa lapisan. *wiremesh* yang digunakan berbentuk segi empat dengan karakteristik diameter kawat 0,5 mm, dan ukuran bukaan 1 cm x 1 cm.



Gambar 3.3 *Wiremesh*.

5. Serat *Polypropylene*

Serat *polypropylene* yang digunakan berasal dari Sika Fibre. waktu pencampuran 3 sampai 5 menit untuk memastikan agar serat tercampur dengan merata. Berat jenis serat yaitu 900 kg/m³, panjang serat 12 mm, diameter serat 18 mikron, daya tarik 300-440 Mpa, Modulus elastisitas 6000-9000 MPa, dan titik leleh 160^o.



Gambar 3.4 Serat *polypropylene*.

6. *Superplasticizer*

Superplasticizer termasuk dalam tipe F (*water reducing high range admixtures*) yang berfungsi mengurangi jumlah air untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan. Pada penelitian ini merek *superplasticizer* yang digunakan adalah sika viscocrete 3115N.



Gambar 3.5 *Superplasticizer*.

3.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk penelitian sebagai berikut:

1. Cetakan Benda Uji

Cetakan yang di gunakan yaitu cetakan berbentuk kubus dengan

dimensi 50 mm x 50 mm x 50 mm, cetakan balok berukuran 160 mm x 40 mm x 40 mm, dan cetakan untuk pelat ferosemen berukuran 240 mm x 60 mm x 25 mm.



Gambar 3.6 Cetakan benda uji.

2. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur berat masing-masing bahan yang telah direncanakan dan mengukur berat benda uji. Timbangan yang digunakan yaitu timbangan berkapasitas maksimum 12 kg dengan ketelitian pembacaan 1 gram dan timbangan dengan ketelitian pembacaan 0,01 gram.



Gambar 3.7 Timbangan.

3. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan material-material yang akan di uji. Oven yang digunakan mempunyai kapasitas suhu maksimum 110°C dengan daya sebesar 2800 Watt.



Gambar 3.8 Oven.

4. Piknometer

Alat ini digunakan untuk mengetahui berat jenis SSD (*Saturated Surface Dry*), berat jenis kering, berat jenis semu dan penyerapan agregat halus.

5. Cetakan kerucut pasir

Digunakan untuk melihat kondisi pasir SSD (*Saturated Surface Dry*).

6. Satu set saringan

Alat ini digunakan untuk pengujian gradasi agregat sehingga dapat ditentukan nilai modulus kehalusan agregat halus dan agregat kasar. Pada penelitian ini ukuran saringan yang digunakan untuk pengujian yaitu 37,5 mm; 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.



Gambar 3.9 Satu set saringan.

7. Mesin pengaduk mortar

Merupakan alat yang digunakan untuk mengaduk campuran mortar.



Gambar 3.10 Mesin pengaduk mortar.

8. *Slump flow test*

Merupakan kerucut abrams dan pelat besi dengan permukaan halus, digunakan untuk mengetahui konsistensi mortar. Kerucut abrams memiliki diameter bawah 100 mm, tinggi 60 mm dan diameter atas 70 mm.



Gambar 3.11 *Slum flow test.*

9. *Compression Testing Machine (CTM)*

Digunakan sebagai alat uji kuat tekan dan kuat lentur mortar. Mesin CTM yang digunakan pada penelitian ini memiliki kapasitas beban maksimum 3000 kN dan berasal dari merek dagang CONTROLS.



Gambar 3.12 *Compression testing machine (CTM).*

10. *Loading Frame*

Alat ini digunakan sebagai tempat/perletakan benda uji balok pada saat pengujian kuat lentur. Alat ini berupa frame dari profil baja yang cukup kuat dan kaku, serta dilengkapi tumpuan rol yang dapat diatur posisinya.



Gambar 3.13 *Loading frame.*

11. Bak Perendam

Bak perendam yang digunakan berisi air tawar. Alat ini digunakan sebagai tempat perawatan benda uji dengan cara perendaman.



Gambar 3.14 Bak perendam.

12. Alat Bantu

Untuk mempermudah pelaksanaan penelitian, maka digunakan beberapa alat bantu antara lain palu karet, sekop, gelas ukur, stopwatch, alat pemotong serat, mistar, trolley dorong, ember, alat tulis dan container.

3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu persiapan bahan dan alat, pembuatan pabriksi, pemeriksaan bahan, perencanaan campuran, pembuatan benda uji, pemeliharaan terhadap benda uji (*curing*), pelaksanaan pengujian dan analisis hasil penelitian.

1. Persiapan Bahan Dan Alat

Mempersiapkan bahan dan peralatan yang dibutuhkan selama penelitian agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan lancar.

2. Pemeriksaan Bahan

Pada tahap ini pemeriksaan bahan dilakukan untuk mengetahui sifat bahan yang digunakan, mengetahui apakah bahan yang di gunakan memenuhi persyaratan atau tidak, dan sebagai data rancang campuran adukan motar.

3. Pembuatan Pabriksi

Pembuatan pabriksi ini dilakukan untuk cetakan pelat ferosemen dengan dimensi 240 mm x 60 mm x 25 mm. cetakan ini dibuat dengan pelat besi yang dimodifikasi membentuk cetakan pelat ferosemen. Sedangkan untuk cetakan kubus dan balok menggunakan cetakan yang sudah ada di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Lampung.

