



**EFEK VARIASI SERAT *POLYPROPYLENE* TERHADAP HOMOGENITAS
CAMPURAN DINDING *SANDWICH STYROFOAM* (DSS)**

(Studi Analisis Dinding *Styrofoam* Menggunakan Lapis Kulit *Self Compacting Mortar*)

PROYEK AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik



Oleh:

**Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036**

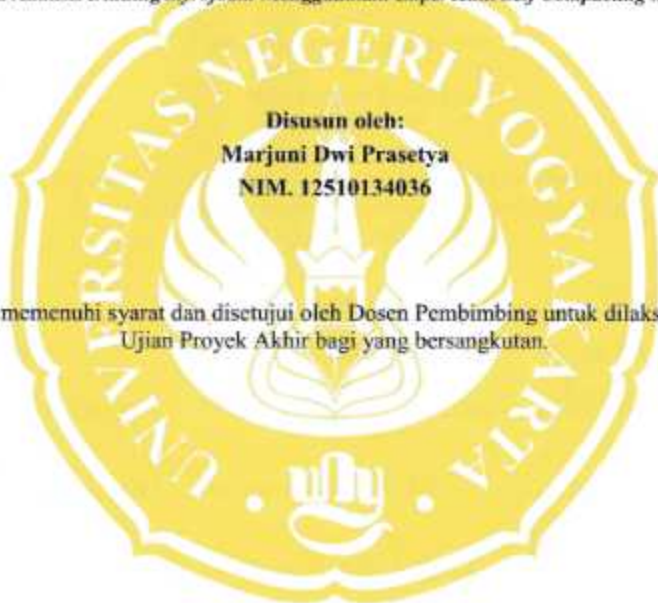
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

Proyek Akhir dengan Judul

**EFEK VARIASI SERAT *POLYPROPYLENE* TERHADAP HOMOGENITAS
CAMPURAN DINDING *SANDWICH STYROFOAM* (DSS)**

(Studi Analisis Dinding Styrofoam Menggunakan Lapis Kulit Self Compacting Mortar)



Disusun oleh:
Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Proyek Akhir bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, 25 Januari 2016

Dosen Pembimbing,

Faqih Ma'arif, S.Pd.T., M.Eng.
NIP. 19850407 201012 1 006

**HALAMAN PENGESAHAN
PROYEK AKHIR**



**EFEK VARIASI SERAT *POLYPROPYLENE* TERHADAP HOMOGENITAS
CAMPURAN DINDING *SANDWICH STYROFOAM* (DSS)
(Studi Analisis Dinding *Styrofoam* Menggunakan Lapis Kulist *Self Compacting Mortar*)**

Dipersiapkan dan disusun oleh:


**Marjuni Dwi Prasetya
12510134036**

Telah Dipertahankan di depan Tim Penguji Proyek Akhir Jurusan Pendidikan
Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Negeri Yogyakarta
Pada Tanggal 18 Februari 2016

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Jabatan	Nama Lengkap	Tanda Tangan
1. Ketua Penguji	Faqih Ma'arif, S.Pd.T., M.Eng.	
2. Penguji Utama I	Drs. Agus Santoso, M.Pd.	
3. Penguji Utama II	Dr. Slamet Widodo, S.T., M.T	

Yogyakarta, Maret 2016
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta


Dr. Moch. Bruri Trivono, M.Pd.
NIP. 19560216 198603 1 003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Marjuni Dwi Prasetya
NIM : 12510134036
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Efek Variasi Serat *Polypropylene* Terhadap
Homogenitas Campuran Dinding
Sandwich Styrofoam (DSS)

Menyatakan bahwa dalam proyek akhir ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di sebuah Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 25 Januari 2016

Yang menyatakan,



Marijuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036

Proyek akhir ini di bawah penelitian tema payung dosen atas nama Drs. Agus Santoso, M.Pd., Dr. Slamet Widodo, M.T., dan Faqih Ma'arif, S.Pd.T., M.Eng di Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Motto

“Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua.”

(Aristoteles)

“Kebanyakan dari kita tidak mensyukuri apa yang sudah kita miliki, tetapi kita selalu menyesali apa yang belum kita capai.”

(Schopenhauer)

“Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh.”

(Confusius)

“Masa depan yang bisa menentukan adalah dirimu sendiri, kemana langkah yang akan dituju hingga tercapai bukan lagi sebuah impian tapi kenyataan yang akan kamu terima”

LAPORAN PROYEK AKHIR INI SAYA PERSEMBAHKAN TERUNTUK

Kedua orang tua saya

Yang telah membiayai, memberi motivasi dan mendidik dengan penuh kasih sayang, serta selalu mendoakan dan mengarahkan saya pada kebaikan dan kebenaran

Kakak dan adik saya

Yang selalu memberikan semangat dan motivasi serta segala nasihat yang bermanfaat untuk mencapai sebuah kesuksesan

Sahabat serta kekasihku

Yang telah memberi banyak hal secara fisik maupun moril serta selalu ada pada saat susah maupun senang dan selalu memberi motivasi dan tuntunan.

Teman-Teman Seperjuangan Kelas C3 dan teman-teman satu angkatan 2012

Yang telah membantu banyak hal secara fisik maupun secara moril dan berbagi ilmu selama menjalani masa kuliah

**EFEK VARIASI SERAT POLYPROPYLENE TERHADAP HOMOGENITAS
CAMPURAN DINDING SANDWICH STYROFOAM (DSS)
(Studi Analisis Dinding Styrofoam Menggunakan Lapis Kulit Self Compacting Mortar)**

Marjuni Dwi Prasetya
12510134036

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh *styrofoam* pada data kecepatan perambatan gelombang ultrasonik pada Dinding *Sandwich Styrofoam* (DSS) dengan penambahan serat *polypropylene* guna mengetahui normalitas data kecepatan perambatan serta hubungan antara kedua material *homogen* dan pengaruh serat terhadap kecepatan perambatan gelombang.

Variasi serat *polypropylene* dengan variasi ketebalan *core* 70mm, 80mm, dan 90mm serta ketebalan lapis kulit 25mm, 20mm, dan 15mm dalam adukan SCM diberikan dalam 2 variasi serat yaitu 0kg/m³ dan 1kg/m³ dengan penambahan *sikament NN* 1,2% dari berat semen. Dalam penelitian ini, terdapat 12 benda uji yang digunakan untuk pengujian UPV. Benda uji yang digunakan ialah panel dinding dimensi 600mm x 400mm x 120mm. Pengujian ini menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) dengan metode *direct*. Serta penambahan kawat *wiremesh* diletakkan pada kedua sisi *core* dinding *styrofoam*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Dari data hasil kecepatan perambatan gelombang ultrasonik dengan menggunakan UPV metode *direct*, diperoleh normalitas *Asymp Sig* (2-tailed) > ($\alpha > 0,05$) dengan *core* 70mm; 80mm; dan 90 dengan tambahan serat *polypropylene* 0kg/m³ dan 1 kg/m³ berturut-turut 0,142; 0,051; 0,079; 0,200; 0,087; dan 0,069 yang berarti bahwa data tersebut berdistribusi normal. Homogenitas dinding *sandwich Styrofoam* ditinjau berdasarkan kecepatan perambatan gelombang ultrasonik diperoleh hasil analisis standar deviasi 0,0448 pada taraf signifikansi 0,05 yang menyatakan bahwa dinding *sandwich styrofoam* adalah *homogen*. Besarnya nilai *Sig* (2-tailed) pada uji *Independet sample t-test* 0,000 < 0,005, maka artinya bahwa penambahan serat *polypropylene* sangat berpengaruh terhadap kecepatan perambatan gelombang ultrasonik.

Kata kunci: Dinding *Sandwich Styrofoam* (DSS), *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV), *Homogeneity*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang senantiasa memberikan syafaat bagi umatnya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini .

Selama proses mengerjakan Proyek Akhir ini banyak pihak yang telah membantu dengan ikhlas. Sehingga pada kesempatan ini tak lupa penyusun mengucapkan terima kasih, atas segala bantuan dan dukungan baik moral maupun spiritual kepada:

1. Ayah Marsup, Amd.R.O. dan Ibu Dawimah, S.H., sebagai orang tua terimakasih atas doa, motivasi semangat hidup ini, yang selalu memberikan motivasi moril maupun materil.
2. Ibu Podiati sebagai ibu kandung, terima kasih semangat doa dan motivasi serta dukungan moril maupun materil.
3. Fajar Wahyu Santoso, S.Kom., saudaraku terimakasih atas motivasi dan semangat.
4. Bapak Faqih Ma'arif, S.Pd.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing Proyek Akhir yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan Proyek Akhir dan telah dilibatkan dalam penelitian ini.
5. Bapak Drs. Agus Santoso, M.Pd., selaku penguji I dalam sidang Proyek Akhir serta Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

6. Bapak Dr. Slamet Widodo, S.T., M.T., selaku penguji II dalam sidang Proyek Akhir.
7. Bapak Dr. Bambang Sugestiyadi, M. T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Bapak Drs. Darmono M.T., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
9. Bapak Dr. Mochamad Bruri Triyono, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
10. Bapak Sudarman, S.T. selaku teknisi Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Terimakasih atas segala bantuan dan bimbingannya selama pembuatan dan pengujian benda uji.
11. Dian Tri Pintasari, Khairunnisa Pertiwi, Helfian Adhe, Permana Fian, Sovia Fitri, Nuryana, Noor Puji, Dicky Aprileon, dan Pramantana selaku teman-teman satu tim dalam penelitian. Serta Yogo Edi, Rudi Susanto, Sarah Fernandia, Novia, Anton Wijaya, dan Arif Sahar, selaku tim *rigid pavement* yang sudah ikut membantu. Terimakasih atas kerjasamanya selama ini
12. Teman-teman seperjuangan kelas C3 2012 Najib, Listian, Sebastian, Ichsan, Fauzan, Maul, Retyan, Aldian, Arif Purnomo, Dina, Lisa serta teman-teman kelas C 2012 terimakasih atas kesempatan bertemu dan petualangan bersama selama ini semoga tetap terkenang dan dipertemukan disuasana yang sama suatu saat nanti.
13. Dewi Arimurti terimakasih telah bersedia berkutat dalam menyemangati hariku membuat tugas akhir ini.

14. Galih Basroni, Aziz, Andoga, Alam, Vitra, Nurul, dan keluarga besar kost bersama terimakasih atas doa, motivasi dan kekebersamaan sampai saat ini.
15. Kepada pihak-pihak yang terkait yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan moral maupun material.

Penyusun sadar bahwa dalam penulisan Proyek Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Proyek Akhir ini. Akhirnya, semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan kita semua. Amin.

Yogyakarta, 25 Januari 2016

Penyusun



Marjuni Dwi Prasetya

NIM. 12510134036

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan	7
F. Manfaat penelitian	7
BAB II. KAJIAN TEORI	8

A. Beton	8
B. Beton Ringan	11
C. Beton Serat	14
D. Mortar.....	16
E. Material Penyusun Beton Ringan	22
1. Agregat Halus	22
2. Semen	27
3. Air	30
4. <i>Styrofoam</i>	31
5. Kawat Kassa	32
6. Bahan Aditif	32
F. Dinding <i>Styrofoam</i>	34
1. <i>Core</i>	35
2. <i>Self Compacting Mortar</i> (SCM)	36
3. Kawat Kassa (<i>wiremesh</i>)	36
G. Jenis-jenis Gelombang	38
1. Gelombang geser	38
2. Gelombang kompresi.....	38
3. Gelombang permukaan.....	39
4. Gelombang love	40
H. <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> (UPV)	41
I. Akurasi Ketelitian	45
J. Klasifikasi Dinding	46

K. <i>Statisticak Package For Social Sciences</i>	47
L. Penelitian yang Relevan.....	49
M. Konsep dan Aplikasi	50
BAB III. METODE PENELITIAN	51
A. Metode Proyek Akhir	51
B. Variabel Penelitian	51
1. Variabel Bebas	51
2. Variabel Terikat	52
3. Variabel Kontrol.....	52
C. Bahan	53
1. Semen	53
2. Agregat halus	54
3. Air	55
4. <i>Styrofoam</i>	56
5. <i>Polypropylene</i>	56
6. Kawat kasa	58
7. Kawat Bendrad	58
8. Bahan Tambah	59
9. Oli	59
10. NaOH	60
D. Alat	60
1. Ayakan Pasir	61
2. Timbangan	61

3. Gelas ukur	62
4. Oven	63
5. Jangka sorong	64
6. Cat tembok	64
7. Meteran dan penggaris	64
8. Alat tulis	65
9. Kerucut abrams	65
10. Mixer beton	66
11. Bak pengaduk	67
12. Bekisting dinding <i>Styrofoam</i>	67
13. Plat baja	68
14. Karung goni	68
15. Skrap	69
16. Selang	69
17. <i>Hopper</i>	70
18. <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	70
E. Prosedur Penelitian	71
1. Tahap 1 Persiapan alat dan benda uji	73
2. Tahap 2 Pembuatan benda uji	74
3. Tahap 3 perawatan benda uji	79
4. Tahap 4 pengujian benda uji	80
5. Tahap 5 analisis data	81
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	82

A. Hasil Pengujian	82
1. Pengujian Agregat Halus.....	83
2. Proporsi Campuran (<i>Mix Design</i>)	83
3. Sifat Mekanik Dinding <i>Styrofoam</i>	93
4. Hasil Pengujian Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik Dinding <i>Styrofoam</i>	95
B. Pembahasan	100
1. Uji Karakteristik Agregat.....	100
2. Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik	105
3. Uji Normalitas metode <i>direct</i> DSS	110
4. Uji Homogenitas terhadap DSS	121
5. Uji T-test terhadap DSS	127
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	132
A. kesimpulan	132
B. Saran	133
DAFTAR PUSTAKA	134
LAMPIRAN	138

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Persyaratan proporsi	19
Tabel 2. Persyaratan spesifikasi sifat mortar	21
Tabel 3. Petunjuk pemilihan semen <i>masonry</i>	21
Tabel 4. Pengaruh sifat agregat pada sifat beton.....	24
Tabel 5. Batas-batas gradasi agregat halus	26
Tabel 6. Hubungan kecepatan gelombang dengan kualitas beton	45
Tabel 7. Pengujian agregat halus	83
Tabel 8. Modulus kehalusan butir.....	83
Tabel 9. Kebutuhan material tiap m ³	85
Tabel 10. Volume core dinding <i>styrofoam</i>	86
Tabel 11. Kebutuhan material total 4 <i>core</i> tebal 90mm	86
Tabel 12. Kebutuhan material total 4 <i>core</i> tebal 80mm	87
Tabel 13. Kebutuhan material total 4 <i>core</i> tebal 70mm	87
Tabel 14. Kebutuhan material spesimen	87
Tabel 15. Perbandingan agregat	88
Tabel 16. Kebutuhan <i>self compacting mortar</i>	89
Tabel 17. Kebutuhan material 2 silinder SCM	90
Tabel 18. Volume 12 <i>self compacting mortar</i>	90
Tabel 19. Kebutuhan material 4 SCM panel dinding tebal 25mm	91
Tabel 20. Kebutuhan material 4 SCM panel dinding tebal 20mm	92
Tabel 21. Kebutuhan material 4 SCM panel dinding tebal 15mm	92
Tabel 22. Kebutuhan serat <i>polypropylene</i> total 4 SCM	

panel dinding tebal 25 mm	92
Tabel 23. Kebutuhan serat <i>polypropylene</i> total 4 SCM	
panel dinding tebal 20 mm	92
Tabel 24. Kebutuhan serat <i>polypropylene</i> total 4 SCM	
panel dinding tebal 15 mm	93
Tabel 25. Data mekanik dinding <i>styrofoam</i>	94
Tabel 26. Hasil pengujian kecepatan perambatan gelombang	
ultrasonik pada Dinding <i>styrofoam</i>	95
Tabel 27. Modulus kehalsan butir	100
Tabel 28. Hasil uji pasir alam	102
Tabel 29. Hasil uji berat jenis pasir SSD	102
Tabel 30. Pengujian kadar air pasir alam	103
Tabel 31. Pengujian kadar air pasir SSD	104
Tabel 32. Hasil pengujian UPV seluruh benda uji	106
Tabel 33. Pembacaan Kecepatan UPV dengan metode <i>direct</i> pada	
core 70 serat <i>polypropylene</i> 0kg/m ³ dan 1 kg/m ³	113
Tabel 34. Pembacaan Kecepatan UPV dengan metode <i>direct</i> pada	
core 80 serat <i>polypropylene</i> 0kg/m ³ dan 1 kg/m ³	114
Tabel 35. Pembacaan Kecepatan UPV dengan metode <i>direct</i> pada	
core 90 serat <i>polypropylene</i> 0kg/m ³ dan 1 kg/m ³	115
Tabel 36. Hasil kecepatan perambatan dengan distribusi normal	120
Tabel 37. <i>One sample kilmograv-smirnov</i>	121
Tabel 38. Analisis <i>deskriptive</i> kecepatan perambatan gelombang	

<i>ultrasonic</i> pada dinding <i>sandwich styrofoam</i>	122
Tabel 39. <i>Homogeneity of variance</i> kecepatan perambatan gelombang <i>ultrasonic</i> pada dinding <i>sandwich</i>	123
Tabel 40. <i>Analysis one way anova</i> kecepatan perambatan gelombang <i>ultrasonic</i> setiap nilai <i>variance</i> dinding <i>sandwich</i>	123
Tabel 41. <i>Homogenous subsect</i> kecepatan perambatan gelombang <i>ultrasonic</i> pada dinding <i>styrofoam</i>	124
Tabel 42. <i>Multiple comparison dependen</i> variable kecepatan gelombang <i>ultrasonic</i> pada dinding <i>Styrofoam</i>	125
Tabel 43. <i>Uji T-Test</i> DSS 70mm dengan serat <i>polypropylene</i> 0kg/m ³ dan 1 kg/m ³ metode direct	128
Tabel 42. <i>Uji T-Test</i> DSS 80mm dengan serat <i>polypropylene</i> 0kg/m ³ dan 1 kg/m ³ metode direct	129
Tabel 42. <i>Uji T-Test</i> DSS 90mm dengan serat <i>polypropylene</i> 0kg/m ³ dan 1 kg/m ³ metode direct	130

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peletakan <i>wiremesh</i> pada dinding <i>styrofoam</i>	37
Gambar 2. Gelombang <i>transversal</i>	38
Gambar 3. Gelombang <i>longitudinal</i>	39
Gambar 4. Gelombang <i>reyleigh</i>	40
Gambar 5. Gelombang <i>love</i>	40
Gambar 6. Langsung (<i>direct</i>)	42
Gambar 7. Semi langsung	43
Gambar 8. Tidak langsung	43
Gambar 9. Skema alat kerja UPV	44
Gambar 10. <i>Flowchart</i> hubungan variable	53
Gambar 11. PPC merek gresik	54
Gambar 12. pasir	55
Gambar 13. air	56
Gambar 14. <i>styrofoam</i>	56
Gambar 15. <i>Polypropylene</i> merek Sika	57
Gambar 16. <i>Polypropylene</i>	57
Gambar 17. Kawat kasa	58
Gambar 18. Kawat bendrat	58
Gambar 19. <i>Sikamen</i> NN	59
Gambar 20. Oli	60
Gambar 21. NaOH	60
Gambar 22. Ayakan	61

Gambar 23. Timbangan dengan kapasitas 310 gr	62
Gambar 24. Timbangan dengan kapasitas 10 kg	62
Gambar 25. Timbangan kapasitas 50 kg	62
Gambar 26. Gelas ukur	63
Gambar 27. Oven	63
Gambar 28. Jangka sorong	64
Gambar 29. Penggaris dan meteran	65
Gambar 30. Alat tulis	65
Gambar 31. Kerucut Abrams dan penumbuk pasir	66
Gambar 32. Kerucut Abrams pengujian <i>Slump</i>	66
Gambar 33. <i>Mixer</i> beton	67
Gambar 34. Bekisting dinding <i>styrofoam</i>	67
Gambar 35. Plat baja	68
Gambar 36. Karung goni	68
Gambar 37. Skrap	69
Gambar 38. Selang	69
Gambar 39. <i>Hooper</i>	70
Gambar 40. <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	70
Gambar 41. Diagram alir pelaksanaan penelitian	72
Gambar 42. Gambar persiapan bahan	73
Gambar 43. Metode pengujian <i>slump flow</i>	78
Gambar 44. Pencampuran material lapis kulit	78
Gambar 45. Material didalam bekisting	78

Gambar 46. Perawatan benda uji	79
Gambar 47. Setting pengujian dengan menggunakan metode <i>direct</i>	80
Gambar 48. Modulus kehalusan butir pasir progo	101
Gambar 49. Notasi pembacaan dan cara pengujian UPV	105
Gambar 50. UPV <i>direct</i> core 70mm serat <i>polypropylene</i> 0 kg/m ³	116
Gambar 51. UPV <i>direct</i> core 70mm serat <i>polypropylene</i> 1 kg/m ³	117
Gambar 52. UPV <i>direct</i> core 80mm serat <i>polypropylene</i> 0 kg/m ³	118
Gambar 53. UPV <i>direct</i> core 80mm serat <i>polypropylene</i> 1 kg/m ³	118
Gambar 54. UPV <i>direct</i> core 90mm serat <i>polypropylene</i> 0 kg/m ³	119
Gambar 55. UPV <i>direct</i> core 90mm serat <i>polypropylene</i> 1 kg/m ³	119
Gambar 56. Grafik Akurasi.....	132