4. Perencanaan campuran

Perencanaan campuran antara semen, agregat halus dan air sangat penting agar mendapatkan mutu yang diinginkan. Dalam penelitian ini perbandingan antara semen dan pasir adalah 1:2,5 dan factor air semen (fas) yang digunakan adalah 0,4. Serta dilakukan penambahan serat *polypropylene* dan *superplasticizer* ke dalam campuran sesuai dengan volume fraksi yang direncanakan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

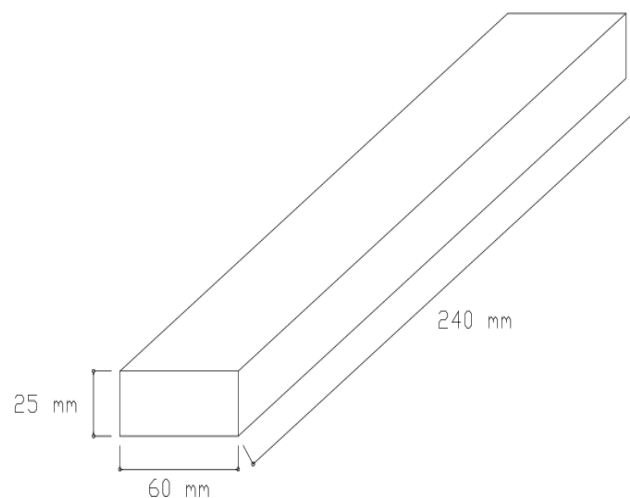
Tabel 3.1 Komposisi campuran mortar per 1 m³

SP	Serat PPF	Material (Kg)				
		Semen	Pasir	Air	SP	Serat
1,80%	0%	564,1	1410,3	225,6	10,2	0,0
	0,04%	564,1	1410,3	225,6	10,2	0,4
	0,06%	564,1	1410,3	225,6	10,2	0,5
	0,08%	564,1	1410,3	225,6	10,2	0,7
	0,10%	564,1	1410,3	225,6	10,2	0,9
2,00%	0%	564,1	1410,3	225,6	11,3	0,0
	0,04%	564,1	1410,3	225,6	11,3	0,4
	0,06%	564,1	1410,3	225,6	11,3	0,5
	0,08%	564,1	1410,3	225,6	11,3	0,7
	0,10%	564,1	1410,3	225,6	11,3	0,9

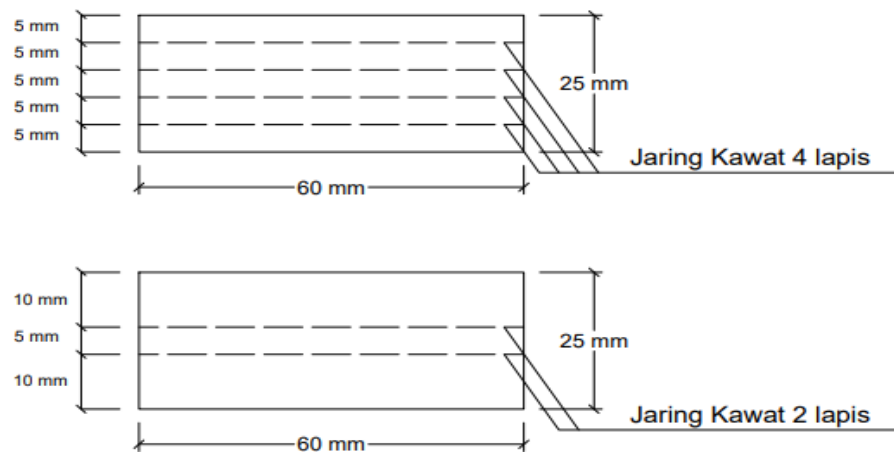
**Superplasticizer* (SP) dari berat semen

5. Pembuatan benda uji

Benda uji yang akan dibuat berbentuk kubus dengan dimensi 50 mm x 50 mm x 50 mm dan balok dengan dimensi 160 mm x 40 mm x 40mm, masing masing variasi terdiri adri 6 benda uji yaitu kubus berjumlah 3 benda uji dan balok berjumlah 3 benda uji. Dan untuk benda uji pelat ferosemen dengan dimensi 240 mm x 60 mm x 30 mm berjumlah 3 benda uji di masing-masing variasinya. Semua benda uji akan dilakukan pengujian pada umur 28 hari, dengan rincian sebagai berikut:



Gambar 3.15 Benda uji pelat ferosemen dimensi 240 mm x 60 mm x 25 mm



Gambar 3.16 Detail penulangan pelat ferosemen.



Gambar 3.17 Cetakan pelat ferosemen.