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Laporan analisis Ayak Pasir (MKB)
- Lampiran 2. Laporan Pengujian Berat Jenis Pasir SSD
- Lampiran 3. Laporan Pengujian Berat Jenis Pasir Alami
- Lampiran 4. Laporan Pengujian Bobot Isi Pasir
- Lampiran 5. Laporan Pengujian Kadar Air Pasir Alami
- Lampiran 6. Laporan Pengujian Kadar Air Pasir SSD
- Lampiran 7. Laporan Pengujian Kadar Lumpur Pasir Alami
- Lampiran 8. Laporan Pengujian Kadar Lumpur Pasir SSD
- Lampiran 9. Laporan Pengujian Kadar Zat Organik
- Lampiran 10. Laporan *Mix Design Self Compacting Mortar*
- Lampiran 11. Laporan *Mix Design Core*
- Lampiran 10. Laporan Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* Metode *Direct*
dengan Dinding *Sandwich Styrofoam* ketebalan 70mm
- Lampiran 11. Laporan Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* Metode *Direct*
dengan Dinding *Sandwich Styrofoam* ketebalan 80mm
- Lampiran 12. Laporan Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* Metode *Direct*
dengan Dinding *Sandwich Styrofoam* ketebalan 90mm

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada umumnya bahan bangunan struktur gedung bertingkat menggunakan bahan dari campuran beton yang dicor di tempat, karena mempunyai keunggulan seperti mudah dibentuk, dalam metode pengecoran di tempat, bekisting (*formwork*) dan perancah (*shore*) disiapkan sepenuhnya di lapangan, pekerjaan dilanjutkan dengan pembesian, dan pengecoran beton. Perkerasan beton secara alamiah menuntut waktu tertentu sampai tiba saatnya untuk membongkar bekisting dan perancah.

Bekisting merupakan struktur sementara karena sampai batas waktu tertentu akan dibongkar, sedangkan struktur beton merupakan struktur permanen. Struktur-struktur sementara adalah sebagai alat penghubung antara desain dan pelaksanaan konstruksi. Struktur-struktur permanen tidak bisa dibangun tanpa struktur-struktur sementara. Suatu struktur bangunan terdiri dari berbagai macam material penyusun. Dinding sebagai salah satu pendukung struktur bangunan umumnya terbuat dari batu bata dan batako. Masa kini bata ringan telah banyak digunakan dalam pembangunan dengan pertimbangan biaya, berat jenis ringan, kemudahan, dan efisien waktu. Hal ini sudah digunakan pada proyek-proyek skala besar maupun kecil di Indonesia.

Beton serat ialah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Serat dalam beton itu berguna untuk mencegah

adanya retak-retak sehingga menjadikan beton serat lebih daktil dari pada beton biasa (Tjokrodinuljo, 2007).

Pada penelitian ini agregat kasar diganti dengan suatu limbah rumah tangga yaitu *styrofoam*. *Styrofoam* merupakan jenis *polystyrene* berbentuk gabus yang digunakan sebagai pelindung bungkus alat elektronik. Menggunakan limbah *styrofoam* diharapkan mampu dimanfaatkan dan dapat mengurangi dampak limbah *styrofoam* di lingkungan.

Sebagai penahan beban struktural pada dinding *styrofoam* ini digunakan perkuatan pada kedua sisinya dengan menggunakan kawat kasa/ *wiremesh*. *Global buckling* adalah salah satu tipe keruntuhan dari sebuah dinding yang diakibatkan adanya beban vertikal yang tidak sentris (Bruceking, 2003). Mengacu dari teori diatas, dinding yang mendapat beban vertikal tetapi tidak sentris akan menyebabkan salah satu sisi dari penampang dinding mengalami gaya tarik, seolah-olah dinding menerima gaya lentur dari salah satu sisinya. Sehingga dalam pengujian ini akan diuji homogenitas beton. Homogenitas beton terkait erat dengan proses pengolahan beton maka digunakan alat *Portable Ultrasonic Non-Destructive Indicating Tester (PUNDIT)* dengan perambatan gelombang.

Sebagai plesteran pada dinding *styrofoam* ini menggunakan *fiber reinforced* dengan metode *self compacting mortar (SCM)*. Jenis *fiber reinforced* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *polypropylene*, karena serat jenis ini mudah didapat dan harganya terjangkau. Berdasarkan ACI Commite 544 (1982), serat *polypropylene* telah terbukti dapat meningkatkan

dan memperbaiki sifat-sifat struktural beton, serat *polypropylene* dapat memperbaiki sifat-sifat beton antara lain: daktilitas yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi, ketahanan terhadap beban kejut, ketahanan terhadap keausan, dan ketahanan terhadap pengaruh susutan (*shrinkage*). Serta adanya serat dalam beton berguna untuk menambah ketahanan terhadap benturan (Tjokrodimuljo, 2007). Selain itu *fiber reinforced* dengan metode *self compacting mortar* (SCM) juga bisa digunakan untuk pekerjaan perbaikan struktur karena serat berfungsi untuk mencegah terjadinya retak-retak yang terlalu dini akibat panas hidrasi maupun karena beban. Kemampuan bahan untuk mendukung tegangan-tegangan internal (aksial, lentur dan geser) yang terjadi akan semakin besar dengan adanya pencegahan retak-retak yang terlalu dini.

Aplikasi beton serat jenis *self compacting mortar* pada penelitian ini akan menjadi lapis kulit pada dinding *styrofoam*. Homogenitas beton terkait erat dengan proses pengolahan beton . proses pembuatan beton dari pencampuran/pengadukan bahan- bahan beton, pengangkutan adukan beton, penuangan adukan beton, pemadatan adukan beton, perataan permukaan beton dan perawatan selama proses pengerjaan. Sifat – sifat penting yang harus diketahui saat beton segar adalah kelecakan, pemisahan kerikil, dan pemisah air (Tjokrodimuljo, 2007).

Penelitian ini menunjukkan bahwa UPVM dapat digunakan untuk mengetahui homogenitas material beton (Faqih, 2011). Dalam permasalahan umum ini yang timbul pada beton berserat adalah adanya ketidakhomogennya

suatu campuran yang salah satu penyebabnya dikarenakan *bleeding* ataupun mirip seperti *balling effect*

Pada penelitian ini menggunakan bahan utama ialah *styrofoam*. Dengan *styrofoam* yang diserut sehingga diharapkan akan merekat sempurna. *Styrofoam* sendiri memiliki sifat yang tidak dapat menyatu disaat pengadukan sehingga terdapat rongga-rongga atau pori-pori, maka dari hal tersebut diperlukan pengujian kehomogenitasan. Dalam pengujian ini menggunakan dimensi benda uji panjang 600mm x lebar 400mm x tinggi 120mm, dengan variasi ketebalan *styrofoam* dengan ketebalan 70mm, 80mm, dan 90mm lapisan kulit 25mm, 20mm, dan 15mm.

Homogenitas beton tersebut secara umum semakin banyak jumlah serat yang ditambahkan kedalam adukan beton, maka semakin menyatu semakin padat. Untuk mengetahui tingkat kelacakan maka diuji *slump flow*, semakin besar *slump flow* maka adukan semakin encer dan ini berarti semakin mudah dikerjakan. Dalam penelitian ini homogenitas akan diteliti pada adukan beton *Self Compacting Mortar* (SCM) dengan variasi serat *polypropylene* 0kg/m³, dan 1kg/m³ serta ketebalan mortar ialah 15 mm; 20 mm; dan 25 mm yang akan menjadi lapis kulit pada dinding *styrofoam* dengan variasi ketebalan core 70 mm, 80 mm, dan 90 mm, sehingga akan menjadi plat dengan ketebalan 120 mm. Dalam penelitian ini digunakan pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) dengan metode *direct* pada Dinding *Sandwich Styrofoam* (DSS) dalam 15 titik pembacaan di setiap permukaan benda uji.

Dalam pengolahan data digunakan *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) yaitu *software* yang berfungsi untuk menganalisis data dengan versi 22. Dengan aplikasi ini akan menjelaskan uji statistik yang akan mengalami penolakan atau non-penolakan hipotesis nol secara statistik dengan sample data yang telah dikumpulkan. Jadi hipotesis nol menggambarkan permasalahan dan informasi relevan yang terkandung didalam data yang digunakan untuk menguji secara statistik hipotesis nol.

Harapannya adalah perilaku dinding karena proses pencampuran beton yang kurang sempurna akibat pekerjaan di lapangan yang kurang terkontrol dapat dideteksi secara dini. Dengan penggunaan *Software* ini akan terlihat normalitas data kecepatan perambatan gelombang serta hubungan antara kedua material pada dinding *sandwich styrofoam* dan dengan *independent t-test* akan diketahui pengaruh serat terhadap kecepatan perambatan gelombang..

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat diidentifikasi suatu permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Belum diketahuinya homogenitas suatu campuran dinding *sandwich styrofoam*.
2. Belum diketahuinya Normalitas data hasil pengujian UPV dengan metode *direct*.
3. Belum diketahui kecepatan perambatan ultrasonik pada dinding *sandwich styrofoam* dengan mortar berserat dan tidak berserat.

4. Belum diketahui pengaruh serat *polypropylene* pada kecepatan perambatan gelombang ultrasonik.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, penelitian ini dibatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Metode yang dilakukan untuk mengukur perambatan gelombang adalah metode *direct* dengan jarak antara *transducer* ke *receiver* maksimal sebesar 300 mm.
2. Lapis kulit luar pada dinding *styrofoam* menggunakan mortar jenis *Self Compacting Mortar* (SCM).
3. Variasi serat *polypropylene* yang digunakan adalah 0 kg/m^3 dan 1 kg/m^3 .

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah hasil uji normalitas data kecepatan UPV dengan metode *direct*?
2. Bagaimanakah homogenitas dinding *sandwich styrofoam* (DSS) ditinjau berdasarkan kecepatan perambatan gelombang ultrasonik?
3. Bagaimanakah pengaruh serat *polypropylene* terhadap pengujian UPV?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sesuai/menjawab rumusan masalah adalah:

1. Mengetahui hasil uji normalitas data pada pengujian UPV dengan metode direct.
2. Mengetahui homogenitas dinding sandwich styrofoam (DSS) ditinjau berdasarkan kecepatan perambatan gelombang ultrasonik.
3. Mengetahui pengaruh serat *polypropylene* terhadap pengujian UPV.

F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk:

1. Manfaat teoritis

Memberikan pengetahuan baru untuk penelitian material bahan bangunan serta pengembangan materi pada mata kuliah Bahan Bangunan dan Praktikum Bahan Bangunan serta menambahkan ilmu pengetahuan teknik sipil untuk diaplikasikan di lapangan dengan metode baru.

2. Manfaat praktis

- a. Memperoleh parameter baru berdasarkan hasil pengujian laboratorium, sehingga dapat diperoleh kualitas mutu pekerjaan terpasang di lapangan serta mengetahui tentang homogenitas beton.
- b. Memperoleh parameter hasil pengujian di laboratorium dengan diperoleh ukuran diprediksi dengan varian serat dengan menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) metode direct.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Beton

Menurut Wuryati (2003) beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah atau jenis agregat lain) dengan semen yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Bahan-bahan yang dipilih adalah semen, air, dan agregat. Agregat dapat berupa kerikil, batu pecah, pasir, agregat ringan buatan atau bahan sejenis lainnya. Agregat, semen dan air dicampur dalam perbandingan komposisi yang telah diperhitungkan sampai campuran tersebut homogen dan bersifat plastis agar mudah dikerjakan.

Karena hidrasi semen, adukan tersebut akan mengeras/membatu, dan memiliki kekuatan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan. Dalam adukan air dan semen akan membentuk pasta yang disebut pasta semen. Pasta semen selain akan mengisi rongga-rongga agregat juga berfungsi sebagai pengikat dalam proses pengikatan sehingga butiran-butiran agregat akan terikat dalam proses pengerasan.

Penggunaan beton pada konstruksi bangunan banyak dipilih karena beton memiliki keuntungan, diantaranya, awet, tidak mudah terbakar api, kuat tekan yang tinggi, dan bentuknya bisa disesuaikan dengan kebutuhan yang

diinginkan. Namun beton juga memiliki kekurangan yaitu lemahnya menahan gaya kuat tarik yang dapat menimbulkan retak jika mendapat tegangan tarik. Beton merupakan bahan dari campuran antara *Portland cement*, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dengan tambahan adanya rongga-rongga udara. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Sutikno, 2003).

Menurut McCormac (2001), beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat-agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air yang membentuk suatu massa mirip batuan, serta kadang-kadang ditambahkan satu atau lebih bahan aditif untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan.

Nilai kuat tekan beton dengan kuat tariknya tidak berbanding lurus. Menurut perkiraan, nilai kuat tarik beton berkisar antara 9%-15% kuat tekannya. Kecilnya kuat tarik beton merupakan salah satu kelemahan beton normal (Mulyono, 2003). Untuk mengatasi kelemahan beton tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan tulangan. Sehingga dapat menambah kuat tarik pada beton.

Setelah rancangan campuran (*mix design*) dibuat, disarankan untuk menguji agregat yang digunakan dan membuat benda uji beton dengan campuran yang telah dirancang, agar beton yang dihasilkan sesuai dengan rancangan. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu beton menurut Wuryati

dan Candra (2001), meliputi:

1. Mutu bahan batuan
2. Jenis/ mutu semen
3. Faktor air semen
4. Gradasi/ susunan butir bahan batuan
5. Pelaksanaan pembuatan beton
6. Curing (pematangan) beton, yaitu perawatan beton untuk dapat mencapai kekuatan yang diinginkan

Beton memiliki sifat getas, sehingga kuat tekan yang dimiliki beton tinggi namun kuat tariknya rendah. Pada dasarnya kuat tekan beton tergantung pada 3 hal, yaitu: kekuatan pasta (air dan semen), daya rekat antara pasta dan permukaan butir-butir agregat, dan kuat tekan agregat (Tjokrodimuljo, 2007). Menurut Tjokrodimuljo (2007), beton memiliki kelebihan dibandingkan dengan bahan bangunan lain, antara lain:

1. Harganya relatif murah karena bahan-bahan dasar tersedia di dekat lokasi pembangunan, kecuali semen.
2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan api, dan tahan pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan.
3. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi.
4. Beton segar dengan mudah diangkut, dicetak dan dibentuk sesuai keinginan.

Menurut Nugraha dan Antoni (2007), selain memiliki kelebihan, beton juga memiliki kekurangan, kekurangan beton antara lain:

1. Berat sendiri beton yang sangat besar yaitu sekitar 2400 kg/m^3 .

2. Kuat tariknya rendah.
3. Beton cenderung untuk retak karena semennya hidraulis.
4. Kualitasnya sangat tergantung cara pelaksanaan di lapangan.
5. Struktur beton konvensional sulit dipindahkan dan tidak ekonomis

Kelebihan dan kekurangan dari beton tersebut ditentukan oleh sifat material pembentuknya, perbandingan campuran, dan cara pelaksanaan pekerjaan. Berdasarkan berat satuannya beton dapat dibedakan atas beton normal dan beton ringan. Dikarenakan berat sendiri beton sangat besar maka saat ini telah muncul ide untuk memperkecil berat jenis dari beton sendiri dengan cara mengganti material agregat kasar dengan material lain yang berat jenisnya lebih ringan sehingga elemen ini disebut dengan beton ringan.

Berdasar berat satuan (SNI 03-2847-2002)

1. Beton ringan : berat satuan $\leq 1.900 \text{ kg/m}^3$
2. Beton normal : berat satuan $2.200 \text{ kg/m}^3 - 2.500 \text{ kg/m}^3$
3. Beton berat : berat satuan $> 2.500 \text{ kg/m}^3$

Berdasarkan kuat tekan (SNI 03-6468-2000, ACI 318, ACI 363R-92)
dari benda uji silinder (dia. 15 cm, tinggi 30 cm)

1. Beton mutu rendah (low strength concrete) : $f_c' < 20 \text{ MPa}$
2. Beton mutu sedang (medium strength concrete) : $f_c' = 21 \text{ MPa} - 40 \text{ MPa}$
3. Beton mutu tinggi (high strength concrete) : $f_c' \geq 41 \text{ MPa}$

B. Beton Ringan

Beton ringan merupakan beton yang didalamnya terdapat rongga-rongga udara yang terjebak, sehingga membuat beton memiliki berat yang ringan.

Beton ringan mempunyai berat kurang dari 1800 kg/m^3 , sedangkan beton normal memiliki berat 2400 kg/m^3 . Oleh sebab itu untuk mengurangi beban mati suatu struktur beton atau mengurangi sifat penghantaran panasnya maka telah banyak dipakai beton ringan menurut Tjokrodinuljo (2007).

Pada penelitian ini beton ringan dibuat dengan bahan dasar *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar. Penggunaan *styrofoam* dalam beton ringan dipilih karena material ini merupakan isolator ringan, rigid, dan terbuat dari plastik, selain itu penggunaan *styrofoam* dalam campuran beton dapat dianggap sebagai rongga udara yang terjebak. Jika dibentuk granular *styrofoam* atau *expanded polystyrene* berat satuannya menjadi sangat kecil yaitu berkisar antara 13 kg/m^3 sampai 16 kg/m^3 menurut Giri, dkk. (2008).

Beton ringan dengan campuran *styrofoam* memiliki berat sekitar 718 kg/m^3 , sedangkan batu bata memiliki berat 1700 kg/m^3 dan batako dengan berat sebesar 2200 kg/m^3 . Dari ketiga bahan material konstruksi tersebut beton ringan dengan pengganti agregat kasar berupa *styrofoam* beratnya jauh lebih ringan dibanding dengan batu bata dan batako. Keuntungan lain penggunaan *styrofoam* pada beton ringan yaitu mempunyai kekuatan tarik. Dengan demikian selain akan membuat beton lebih ringan, dapat juga bekerja sebagai serat yang meningkatkan kemampuan kekuatan dan khususnya daktilitas beton ringan (Tiurma, 2009). Penggunaan *styrofoam* dalam beton jumlahnya dapat diatur dengan cara mengontrol jumlah campuran beton agar mendapatkan kerapatan atau berat jenis beton yang optimal.

Semakin banyak *styrofoam* yang digunakan dalam beton maka akan menghasilkan beton ringan dengan berat jenis yang kecil. Namun kuat tekan beton ringan tentunya akan lebih rendah. Untuk mengatasi hal tersebut pemakaian *styrofoam* dalam campuran beton harus disesuaikan dengan kegunaannya seperti untuk struktur, sebagai struktur ringan atau hanya untuk dinding pemisah yang secara umum disebut *non* struktur (Satyarno, 2004).

Beton *styrofoam* ringan memiliki berbagai keunggulan dan keuntungan secara umum dibandingkan dengan bahan dinding yang biasa dipakai yaitu batu bata, menurut Tiurma (2009) diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Lebih mudah dalam hal pengangkutan dan pemasangan.
2. Proses pemasangan dinding akan lebih cepat, dikarenakan berat beton yang ringan. Sehingga dapat dilakukan efisiensi waktu pengerjaan.
3. Selain proses pemasangan yang cepat beton ringan juga dapat menghemat biaya struktur pemikul beban seperti fondasi, kolom, serta balok.
4. Sangat sesuai untuk perumahan di daerah tanah lunak, daerah rawan gempa, dan bangunan tinggi.
5. Sifatnya yang lebih daktail karena *styrofoam* adalah bahan yang *compressible* dan mempunyai kuat tarik.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Giri, dkk (2008) dengan komposisi campuran 1:2:3 (semen : pasir : batu pecah) menunjukkan pada penambahan *styrofoam* ke dalam campuran beton sebanyak 40% terhadap volume campuran didapat berat satuan beton sebesar 1838,267 kg/m³ kurang dari 1900 kg/m³. Sedangkan beton normal dengan agregat kasar berupa

kerikil berat jenisnya sekitar 2400 kg/m^3 . Walaupun beton ringan memiliki daya tahan yang kuat dan kuat tekan yang relatif rendah, maka material beton ringan ini hanya digunakan sebagai bagian non struktur, seperti bata beton atau panel dinding (Ayu, 2012).

C. Beton Serat

Beton serat dapat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari semen portland atau bahan pengikat hidrolis lainnya yang ditambah dengan serat. Penambahan serat pada beton normal dapat meningkatkan kapasitas beban maksimal. Beton berserat mempunyai energi yang lebih besar dibandingkan dengan beton normal sebelum hancur. Peningkatan volume serat dapat meningkatkan kapasitas energi, pengurangan retak plastis pada umur awal, mengontrol retak, serta mengurangi *spalling* ketika beton sudah retak (Nugraha dan Antoni, 2007). Peningkatan penyerapan energi ini hanya terjadi pada batasan 0-0,7% volume fraksi. Apabila kandungan fraksinya dinaikkan menjadi lebih besar dari 0,7%, maka kenaikan energi yang terjadi tidak terlalu besar. Penambahan serat pada beton juga dapat meningkatkan daktilitas beton dari sifat yang getas menjadi lebih daktail (Agus dan Slamet, 2010).

Menurut Tjokrodinuljo (2007), maksud utama penambahan serat ke dalam beton yaitu:

1. Menambah kuat tarik beton.
2. Menambah daktilitas.

3. Menambah ketahanan terhadap retak, karena kuat tarik beton yang rendah berakibat beton mudah retak sehingga air lebih mudah ke dalam beton dan akan mengurangi keawetan beton.