Tabel 3.2 Variasi benda uji kubus dan balok

No	Volume fraksi (%)		Kubus	Balok	Jumlah benda uji	Total
	<i>superplasticizer</i>	<i>polypropylene</i>				
1	1,8%	0%	K 0	B 0	6	60
2		0,04%	K 0,4	B 0,4	6	
3		0,06%	K 0,6	B 0,6	6	
4		0,08%	K 0,8	B 0,8	6	
5		0,1%	K 0.1	B 0.1	6	
6	2%	0%	K 1.0	B 1.0	6	
7		0,04%	K 1.4	B 1.4	6	
8		0,06%	K 1.6	B 1.6	6	
9		0,08%	K 1.8	B 1.8	6	
10		0,1%	K 1.1	B 1.1	6	

Tabel 3.3 Variasi benda uji pelat fero semen

No	Volume fraksi (%)		Kode	Jumlah lapisan Wiremesh	Jumlah benda uji	Total
	<i>superplasticizer</i>	<i>polypropylene</i>				
1	1,8%	0%	F2.0	2	3	60
2		0,4%	F2.0,4		3	
3		0,8%	F2.0,6		3	
4		1%	F2.0,8		3	
5		1,2%	F2.1		3	
6		0%	F4.0	4	3	
7		0,4%	F4.0,4		3	
8		0,8%	F4.0,6		3	
9		1%	F4.0,8		3	
10		1,2%	F4.1		3	
11	2%	0%	E2.0	2	3	
12		0,4%	E2.0,4		3	
13		0,8%	E2.0,6		3	
14		1%	E2.0,8		3	
15		1,2%	E2.1		3	
16		0%	E4.0	4	3	
17		0,4%	E4.0,4		3	
18		0,8%	E4.0,6		3	
19		1%	E4.0,8		3	
20		1,2%	E4.1		3	

adapun tahap-tahap pembuatan benda uji

a. Persiapan bahan campuran adukan mortar

Menimbang bahan-bahan penyusun mortar sesuai dengan perencanaan seperti semen, air dan agregat halus dalam kondisi saturated surface dry (SSD), dan juga menimbang bahan tambahan seperti serat *polypropylene* dan *superplasticizer* sesuai dengan perencanaan. Pada tahap ini harus dilakukan dengan cermat agar hasilnya dapat sesuai yang diinginkan.



Gambar 3.18 Persiapan bahan.

b. Pencampuran bahan

Setelah semua bahan ditimbang sesuai dengan perencanaan, kemudian dilakukan proses pencampuran bahan.

- 1) Pertama memasukkan semen dan pasir kemudian dilakukan pencampuran dengan mixer selama 1 menit (Gambar 3.19)



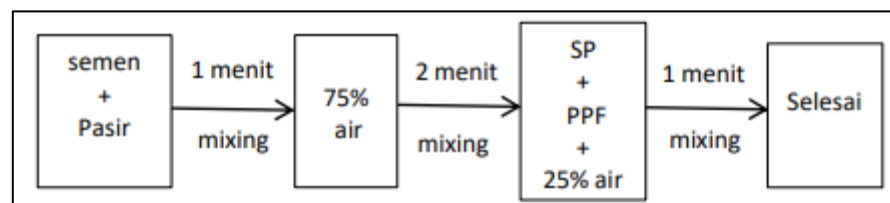
Gambar 3.19 Mencampurkan semen dan pasir.

- 2) Setelah itu memasukkan air sekitar 75% dari air yang dibutuhkan dan mixer lagi selama 2 menit.
- 3) Kemudian tambahkan *superplasticizer*, serat *polypropylene*, dan air sisanya sekitar 25% dengan kondisi mixer masih menyala selama 1

menit hingga selesai (Gambar 3.20). Penambahan serat *polypropylene* ini harus dilakukan dengan cermat dan diusahakan serat ditambahkan secara merata agar tidak terjadi penggumpalan serat (*balling effect*) yang dapat mempengaruhi sifat mekanis mortar. Proses pengadukan total berlangsung selama 4 menit seperti yang terlihat pada Gambar 3.21 tentang prosedur pembuatan adukan mortar.



Gambar 3.20 Menambahkan serat *polypropylene*, air dan *superplasticizer*



Gambar 3.21 Prosedur pembuatan adukan mortar.

c. Pemeriksaan nilai konsistensi *flow* mortar (*flow test*)

- 1) Menyiapkan alat *slump flow test* yaitu kerucut abrams dan pelat besi dengan permukaan yang halus.
- 2) Meletakkan kerucut abrams diatas pelat besi, kemudian diisi dengan campuran mortar sampai penuh seperti pada Gambar 3.22.



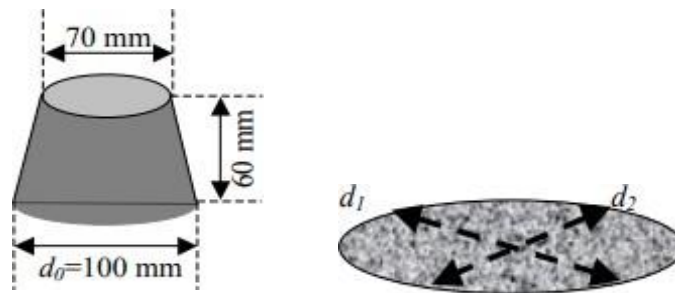
Gambar 3.22 Memasukkan campuran mortar.

- 3) Ratakan permukaan atas campuran mortar dan bersihkan sisa-sisa campuran mortar yang terjatuh diatas pelat besi.
- 4) Kemudian angkat kerucut abrasi secara perlahan hingga campuran mortar menyebar secara merata seperti pada Gambar 3.23.



Gambar 3.23 Mengangkat kerucut abrasi.

- 5) Diameter mortar diukur dalam dua arah tegak lurus yang kemudian diambil nilai rata-ratanya untuk mengetahui nilai diameter aliran mortarnya. SCM dirancang untuk memberikan diameter aliran mortar dari 240 mm – 260 mm seperti Gambar 3.24 (EFNARC, 2002).