Kekuatan beton bertulang-serat dengan beton bertulang tidak memakai serat tidak jauh berbeda. Namun beton dengan penambahan serat dapat mengalami peningkatan kekerasan yang substansial, dan mempunyai daya tahan yang lebih tinggi terhadap retak dan tumbukan. Penggunaan serat juga telah meningkatkan keserbagunaan beton dengan mengurangi kerapuhannya. Perlu diingat bahwa suatu tulangan hanya menyediakan pengutamaan pada arah tulangan saja, sedangkan serat yang disebar secara acak menyediakan kekuatan tambahan pada semua arah menurut McCormac (2001)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Amin (2012) dan Ayu (2012), menggunakan pasir Krasak sebagai agregat halusnya serta perbandingan campuran 1 PC : 5 PS : f.a.s 0,9 dan *sikamen NN* sebanyak 1,2% dari berat semen. Sehingga peneliti mencoba meneliti hal yang sama dengan variasi serat yang sama. Namun, agregat halus yang digunakan berasal dari sungai Progo, dan menggunakan perbandingan campuran 1 PC : 4 PS : f.a.s 0,9, dan *sikamen NN* sebanyak 1,2% dari berat semen. Jenis serat yang digunakan yaitu *polypropylene monofilament fiber* dengan variasi serat secara berturut-turut 0 kg/m³, 0,5 kg/m³, 1 kg/m³, dan 1,5 kg/m³. Sifat mekanik beton yang diperhitungkan dalam penelitian ini adalah kuat lentur.

Keuntungan penggunaan serat pada beton menurut Nugraha dan Antoni (2007), antara lain:

1. Meningkatkan beban kejut (*impact resistance*)
2. Ketahanan terhadap kelelahan
3. Ketahanan terhadap pengaruh susut
4. Meningkatkan kekuatan lentur (*flexural strenght*)
5. Meningkatkan keuatan geser beton fiber

Kebutuhan serat pada beton biasanya dihitung berdasarkan volume serat di dalam beton. Penggunaan serat yang terlalu banyak akan mengurangi kelecakan beton yang sangat drastis, pengerjaan pemadatan beton akan lebih sulit dan menimbulkan rongga udara yang banyak dalam beton, serta dapat juga mengakibatkan *balling*, yaitu serat akan saling berkaitan dan membentuk bola yang berongga sehingga dapat mengurangi kekuatan beton menurut Nugraha dan Antoni (2007). Pada penelitian ini digunakan serat *polypropylene* dengan merek dagang Sika.

D. Mortar

Mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air dengan komposisi tertentu (SNI 03-6825-2002). Bahan mortar dapat juga ditambahkan bahan tambah untuk mempercepat pengerasan atau tujuan yang lain

Mortar yang baik menurut Tjokrodimuljo (2007) memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Murah.
2. Tahan lama (awet).

3. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkut, dipasang, dan diratakan).
4. Merekat dengan baik dengan bata merah, beton, batu, dan sebagainya.
5. Cepat kering/ keras.
6. Tahan terhadap rembesan air.
7. Tidak timbul retak-retak setelah dipasang atau mengeras.

Menurut Tjokrodimuljo (2007), mortar dapat dibedakan menjadi 3 macam, antara lain:

1. Mortar lumpur yaitu mortar yang dibuat dari campuran air, tanah liat/ lumpur, dan agregat halus. Perbandingan campuran bahan-bahannya harus tepat agar memperoleh mortar yang baik. Terlalu sedikit agregat halus berarti terlalu banyak tanah liat, sehingga menghasilkan mortar yang cenderung retak-retak setelah mengeras karena susutan pengeringannya besar. Namun terlalu banyak agregat halus berarti terlalu sedikit tanah liat, sehingga menyebabkan adukan kurang plastis. Mortar jenis ini biasa digunakan sebahai bahan dinding tembok atau bahan tungku api di pedesaan.
2. Mortar kapur yaitu mortar yang dibuat dari campuran air, kapur, dan agregat halus (dulu ditambahkan serbuk bata merah sebagai pozzolan). Selama proses pengerasan kapur mengalami susutan, sehingga jumlah agregat halus umumnya dipakai 2 atau 3 kali volume kapur. Mortar jenis ini biasanya dipakai untuk perekat batu bata merah pada dinding tembok bata atau perekat antar batu pada pasangan batu.

3. Mortar semen yaitu mortar yang dibuat dari campuran air, semen portland, dan agregat halus. Mortar jenis ini kekuatannya lebih besar dibanding mortar lumpur atau mortar kapur. Biasa dipakai untuk tembok, pilar, kolom, bangunan atau bagian bangunan bawah tanah.
4. Mortar khusus yaitu dibuat dengan menambahkan bahan khusus dengan tujuan tertentu.
 - a. Mortar ringan yaitu mortar yang dibuat dengan menambahkan *asbestos fibers*, *jute fibres* (serat rami), butir-butir kayu, serbuk gergaji kayu, dan sebagainya. Mortar jenis ini baik untuk bahan isolasi panas atau peredam suara.
 - b. Mortar tahan api yaitu mortar yang diberi bahan tambah berupa bubuk bata-api dengan *aluminous cement*. Mortar ini biasa dipakai sebagai tungku api dan sebagainya.

Menurut SNI 03-6882-2002, mortar yang memenuhi ketentuan spesifikasi proporsi harus terdiri dari bahan bersifat semen, agregat, dan air, yang diklasifikasikan menjadi 4 tipe berdasarkan proporsi bahan (*proportion specifications*) dan sifat mortar (*property specifications*), yaitu: M, S, N, dan O, yang masing-masing tipe terdiri atas agregat halus (pasir), air, dan semen. Pencampuran dari material penyusun mortar harus memenuhi persyaratan spesifikasi proporsi bahan didasarkan pada volume pencampuran dari material penyusunnya yang dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Persyaratan Proporsi

Mortar	Tipe	Campuran dalam volume (bahan bersifat semen)				Rasio agregat (pengukuran kondisi lembab dan gembur)
		Semen Portland	Semen pasangan			
			M	S	N	
Semen pasangan	M	1	1	2,25-3 kali jumlah volume bersifat semen
	M	.....	1	.....	.....
	S	.....	.....	.....	1
	S	½	.....	1	.....
	N	.....	.....	.....	1
	O	.....	.....	.....	1

(Sumber: SNI 03-6882, 2002)

Keterangan tipe – tipe mortar adalah sebagai berikut:

1. Mortar tipe M adalah mortar yang mempunyai kekuatan 17,2 MPa menurut Tabel 2, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambahkan semen portland dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 1.
2. Mortar tipe S adalah mortar yang mempunyai kekuatan 12,5 MPa menurut Tabel 2, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe S atau kapur semen dengan menambahkan semen portland dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 1.
3. Mortar tipe N adalah mortar yang mempunyai kekuatan 5,2 MPa menurut Tabel 2, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan tipe N atau kapur semen dengan menambahkan semen portland dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 1.
4. Mortar tipe O adalah mortar yang mempunyai kekuatan 2,4 MPa menurut Tabel 2, yang dibuat dengan menggunakan semen pasangan

tipe N atau kapur semen dengan menambahkan semen portland dan kapur padam dengan komposisi menurut Tabel 1.

Keterangan Semen Pasangan:

1. Semen Pasangan tipe N adalah semen pasangan yang digunakan dalam pembuatan mortar tipe N menurut Tabel 1 tanpa penambahan lagi semen atau kapur padam, dan dapat digunakan untuk pembuatan mortar tipe S atau tipe M bila semen portland ditambahkan dengan komposisi menurut Tabel 1.
2. Semen pasangan tipe S adalah semen pasangan yang digunakan dalam pembuatan mortar tipe S tanpa penambahan lagi semen atau kapur padam, dan dapat digunakan untuk pembuatan mortar tipe S atau tipe M bila semen portland ditambahkan dengan komposisi menurut Tabel 1.
3. Semen pasangan tipe M adalah semen pasangan yang digunakan dalam pembuatan mortar tipe M tanpa penambahan lagi semen atau kapur padam.

Spesifikasi sifat mortar harus memenuhi persyaratan bahan-bahan dan hasil pengujian terhadap mortar yang disiapkan di laboratorium, dimana bahan tersebut terdiri dari suatu campuran bahan pengikat bersifat semen, agregat dan air yang telah memenuhi persyaratan mortar sesuai metode pengujian SNI 03-6882-2002.

Persyaratan spesifikasi sifat mortar harus memenuhi Tabel 2, yaitu:

Tabel 2. Persyaratan Spesifikasi Sifat Mortar

Mortar	Tipe	Kekuatan rata – rata 28 hari min. (MPa)	Retensi air Min (%)	Kadar udara maks (%)	Rasio agregat
Semen pasangan	M	17,2	75 c)	2,25-3,5 kali jumlah volume bersifat semen
	S	12,4	75	..... c)
	N	5,2	75	..... c)
	O	2,4	75	..... c)

(Sumber: SNI 03-6882, 2002)

Keterangan:

- Hanya untuk mortar yang dipersiapkan di laboratorium.
- Bila terdapat tulangan struktur dalam mortar semen pasangan, maka kadar udara maksimum harus 12%.
- Bila terdapat tulangan struktur dalam mortar semen pasangan, maka kadar udara maksimum harus 18 %.

Sementara SNI 15-3758-2004 membagi pemakaian mortar dalam beberapa jenis, mortar penelitian ini termasuk dalam mortar tipe N yang dapat digunakan sebagai dinding pemikul untuk beban bagian luar. Jenis-jenis mortar berdasarkan SNI 15-3758-2004 yang tertera pada Tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Petunjuk Pemilihan Semen *Masonry*

No	Lokasi	Jenis bangunan	Jenis Mortar		
			Disarankan	Pilihan	
1	Bangunan tidak terlindungi cuaca	- Bangunan atas	- Dinding penahan beban	S	M
			- Dinding tidak menahan beban	N	M atau S
			- Dinding sandaran	N	S
	- Bangunan	- Pondasi, penguat	S	M atau N	

No	Lokasi	Jenis bangunan	Jenis Mortar	
			Disarankan	Pilihan
	bawah	lubang, selokan, trotoar, teras		
2	Bangunan terlindung cuaca	- Dinding penahan beban - Partisi menahan beban - Partisi tidak menahan beban	S S N	M M S atau M

(Sumber: SNI 15-3758, 2004)

E. Material Penyusun Beton Ringan

Material dalam pembuatan beton ringan masih sama dengan material penyusun beton biasa, bedanya hanya pada penyusun beton ringan agregat kasar berupa kerikil diganti dengan material lain yang lebih ringan. Berdasarkan SNI 03-3449-2002 agregat ringan adalah agregat dengan berat isi kering oven gembur maksimum adalah 1100 kg/m^3 . Berat beton ringan kurang dari 1800 kg/m^3 (Tjokrodimuljo, 2007). Material penyusun beton ringan yaitu:

1. Agregat Halus

Menurut Tjokrodimuljo (2007), agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Walaupun hanya sebagai pengisi, tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya, hal tersebut dikarenakan agregat

menempati 70% volume mortar atau beton. Sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan mortar/ beton.

Agregat halus menurut Samekto dan Candra (2001) adalah agregat yang semua butirannya menembus ayakan dengan lubang 4,8 mm. Agregat halus dibedakan menjadi 3 macam, antara lain:

a. Pasir galian

Pasir galian dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah yang mana pada umumnya berbentuk tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.

b. Pasir sungai

Pasir sungai diperoleh langsung diperoleh dari sungai. Pasir ini biasanya berbentuk bulat dan berbutir halus, hal ini disebabkan karena terjadinya proses gesekan. Karena agregat ini bulat maka daya lekat antar butirnya pun agak berkurang.

c. Pasir laut

Pasir laut yaitu pasir yang diambil dari pantai. Pasir jenis ini mempunyai bentuk yang hampir sama dengan pasir sungai akan tetapi pasir jenis ini mengandung banyak garam, sehingga tidak dianjurkan untuk memakai pasir jenis ini dalam membuat bangunan.

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Progo. Berdasarkan jenis pasir yang disyaratkan oleh Samekto dan Candra

(2001) diatas, pasir progo termasuk ke dalam jenis pasir sungai karena diperoleh langsung dari sungai. Dikarenakan buturannya halus, maka baik untuk plesteran tembok.

Menurut Tjokrodinuljo (2007), agregat halus untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Kekerasan butirannya maksimal 2,2.
- b. Jika di uji dengan larutan garam *sodium sulfat* bagian yang hancur maksimal 12%, dan maksimum 18% jika diuji dengan garam *magnesium sulfat*.
- c. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lolos ayakan 0,06mm) lebih dari 5 persen.
- d. Tidak mengandung zat organis terlalu banyak, jika dilakukan pengujian warna dengan larutan 3% NaOH yang berarti warna cairan diatas endapan agregat halus tidak boleh lebih gelap daripada warna standar/ pembandingan,
- e. Modulus halus butir antara 1,5-3,8.
- f. Agregat halus dari laut/ pantai boleh digunakan dengan syarat diakui oleh lembaga pemeriksaan bahan-bahan.

Pengaruh kualitas agregat terhadap kualitas beton menurut Nugraha dan Antoni (2007), dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Pengaruh Sifat Agregat Pada Sifat Beton

Sifat Agregat	Pengaruh Pada	Sifat Beton
Bentuk, tekstur, gradasi	Beton cair	Kelecakan Pengikatan dan pengerasan

Sifat Agregat	Pengaruh Pada	Sifat Beton
Sifat fisik, sifat kimia, mineral	Beton keras	Kekuatan, kekerasan, ketahanan (<i>durability</i>)

(Sumber: Nugraha, dkk, 2007)

Mengingat agregat lebih murah daripada semen, maka akan lebih ekonomis bila agregat dimasukkan sebanyak mungkin selama secara teknis memungkinkan, dan kandungan semennya minimum. Meskipun dulu agregat dianggap sebagai material pasif, berperan sebagai pengisi saja, kini disadari adanya kontribusi positif agregat pada sifat beton, seperti stabilitas volume, ketahanan abrasi, dan ketahanan umum (*durability*) diakui. Bahkan beberapa sifat fisik beton secara langsung tergantung pada sifat agregat, seperti kepadatan, panas jenis, dan modulus elastisitas. (Nugraha dan Antoni, 2007)

Menurut Samekto dan Candra (2001), pasir yang digunakan untuk membuat mortar harus dalam keadaan SSD atau jenuh kering muka. Hal ini disebabkan karena air yang diserap oleh agregat akan tetap berada dalam agregat, dan air bebas akan bercampur dengan semen sebagai pembentuk pasta. Dengan kata lain pasir SSD adalah pasir yang sudah tidak akan menyerap air. Selain itu di dalam Samekto dan Candra (2001) menyebutkan bahwa fungsi agregat dalam mortar adalah untuk:

- a. Menghemat penggunaan semen.
- b. Menghasilkan kekuatan yang besar pada beton, karena agregat halus dan kasar itu mengisi sebagian besar volume beton antara 50% sampai 80%.

- c. Mengurangi susut pengerasan beton, hal ini dikarenakan bahan batuan tidak susut dan hanya pasta semen saja yang mengalami susut.
- d. Mencapai susunan yang padat pada beton, dengan gradasi baik maka akan dihasilkan beton yang padat.
- e. Mengontrol *workability*, dengan gradasi baik maka beton akan mudah dikerjakan.

Wuryati dan Candra (2001), mengklasifikasikan jenis pasir menurut gradasinya dibagi menjadi 4, yaitu zone 1: pasir kasar, zone 2: pasir agak kasar, zone 3: pasir agak halus dan zone 4: pasir halus. Adapun batas-batas gradasinya tercantum dalam Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Batas-Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Tembus Kumulatif			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
10	100	100	100	100
4,80	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,40	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,20	30 – 70	55 – 100	75 – 100	90 – 100
0,60	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,30	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

(Sumber: Wuryati dan Candra, 2001)

Apabila jumlah agregat halus yang digunakan terlalu sedikit maka campuran beton disebut *undersanded*, yaitu pasta tidak mampu mengisi ruang-ruang kosong sehingga campuran akan mudah terpisah dan membuat pasta akan sulit dikerjakan. Akan tetapi apabila jumlah agregat halus yang digunakan terlalu banyak maka campuran disebut *oversanded*, campuran ini memang kohesif, tetapi tidak terlalu lecek, oleh karena itu campuran ini lebih membutuhkan banyak air. Apabila semen semakin banyak maka

campuran akan semakin mahal. Kondisi ini akan dijumpai apabila memakai pasir yang sangat halus dan pasir yang sangat kasar (Nugraha dan Antoni, 2007).

2. Semen

Semen portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis dengan gips sebagai bahan tambah (Slamet, 2008). “Semen adalah unsur kunci dalam beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari campuran”, (Nugraha dan Antoni, 2007).

Senyawa kimia utama penyusun semen portland yaitu *trikalsium silikat* (C_3S), *dikalsium silikat* (C_2S), *trikalsium aluminat* (C_3A), *tetrakalsium aluminoferrit* (C_4AF). Senyawa-senyawa tersebut akan menjadi kristal yang saling mengikat ketika menjadi klinker. Komposisi C_3S dan C_2S merupakan bagian paling dominan dalam menentukan sifat semen yaitu sebanyak 70%-80% dari berat semen (Tjokrodinuljo, 2007).

Dari keempat senyawa semen tersebut, C_3S dan C_2S adalah senyawa yang dapat mengakibatkan bahan bersifat semen (perekat). Senyawa C_3A tidak memiliki sifat semen, yang artinya jika senyawa ini terkena air segera beraksi dan mengeluarkan panas. Apabila di dalam semen terdapat senyawa C_3A lebih dari 18%, maka semen tidak memiliki sifat kekal bentuk (karena mengembang) akibat panas yang terlalu tinggi pada waktu pengerasan. Sedangkan senyawa C_4AF tidak mempunyai pengaruh yang membahayakan

terhadap semen, hanya jika jumlahnya terlalu banyak dapat memperlambat pengerasan semen (Samekto dan Candra, 2001).

Senyawa C_3S dan C_2S membutuhkan air sebanyak 21%-24% dari masing-masing beratnya untuk beraksi. Jika kandungan C_3S lebih banyak maka akan terbentuk semen dengan kekuatan tekan awal yang tinggi dan panas hidrasi yang tinggi, hal tersebut disebabkan karena pada saat hidrasi C_3S membebaskan kalsium hidroksida hampir 3 kali lebih banyak daripada yang dibebaskan oleh C_2S , sebaliknya jika kandungan C_2S lebih banyak maka akan terbentuk semen dengan kekuatan tekan awal rendah, panas hidrasi yang sedikit, dan ketahanan terhadap serangan kimia yang tinggi. Apabila semen terkena air, maka C_3S akan segera berhidrasi dan menghasilkan panas. Senyawa C_3S ini sangat berpengaruh terhadap pengerasan semen sebelum mencapai umur 14 hari. Sedangkan C_2S beraksi lebih lambat jika semen terkena air, sehingga pengerasan semen terjadi setelah berumur lebih dari 7 hari.

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting (Nugraha dan Antoni, 2007).

Ditinjau dari penggunaannya, menurut ASTM semen portland dapat dibedakan menjadi lima, yaitu:

- a. Tipe I – semen portland jenis umum (*normal portland cement*)

Yaitu jenis semen portland untuk penggunaan dalam konstruksi beton secara umum yang tidak memerlukan sifat-sifat khusus.

- b. Tipe II – semen jenis umum dengan perubahan-perubahan (*modified portland cement*)

Semen ini memiliki panas hidrasi yang lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat daripada semen jenis I. Jenis ini digunakan untuk bangunan-bangunan tebal, seperti pilar dengan ukuran besar, tumpuan dan dinding penahan tanah yang tebal. Panas hidrasi yang agak rendah dapat mengurangi terjadinya retak-retak pengerasan. Jenis ini juga digunakan untuk bangunan-bangunan drainase di tempat yang memiliki konsentrasi sulfat agak tinggi.

- c. Tipe III – semen portland dengan kekuatan awal tinggi (*high early strength portland cement*)

Jenis ini memperoleh kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan atau yang acuannya perlu segera dilepas. Selain itu juga dapat dipergunakan pada daerah yang memiliki temperatur rendah, terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin.

- d. Tipe IV – semen portland dengan panas hidrasi yang rendah (*low heat portland cement*)

Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan yang memerlukan panas hidrasi serendah-rendahnya. Kekuatannya tumbuh lambat. Jenis

ini digunakan untuk bangunan beton massa seperti bendungan-bendungan gravitasi besar.

Pada penelitian ini digunakan semen portland tipe I produksi Semen Gresik- Jawa Timur, sebagai campuran dalam beton.

3. Air

Air merupakan bahan pembuatan beton yang harganya paling murah untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat, dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton (*workability*). Air yang digunakan sebagai campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum (Mulyono, 2003). Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat juga untuk bahan campuran beton tetapi tidak berarti air untuk pencampur beton harus memenuhi standar persyaratan air minum (Tjokrodinuljo, 2007).

Air yang diperlukan agar semen dapat beraksi hanya sekitar (25-30) persen dari berat semen. Jika air yang digunakan kurang dari 25% dari berat semen, maka *workability* tidak akan tercapai. Semakin banyak air yang digunakan ke dalam campuran akan mempermudah proses pengadukan, pengangkutan, dan pencetakan, akan tetapi dapat mengakibatkan kekuatan beton menurun karena pasta semen berpori lebih banyak. Penggunaan air yang sedikit tidak menentukan kekuatan beton tinggi, karena jumlah air

yang sedikit mengakibatkan sulitnya pengerjaan pemadatan yang akhirnya mutu beton dapat menurun. Oleh karena itu, air yang ditambahkan pada campuran harus dilakukan sedikit demi sedikit hingga mencapai nilai maksimum dalam rencana.