Gambar 3.24 *Mini slump cone*.
Sumber: EFNARC 2002

d. Pencetakan benda uji

- 1) Menyiapkan cetakan benda uji, kemudian dioleskan oli ke dalam cetakan agar adukan mortar tidak menempel pada cetakan pada saat melepas cetakan.
- 2) Memasukkan adukan mortar ke dalam cetakan hingga penuh kemudian dilakukan pemadatan agar tidak terjadi segregasi pada campuran mortar seperti pada Gambar 3.25.



Gambar 3.25 Memasukkan campuran mortar.

- 3) Setelah cetakan penuh selanjutnya permukaan diratakan.
- 4) Melepas cetakan setelah 24 jam.
- 5) Memberikan kode pada masing-masing benda uji seperti pada Gambar 3.26.



Gambar 3.26 Memberikan kode pada benda uji.

6. Perawatan benda uji (*curing*)

Tahap ini berfungsi agar mortar selalu lembab sejak campuran mortar dipadatkan sampai campuran mortar dianggap cukup keras. Tujuannya agar proses hidrasi dapat berlangsung secara optimal dan proses pengerasan terjadi dengan sempurna sehingga tidak terjadi retak-retak pada benda uji. Perawatan ini dilakukan dengan cara merendam benda uji pada bak perendam (Gambar 3.27) hingga benda uji mencapai umur 28 hari, setelah itu benda uji diangkat dan didiamkan selama 24 jam atau hingga benda uji kering dan tidak lembab lagi agar pada saat pengujian hasilnya baik, untuk selanjutnya dilakukan pengujian.



Gambar 3.27 Perawatan benda uji.

7. Pelaksanaan pengujian

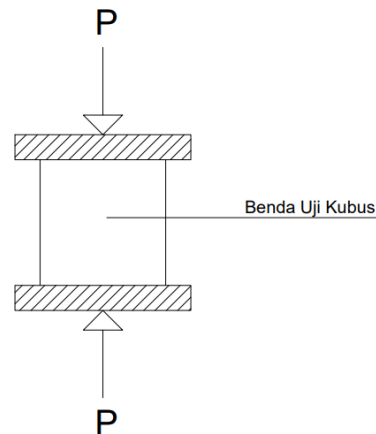
a. Uji kuat tekan

Kuat tekan adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian ini dilakukan dengan benda uji berbentuk kubusberdimensi 50 mm x 50 mm x 50 mm yang akan diuji pada umur 28 hari dengan alat *Compression Testing Machine* (CTM) berkapasitas 3000 kN. Pada pengujian ini benda uji kubus yang sudah diangkat dari proses curing ditimbang kemudian dicatat dan diberi tanda. Sebelum dilakukan pengujian, permukaan benda uji kubus harus rata agar tegangan terdistribusi secara merata pada penampang benda uji. Lalu benda uji diletakkan pada ruang CTM dengan posisi tegak lurus dan memastikan indikatornya berada pada nilai nol. Kemudian CTM dihidupkan dan secara perlahan alat akan memberi beban pada benda uji kubus. Benda uji diberi beban tekan secara konstan sampai benda uji hancur. Amati perubahan nilai penambahan kuat tekan pada indicator alatnya, dan apabila benda uji sudah hancur maka mesin dimatikan. Kemudian baca dan catat angka pada indikatornya yang merupakan besarnya beban tekan pada benda uji, dan hitung besarnya kuat tekan pada benda uji kubus menggunakan persamaan 1 (SNI 6825 : 2002).

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

keterangan:

- σ_m = Kuat tekan mortar (MPa)
- P = Gaya tekan maksimum (N)
- A = Luas penampang benda uji (mm²)



Gambar 3.28 Pengujian kuat tekan mortar.

b. Uji kuat lentur

Kuat lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda uji patah, dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya per satuan luas (SNI 4431-2011).

1. Pengujian kuat lentur balok mortar dengan beban terpusat ditengah bentang

Pengujian ini menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM) pada benda uji umur 28 hari dengan menggunakan metode beban terpusat ditengah bentang, pada pengujian ini balok mortar diletakkan diatas *loading frame* kemudian diberikan beban terpusat pada tengah bentang hingga balok mortar mengalami keruntuhan lentur kemudian mencatat dan menganalisa beban maksimum yang didapat menggunakan persamaan 2 (SNI 4154 : 2014).

$$\sigma = \frac{3PL}{2bh^2} \dots \dots \dots (2)$$

keterangan:

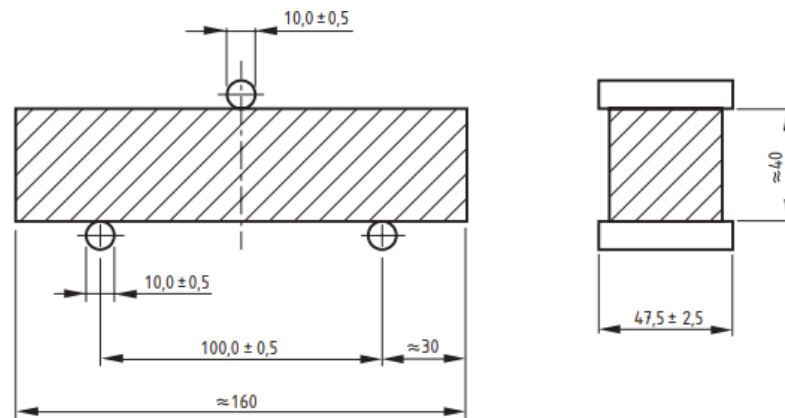
σ = Kuat lentur atau modulus keruntuhan (MPa)