Kualitas beton akan berkurang jika air mengandung kotoran, maka dari itu air yang digunakan sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi syarat standar SK SNI S-04-1989-F tentang Spesifikasi Bahan Bangunan:

- a. Air harus bersih.
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya, yang dapat dilihat secara visual tidak boleh lebih dari 2 gram per liter.
- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- d. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter. Khusus beton prategang kandungan klorida tidak boleh lebih dari 0,05 gram/liter.
- e. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

4. Styrofoam

Styrofoam berasal dari kata *styrene* (zat kimia bahan dasar), dan *foam* (busa/ buih). *Styrofoam* sangat ringan, karena kandungan di dalamnya 95% udara dan 5% *styrene*. Sifat *styrene* dapat larut dalam panas, lemak, alkohol/ aseton, vitamin A (*Toluene*), dan susu. *Styrofoam* mempunyai berat satuan antara (13-16) kg/m³. (Ayu, 2012)

Pada penelitian yang kami lakukan, baru sebatas pemanfaatan limbah *styrofoam* untuk beton ringan dan sebagai alternatif dalam

pembuatan dinding ringan dengan perkuatan kawat kasa. Dinding ringan *styrofoam* ini cocok digunakan pada daerah rawan gempa, karena bangunan akan menjadi lebih ringan. Sedangkan penggunaan kawat kasa pada dinding ini berfungsi sebagai perkuatan dalam menahan beban struktural.

5. Kawat Kasa

Kawat kasa yang kami gunakan pada penelitian ini telah difabrikasi oleh pabrik dengan dimensi persegi 50 mm x 50 mm. Sebagai upaya mengurangi kelemahan pada beton yaitu kuat tarik yang sangat rendah maka untuk mengatasi kekurangan tersebut memerlukan penggunaan kawat tarik. Oleh karena itu pada penelitian ini kami menggunakan kawat kasa karena memiliki ketahanan terhadap gaya tarik.

6. Bahan Aditif

Bahan aditif yaitu bahan yang ditambahkan ke dalam beton selama atau sebelum pengadukan. Bahan ini digunakan untuk meningkatkan kinerja beton dalam situasi-situasi tertentu dan untuk menurunkan biaya. (Jack C McCormac, 2001). Manfaat dari penggunaan bahan aditif ini perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis yang sama dengan bahan yang akan dipakai di lapangan. Dalam hal ini bahan yang dipakai sebagai bahan tambah harus memenuhi ketentuan yang diberikan oleh SNI. Penggunaan bahan tambah berupa kimia harus memenuhi syarat yang diberikan dalam ASTM C. 494, "*Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete*". (Mulyono, 2003)

Menurut ASTM. C 494 (1995: 254) dan Pedoman Beton 1989 SKBI.1.4.53.1989 (Ulasan Pedoman Beton 1989: 29), jenis bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah, yaitu:

a. Tipe A “*Water-Reducing Admixture*”

Bahan tambah ini berfungsi mengurangi air pencampur dengan tidak mengurangi kadar semen dan nilai *slump* yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

b. Tipe B “*Retarding Admixture*”

Bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton (*setting time*) karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu untuk pemadatan agar terhindar dari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton dilakukan pengecoran.

c. Tipe C “*Accelerating Admixture*”

Bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.

d. Tipe D “*Water Reducting and Retarding Admixture*”

Bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

e. Tipe E “*Water Reducting and Accelerating Admixture*”

Bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan awal.

f. Tipe F “ *Water Reducting, High Range Admixture*”

Bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.

g. Tipe G “*Water Reducting, High Range Retarding Admixture*”

Bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan untuk menghambat pengikatan beton.

Pada penelitian ini jenis bahan tambah yang digunakan adalah serat *polypropylene* dan *sikamen NN*. . Perlu diperhatikan dalam penggunaan *sikamen NN* ini, karena jika terlalu banyak menggunakannya dapat mengakibatkan campuran mortar menjadi lebih encer dan memungkinkan terjadinya *bleeding*.

Serat *polypropylene* dengan karakteristik sebagai berikut:

1. Bahan : Serat *Polypropylene* dengan *surface agent*
2. Warna : Natural/ putih
3. Berat Jenis : 0,91 g/cm³
4. Panjang serat : 12 mm
5. Diameter serat : 18 mikron-nominal
6. Kuat Tarik : 300-440 MPa
7. Modulus elastisitas : 6000-9000 MPa
8. Penyerapan air : Nol
9. Titik leleh : 160⁰ C

F. Dinding Styrofoam

Dinding *styrofoam* dalam penelitian ini terdiri dari beberapa lapisan, lapisan tersebut antara lain:

1. Core

Core atau biasa disebut dengan beton ringan adalah istilah yang digunakan pada penelitian ini yang terletak dibagian inti atau tengah dari dinding *styrofoam*. Beton ringan *styrofoam* adalah beton dengan menggunakan *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar (kerikil) yang mempunyai berat jenis yang lebih ringan daripada kerikil. Semakin ringan berat jenis material maka kuat tekannya pun semakin rendah. Komposisi dari *core* ini adalah pasir, semen, air, dan *styrofoam*.

Teknis pencampuran beton *styrofoam* dilakukan dengan cara manual yaitu tanpa bantuan molen. Material penyusun beton *styrofoam* (pasir, semen, air, *styrofoam*) dimasukkan kedalam bak, tujuannya agar *styrofoam* tidak terbang saat proses pengadukan dan akan mengurangi jumlah rencana awal.

Dinding ini memang tidak didesain untuk menahan beban struktural dari balok, akan tetapi dalam aplikasi dilapangan dinding ini akan menopang berat balok atau beban vertikal. Kuat tarik beton cenderung lebih kecil dari pada kuat tekannya, apabila dinding mendapat beban vertikal sentris, maka semua elemen dinding akan tertekan, tetapi apabila beban vertikalnya eksentris maka akan membuat dinding tersebut melengkung. Akibatnya salah satu sisinya tertekan dan sisi yang lain

tertarik (Amin, 2012). Oleh sebab itu pada penelitian ini dinding beton *styrofoam* diberi perkuatan berupa kawat kassa (*wiremesh*), agar dinding mampu menahan vertikal maupun beban horisontal.

2. *Self Compacting Mortar* (SCM)

Self Compacting Mortar atau SCM merupakan plesteran *core* dengan material penyusunnya berupa pasir, semen dan air yang diberi bahan tambah berupa serat *polypropylene* dengan empat variasi (0 kg/m^3 , $0,5 \text{ kg/m}^3$, 1 kg/m^3 , dan $1,5 \text{ kg/m}^3$). Menurut Dwi dan Nanang (2006), penambahan serat pada adukan dapat menimbulkan masalah kelecakan (*workability*) adukan. Masalah tersebut dapat diatasi dengan memberikan bahan tambah berupa *superplasticizer* atau dengan meminimalkan diameter agregat maksimum, sedangkan *workability* adukan beton dapat dilakukan dengan modifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kelecakan adukan beton seperti nilai fas, jumlah dan kehalusan butir semen, gradasi campuran pasir dan kerikil, tipe butiran agregat, diameter maksimum serta bahan tambah. Pada penelitian ini untuk memperkecil masalah kelecakan terhadap adukan beton, maka diberi bahan tambah berupa *sikamen NN* dengan takaran 1,2% dari berat semen.

Dengan campuran *sikamen NN* diharapkan mortar yang dibuat untuk lapisan dinding akan memadat dengan sendirinya seperti pada beton SCC (*Self Compacting Concrete*). Sehingga dengan tebal plesteran yang sangat tipis, mortar dapat mengisi ruang-ruang kosong pada cetakan dan tidak perlu dipadatkan (Amin, 2012) .

3. Kawat Kassa (*wiremesh*)

Wiremesh merupakan kawat baja dengan bentuke seperti jaring-jaring persegi yang memiliki diameter dan dimensi persegi kawat bermacam-macam. Kawat-kawat tersebut disambung dengan menggunakan las, sehingga membuat kawat ini mempunyai kuat tarik yang tinggi.

Pada bidang ketekniksipilan, *wiremesh* ini biasa digunakan sebagai bahan pembuatan *ferrocement* yaitu dinding yang dibuat dengan memberikan *wiremesh* atau kawat baja sebagai perkuatannya. Dalam penelitian ini *wiremesh* digunakan sebagai penahan beban struktural dari beton *styrofoam*. *Wiremesh* yang digunakan memiliki dimensi persegi 50 mm x 50 mm, dengan luasan sesuai dengan bekisting yang digunakan. Penggunaan *wiremesh* dalam penelitian ini yaitu dengan diletakkan pada kedua sisi beton *styrofoam* (*core*) sebelum dilakukan proses pelapisan kulit dinding. Dengan adanya *wiremesh* pada dinding akan membuat beton *styrofoam* lebih kuat dalam hal tarik maupun tekan



Gambar 1. Peletakan *Wiremesh* Pada Dinding *Styrofoam*

G. Jenis-jenis Gelombang

Gelombang dapat dibagi menjadi empat jenis menurut penyebaran gelombang ketika permukaan benda elastis dibebani oleh beban dinamis atau pun beban bergetar, yaitu:

a. Gelombang geser (Gelombang Transversal)

Gelombang transversal merupakan gelombang yang mempunyai arah getaran yang tegak lurus terhadap arah rambatnya. Karena arah getarannya tegak lurus terhadap arah rambatnya, maka bentuk gelombang ini melengkung ke atas dan melengkung kebawah, seperti gunung dan lembah. Gelombang transversal dapat dilihat pada gelombang air dan gelombang tali. Berikut ini merupakan ilustrasi dari gelombang transversal.