P = Beban maksimum (N)

L = Panjang bentang (mm)

b = Lebar rata-rata spesimen pada daerah runtuh (mm)

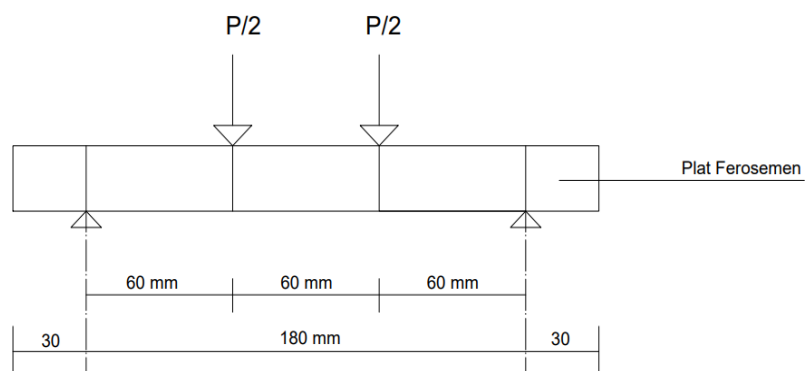
h = Tinggi rata-rata spesimen pada daerah runtuh (mm)



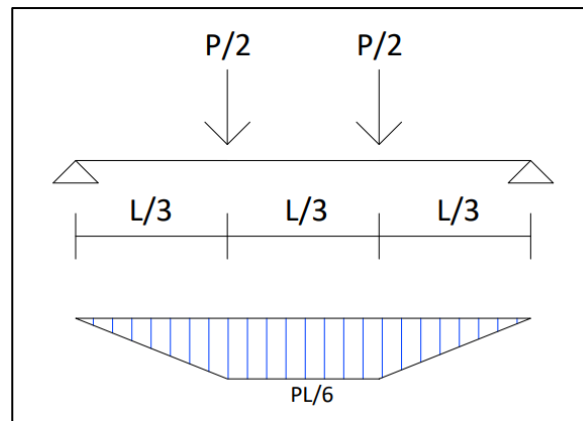
Gambar 3.29 Pengujian kuat lentur balok mortar.
Sumber: BS EN 196-1:2005.

2. Pengujian kuat lentur pelat ferosemen dengan dua titik pembebanan

Pada benda uji pelat ferosemen pengujian kuat lentur dilakukan dengan metode dua titik pembebanan yaitu dengan membebani benda uji pada setiap $1/3$ bentang dengan beban titik sebesar $1/2 P$ seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.7. pengujian ini dilakukan dengan meletakkan benda uji di atas *loading frame* dengan titik perletakan yang sudah ditentukan yang kemudian diberikan beban pada setiap $1/3$ bentangnya sebesar $1/2 P$ sampai kondisi pelat ferosemen mengalami keruntuhan lentur dimana retak utama terjadi pada sekitar tengah bentang atau sampai pelat ferosemen mencapai beban maksimumnya.



Gambar 3.30 Pengujian kuat lentur pelat ferosemen.



Gambar 3.31 Diagram momen dua titik pembebanan.

Hasil dari pengujian kuat lentur pelat ferosemen adalah beban maksimum, yang kemudian nilai beban maksimum secara eksperimen akan dibandingkan dengan nilai beban maksimum secara teoritis untuk mengetahui nilai beban maksimumnya sama atau berbeda. Beban maksimum teoritis dapat dicari dengan menggunakan persamaan momen maksimum dari pengujian dua titik pembebanan seperti yang dapat dilihat pada persamaan 3

$$M_{max} = \frac{P.L}{6} \dots\dots\dots(3)$$

Kemudian P (beban maksimum) dapat dipindah ruaskan sehingga membentuk rumus untuk mendapatkan nilai beban maksimum teoritis yang dapat dilihat pada persamaan 4

$$P = \frac{M_{max} \cdot 6}{L} \dots\dots\dots(4)$$

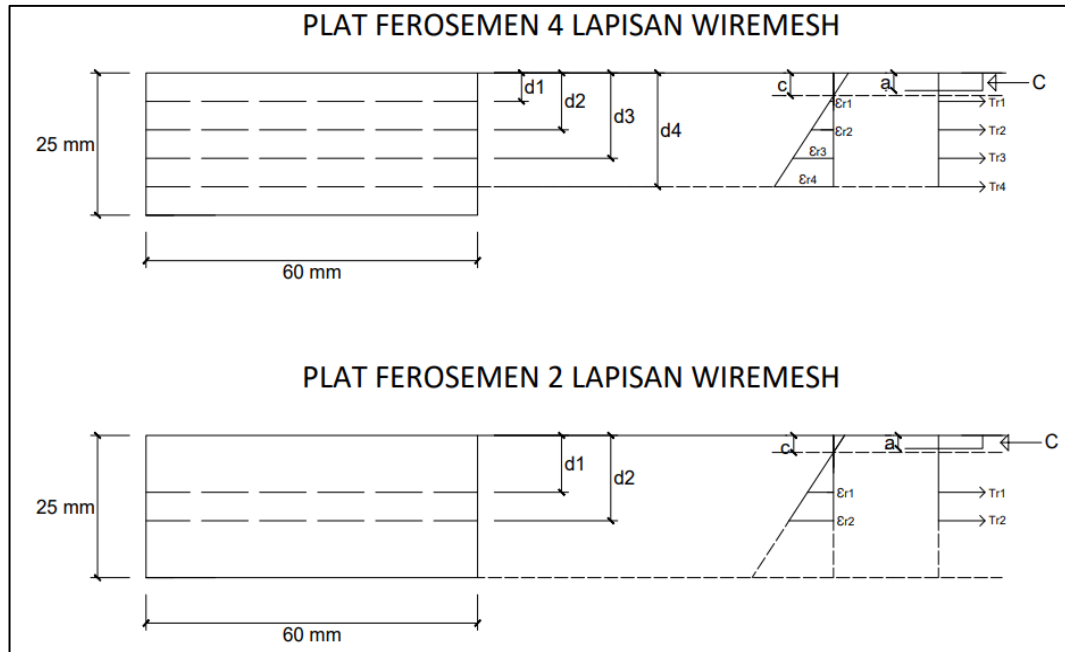
Keterangan:

M_{max} = Momen maksimum atau momen nominal (Nmm)

L = Jarak antara perletakan (mm)

P = Beban Maksimum (N)

Dari persamaan 4 dapat diketahui, untuk mencari beban maksimum teoritis dibutuhkan nilai momen nominal. Menurut (Naaman, 2000), untuk mencari nilai momen nominal pelat ferosemen dapat dicari menggunakan beberapa persamaan berikut:



Gambar 3.32 Diagram tegangan dan regangan pelat ferosemen.

a. Mencari luas tulangan *wiremesh* lapisan i (Naaman, 2000 : 130)

$$A_{ri} = \frac{\pi d_w^2}{4} \dots\dots\dots (5)$$

b. Menentukan nilai c atau garis netral (Naaman, 2000 : 141)

$$a = \frac{\sum A_{ri} x \sigma_{ryi}}{0,85 x f'_c x b} \dots\dots\dots (6)$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} \dots\dots\dots (7)$$

c. Menentukan nilai regangan dan tegangan (Naaman, 2000 :139)

$$\epsilon_{ry} = \frac{\sigma_{ry}}{E_r} \dots\dots\dots (8)$$

$$\epsilon_{ri} = \left(\frac{d_i - c}{c} \right) \epsilon_{mu} \dots\dots\dots (9)$$

Jika $\epsilon_{ri} \leq \epsilon_{ry}$ maka $\sigma_{ri} = E_r \cdot \epsilon_{ri}$

Jika $\epsilon_{ri} \geq \epsilon_{ry}$ maka $\sigma_{ri} = \sigma_{ry}$

d. Mencari nilai gaya C (tekan) dan T (tarik) (Naaman, 2000 : 140)

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot \beta_1 \cdot c \dots\dots\dots(10)$$

$$C_{ri} = (\sigma_{ri} - 0,85 \cdot f'_c) A_{ri} \dots\dots\dots(11)$$

$$T_{ri} = \sigma_{ri} \cdot A_{ri} \dots\dots\dots(12)$$

Periksa keseimbangan kekuatan

$$\sum C = \sum T$$

Jika nilainya tidak seimbang atau $\sum C \neq \sum T$ maka nilai c (garis netral) diasumsikan dan dihitung kembali nilai gaya C (tekan) dan T (tarik) hingga mencapai keseimbangan

e. Menghitung momen nominal (Naaman, 2000 : 140)

$$M_n = \sum(C_{ri} \text{ or } T_{ri}) \left(d_i - \frac{\beta_1 c}{2} \right) \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan

A_{ri} = Luas tulangan pada lapisan i (mm^2)

d_w = diameter *wiremesh* (mm)

c = garis netral (mm)

ϵ_{mu} = regangan ultimit mortar tekan (diasumsikan 0,003 untuk mortar dan beton)

ϵ_{ri} = regangan tulangan *wiremesh* pada lapisan i

ϵ_{ry} = regangan leleh nominal tulangan *wiremesh*

E_r = modulus elastisitas *wiremesh* (MPa)

σ_{ry} = tegangan luluh dari tulangan *wiremesh* (MPa)

σ_{ri} = tegangan luluh tulangan *wiremesh* pada lapisan i (MPa)

d_i = jarak dari serat tekan terluar ke titik tengah tulangan *wiremesh* pada lapisan i (mm)

f'_c = kuat tekan mortar (MPa)

b = lebar penampang benda uji (mm)

β_1 = faktor reduksi

C_c = gaya tekan pada blok tekan mortar (N)

C_{ri} = gaya tekan pada lapisan i (N)

T_{ri} = gaya tarik pada lapisan i (N)

M_n = momen nominal (Nmm)

Tabel 3.4 Nilai minimum tegangan luluh *wiremesh* (ACI 549)

		<i>Woven square wire mesh</i>	<i>Welded square wire mesh</i>	<i>Hexagonal wire mesh*</i>	<i>Expanded metal lath</i>	<i>Longitudinal bars</i>
Yield Strength σ_{ry}	MPa	450	450	310	310	414
	(ksi)	65	65	45	45	60
Effective Modulus E_r	$(E_r)_L$, GPa	138	200	104	138	200
	(10^3 ksi)	(20)	(29)	(15)	(20)	(29)
E_r	$(E_r)_T$, GPa	165	200	69	69	--
	(10^3 ksi)	(24)	(29)	(10)	(10)	--

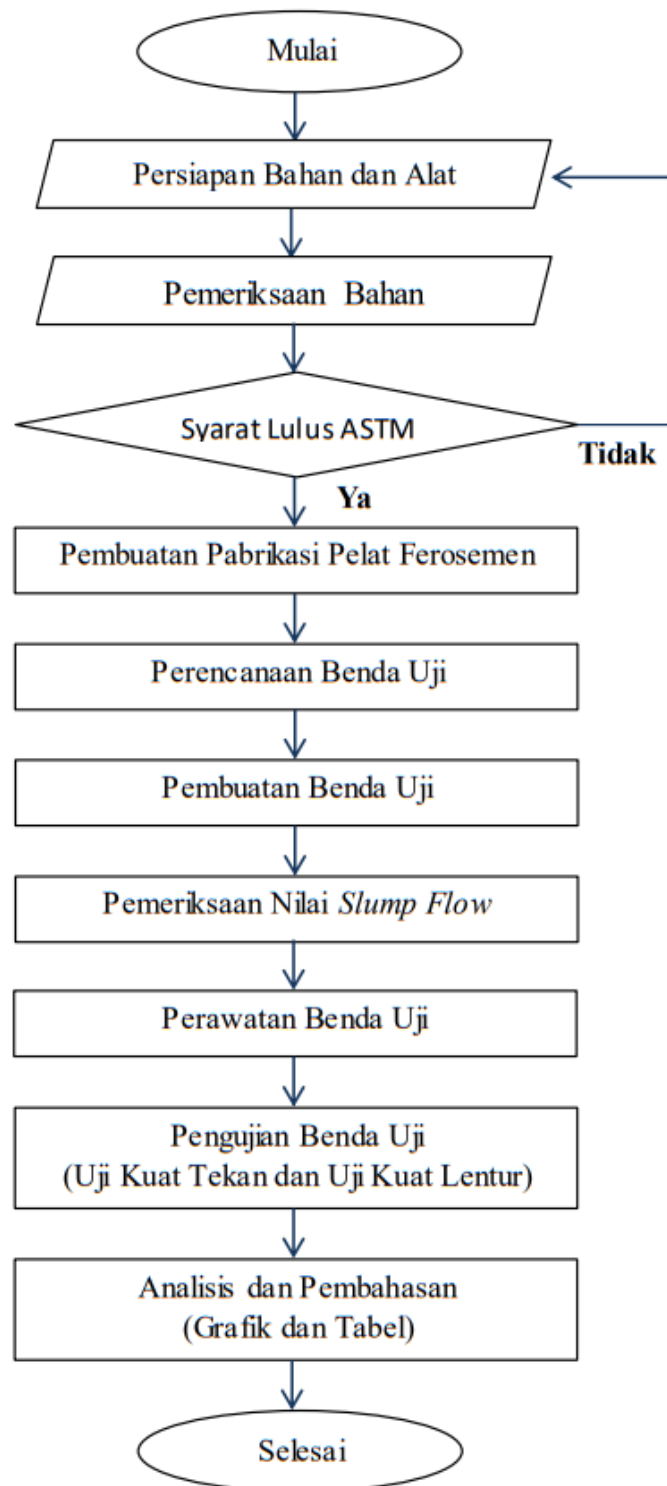
Sumber : ACI 549, 1999.

8. Analisis Hasil

Analisis hasil dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Menghitung kuat tekan mortar dan disajikan dalam tabel.
- Menghitung kuat lentur balok mortar dan pelat ferosemen yang kemudian disajikan dalam table.
- Dari hasil pengujian kuat tekan dibuat grafik hubungan antara pengaruh variasi serat *polypropylene* dan *superplasticizer* terhadap kuat tekan, kemudian menganalisanya.
- Dari hasil pengujian kuat lentur balok mortar dibuat grafik hubungan antara pengaruh variasi serat *polypropylene* dan *superplasticizer* terhadap kuat lentur, kemudian menganalisanya.
- Dari hasil pengujian kuat lentur pelat ferosemen berupa beban maksimum dibuat grafik hubungan antara pengaruh serat *polypropylene* dan jumlah lapisan *wiremesh* terhadap nilai beban maksimumnya pada kadar *superplasticizer* 1,8 % dan 2% kemudian beban maksimum eksperimen dibandingkan dengan beban maksimum teoritis lalu menganalisanya.
- Setelah dilakukan analisa, maka akan didapatkan hasil nilai optimum dari masing masing pengujian.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.33 Diagram Alir Penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Penambahan serat *polypropylene* sebanyak 0%, 0,04%, 0,06%, 0,08%, dan 0,1% dari volume benda uji pada penelitian ini dapat menurunkan nilai *slump flow* campuran mortar, jadi semakin tinggi variasi serat *polypropylene* maka semakin menurun juga *workability* campuran mortar, akan tetapi penggunaan *superplasticizer* sebanyak 2% masih memenuhi syarat EFNARC 2002.
2. Penambahan serat *polypropylene* dapat meningkatkan nilai kuat tekan mortar pada batasan tertentu, hal ini dibuktikan pada penambahan serat *polypropylene* sebanyak 0,04% meningkatkan nilai kuat tekan mortar sebesar 35,32 MPa atau meningkat 14% dari mortar tanpa serat. Dan setelah itu nilai kuat tekannya menurun pada variasi serat *polypropylene* 0,06%, 0,08%, dan 0,1%. Sedangkan pada kuat lentur, penambahan serat *polypropylene* dapat meningkatkan kuat lentur mortar, hal ini dibuktikan dengan seiring penambahan variasi serat *polypropylene* maka kuat lentur mortar menjadi semakin meningkat hingga peningkatan maksimum terjadi pada variasi serat *polypropylene* 0,1% sebesar 11,72 MPa atau meningkat 26% dari mortar tanpa serat.
3. Penambahan serat *polypropylene* dapat meningkatkan beban maksimum pelat ferosemen, peningkatan kuat lentur dapat terjadi seiring dengan penambahan serat *polypropylene* dengan peningkatan maksimum terjadi pada variasi 0,1% pada pelat ferosemen dengan 2 lapis dan 4 lapis *wiremesh*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang data digunakan untuk mengembangkan penelitian ini, yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian dengan penambahan jumlah variasi serat *polypropylene* berbeda untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kuat tekan dan kuat lentur mortar SCM.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan komposisi semen dan agregat halus terhadap kuat tekan dan kuat lentur mortar SCM.
3. Pada proses pembuatan benda uji harus dilakukan dengan teliti dan cermat agar menghasilkan campuran mortar yang sesuai rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 544. (1982). *State of the art report on fiber reinforced concrete - Report : ACI 544 IR-82*. Farmington Hills : American Concrete Institute.
- ACI Committee 549. (1999). *Guide for the design, construction, and repair of ferrocement – Report : ACI 549.1R-93*. Farmington Hills : American Concrete Institute.
- Basuki, K. H. (2016). *Struktur Alternatif Dalam Arsitektur Dengan Menggunakan Teknologi Ferosemen*. 47-55.
- BS EN 196-1:2005. (2005). *Methods Of Testing Cement. Part 1: Determination of Strength, BS EN 169-(1)*, 36.
- Djausal, A. (2004). *Pengantar Ferosemen*. Bandar Lampung : Pusat Pengembangan Ferosemen Indonesia.
- Deepa, S. S., Thenmozhi, S. (2012). *An Experimental Investigation On The Flexural Behavior Of Scc Ferrocement Slabs Incorporating Fibers. International Journal Of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 4(05), 2146–2158.
- EFNARC. (2002), *Specification & Guidelines For Self Compacting Concrete*. Norfolk, UK: European Federasion for specialist Construction Chemicals andConcrete Systems.

- EFNARC. (2005). *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use*. Norfolk, UK: European Federation for specialist Construction Chemicals and Concrete Systems.
- Hasan, H., Tatong, B., Tole, J. (2013). Pengaruh penambahan *polypropylene fiber mesh* terhadap sifat mekanis beton. *Mektek*, (1), 1-19.
- Kartini, W. (2007). Penggunaan serat polypropylene untuk meningkatkan kuat tarik belah beton. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, 4(1).
- Khairizal, Y., Kurniawandy, A., Kamaldi, A. (2015). *Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal*. *Jom FTEKNIK*, 2(2), 1-11.
- Magma, P. A., Satyarno, I., Siswanto, M. F. (2017). *Perancangan Flow Mortar Untuk Pembuatan Self Compacting Concrete (SCC) Dengan FAS 0,3*. 4–12.
- Naaman, A. E. (2000). *Ferrocement and laminated cementitious composites*. Michigan: Techno Press 3000.
- Noorhidana, V. A., Irianti, L., Junaedi, T. (2021). Mechanical properties improvement of self compacting concrete (scc) using polypropylene fiber, *Journal of Engineering and Scientific Research (JESR)*, 3(1), 41-46.
- Remigildus, C. (2010). *Kajian Sifat Mekanikal Dan Komposisi Elemen Batang Profil L Berbahan Ferrocement Sebagai Material Alternatif Pengganti Kayu Dan Baja*. 120–131.
- SNI 03-6825-2002. (2002). *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*. Bandung: Badan Standardisasi Indonesia.

SNI 4154:2014. (2014). *Metode uji kekuatan lentur beton (menggunakan balok sederhana dengan beban terpusat di tengah bentang)*. Badan Standarisasi Nasional.

SNI 4431:2011. (2011). *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan*. Badan Standar Nasional.

Sudhikumar, G. S., Prakash, K. B., Rao, M. V. S. (2014). *Effect of Aspect Ratio of Fibers on the Strength Characteristics of Slurry Infiltrated Fibrous Ferrocement*. 3(2), 145–156.

Sumanto. (2012). Analisis hubungan persentase tulangan terhadap variasi tebal elemen lentur ferosemen. *UIB Repository*.

Zakaria, T. F. (2017). Pengaruh pengurangan air serta penambahan admixture AM 78 dan serbuk limbah kaca terhadap kuat tekan pada beton mutu tinggi. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

Tuaum, A., Shitote, S., Oyawa, W. (2018). Experimental study of self-compacting mortar incorporating recycled glass aggregate. *Buildings*, 8(2), 1–18.

Usman, F., Shahrudin, S., Ghani, M. F. (2014). *Effect Of Polypropylene Fiber On The Flexural Strength Of Ferrocement*. *Applied Mechanics and Materials*, 554,199-202.

Zulfikri, Fajri, Amiruddin, I. P. (2021). Pengaruh penambahan micro polypropylene fiber (PPF) terhadap karakteristik mortar geopolimer. *Jurnal Sipil Sains Terapan*, 4(2), 71-77.