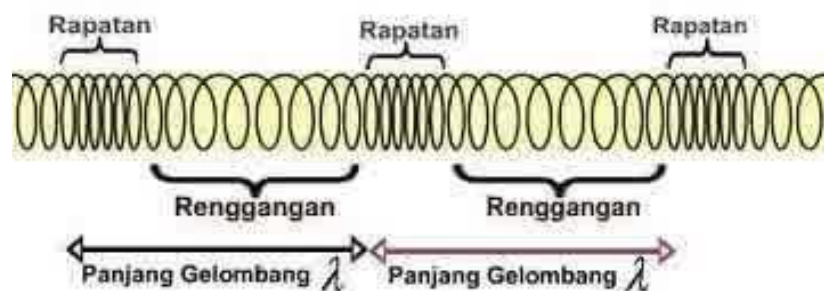


Gambar 2. Gelombang transversal
(Sumber: Lutfi, 2013)

b. Gelombang kompresi (Gelombang longitudinal)

Gelombang longitudinal merupakan gelombang dengan arah rambat dan getaran yang sama arahnya. Gerakan gelombang ini dari medium

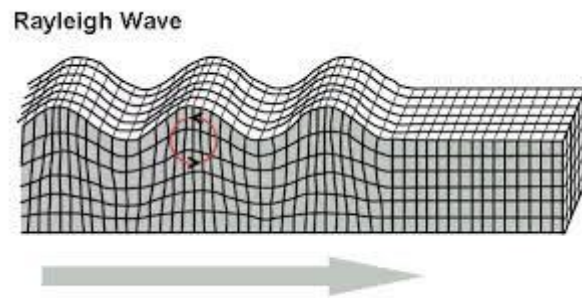
gelombang searah dengan propagasi gelombang. Salah satu contoh dari gelombang longitudinal adalah bunyi. Yang menjadi perantara pada gelombang bunyi adalah udara. Udara adalah medium yang secara bergantian merapat dan merenggang karena adanya perpindahan tempat (pergeseran getaran) (berpindah tempat). Berikut ini merupakan ilustrasi dari gelombang longitudinal.:



Gambar 3. Gelombang longitudinal
(Sumber: Desiana, 2010)

c. Gelombang permukaan (gelombang Rayleigh)

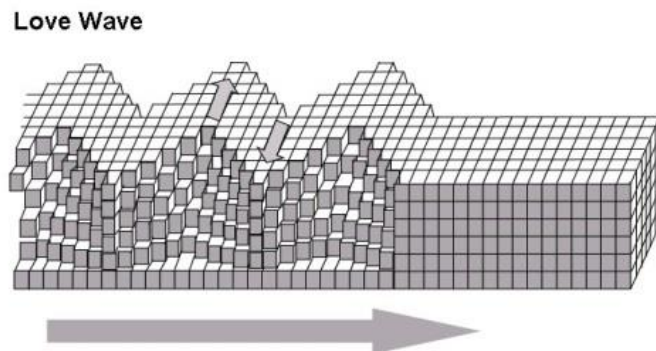
Gelombang Rayleigh adalah gelombang permukaan yang terjadi karena ada interferensi antara gelombang tekan dengan gelombang geser secara konstruktif dan merambat pada medium half space. Karakteristik dari gelombang Rayleigh adalah amplitudonya menurun bahkan berkurang secara eksponensial terhadap kedalaman di bawah permukaan. Gelombang ini pada umumnya memiliki frekuensi rendah dengan spektrum yang tidak tajam. Gelombang Rayleigh sangat baik digunakan untuk mengidentifikasi masalah struktur tanah.



Gambar 4. Gelombang Rayleigh
(Sumber: Diana, 2013)

d. Gelombang Love

Gelombang love termasuk kategori gelombang permukaan. Gelombang ini diberi nama sesuai dengan penemunya, yaitu Augustus Edward Hough Love (1863-1940). Gelombang Love adalah gelombang yang tercepat dan dapat menggerakkan tanah dari samping ke samping. Berikut merupakan contoh gerakan gelombang love.



Gambar 5. Gelombang Love
(Sumber: Diana, 2013)

Hubungan frekuensi f dan gelombang λ dari pergerakan penyebaran gelombang dengan kecepatan adalah: $V = f \cdot \lambda$, frekuensi dalam satuan *Hertz* atau putaran/detik dan panjang gelombang dalam satuan jarak misal (mm). Peningkatan frekuensi diiringi menurunnya panjang gelombang, dan demikian sebaliknya. Saat rambatan gelombang menjalar pada permukaan

yang berbeda *properties*nya, sebagian energi gelombang akan tersebar dari lintasan awalnya. Sebagai contoh adalah rongga, retak, dan butir agregat dalam beton berperan untuk menyebarkan energi utama gelombang tekan dari lintasan awalnya. Untuk beton, batas atas frekuensi yang dapat dipakai yaitu kira-kira 500 kHz, sehingga dihasilkan panjang lintasan kira-kira 10 mm, dimana sama dengan ukuran agregat kasar. Sebagai akibatnya, panjang lintasan itu dapat efektif dijelajahi pada batas atas frekuensi ini sebelum kecepatan gelombang menyebar seluruhnya hanya dalam beberapa *centimeter*. Panjang lintasan yang lebih besar dapat dijelajahi menggunakan frekuensi yang lebih rendah (*wave length*) besar, sebuah frekuensi sebesar 20 kHz biasanya dapat menjelajah lebih dari 10 m pada beton.

H. *Ultrasonik Pulse Velocity (UPV)*

Penggunaan Non-Destruktif (NDT) adalah sesuatu hal baru yang menarik. Karena pengujian tersebut dapat menganalisis kondisi struktur dengan tidak merusak benda uji. NDT telah didefinisikan sebagai metode yang digunakan untuk menguji suatu proyek, materi, atau system tanpa merusak kegunaan benda uji. Hal tersebut merupakan salah satu keuntungan utama dari metode NDT. Metode ini juga digunakan untuk memeriksa variasi yang ada dalam struktur, keratakan, perubahan bentuk, dan lain-lain.

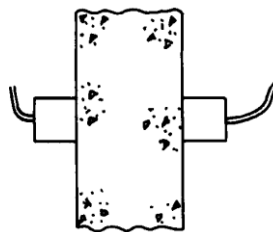
Salah satu peralatan pengujian yang dapat memungkinkan menggunakan metode NDT adalah pengujian menggunakan gelombang ultrasonik. *Ultrasonik Pulse Velocity* atau biasa disingkat UPV adalah pengujian Non-Destruktif (NDT) beton dengan menggunakan kecepatan

gelombang ultrasonik untuk meneliti sifat beton. Manfaat melakukan pengujian menggunakan UPV menurut Hassan Silvana, dkk (2013), adalah sebagai berikut:

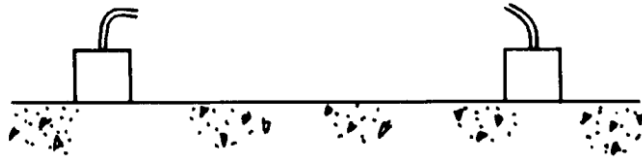
- 1) Mengetahui keseragaman kualitas beton
- 2) Mengetahui kualitas struktur beton setelah umur beberapa tahun
- 3) Mengetahui kekuatan tekan beton, dan
- 4) Menghitung modulus elastisitas dan koefisien poisson beton.

Dengan pengujian UPV, beton yang pematatannya kurang baik akan terdeteksi. Hal tersebut dapat dilihat ketika gelombang UPV mengalami penurunan kecepatan. Pada pengujian UPV, kekuatan beton dapat ditunjukkan dengan perubahan kecepatan gelombangnya. Apabila kecepatan gelombang mengalami penurunan, maka beton tersebut juga mengalami penurunan kekuatan. Sebaliknya, jika gelombang mengalami kenaikan kecepatan, maka kekuatan beton meningkat.

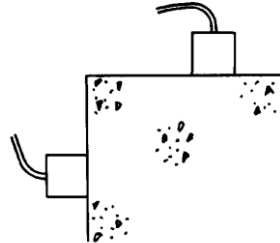
Pengujian UPV dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu langsung (*direct*), tidak langsung (*indirect*), dan semi langsung (*semi direct*). Berikut ini adalah contoh gambar pelaksanaan pengujian UPV.



Gambar 6. Langsung (*direct*)
(Sumber: Bungey, 1996)



Gambar 7. Semi langsung (*semi direct*)
(Sumber: Bungey, 1996)



Gambar 8. Tidak langsung (*indirect*)
(Sumber: Bungey, 1996)

Dari ketiga pengujian di atas, metode *direct* adalah metode yang paling memuaskan dalam pengukuran kecepatan perambatan gelombang ultrasonik. Meskipun demikian keakuratan metode *direct* juga harus melihat keadaan fisik beton. Metode *semi direct* terkadang dapat mengukur kecepatan gelombang dengan hasil yang memuaskan jika jarak antara *transducer* dan *receiver* tidak terlalu jauh. Metode ini digunakan untuk menghindari adanya tulangan dalam beton. Sedangkan metode *indirect* adalah metode yang paling tidak memuaskan, karena sinyal yang diterima lebih rendah sebesar 3% dari pada metode *direct*. Dan juga pada metode ini sering terjadi error.

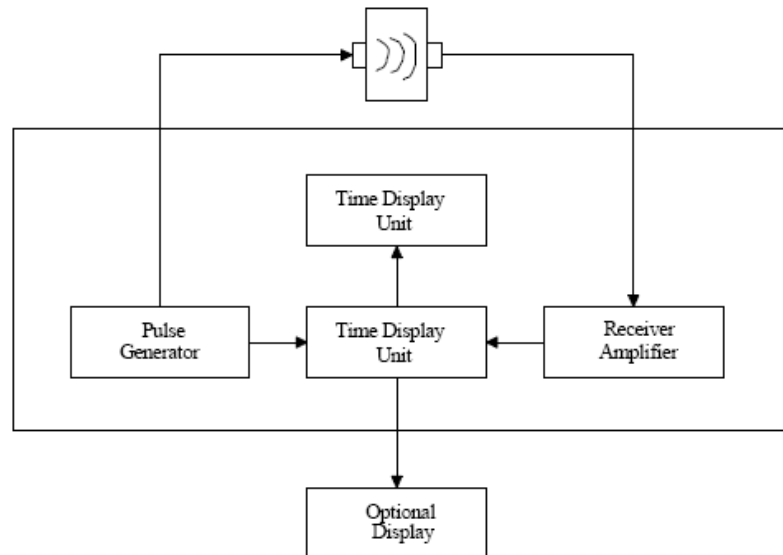
Prinsip penggunaan metode *Ultrasonic Pulse Velocity* didasarkan pada kecepatan gelombang tekan yang melintasi sebuah benda yang tergantung pada *elastic properties* dan kepadatan bendanya. Menurut ASTM C597-02 (2003); Cara kerja *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) yaitu *transducer* pengirim (*transmitter*) mengirimkan gelombang dan ditangkap oleh *transducer*

penerima (*receiver*) yang terletak sejauh L dari *transmitter*. Alat *Ultrasonic Pulse Velocity* menampilkan besarnya waktu yang diperlukan oleh gelombang untuk melalui beton yang disebut *travel time* (Δ_t). Dengan demikian kecepatan gelombang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = \frac{L}{\Delta_t} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

V : kecepatan perambatan gelombang ultrasonik (km/s); L : panjang lintasan gelombang (m); Δ_t : *travel time* (s)



Gambar 9. Skema cara alat kerja UPV
(Sumber: ASTM C597-02 2003)

Kecepatan gelombang untuk beton, biasanya berkisar antara 3700 sampai 4200 m/s. oleh karena itu, untuk panjang lintasan 300 mm, *travel timenya* kurang lebih 70 sampai dengan 85 μs . Hal ini jelas bahwa peralatan tersebut harus mampu mengukur dengan sangat akurat seperti mengukur *travel time* yang pendek. Panjang lintasan juga harus diukur dengan teliti, karena

metode *Ultrasonic Pulse Velocity* adalah sebuah teknik perambatan gelombang, banyak sumber yang menimbulkan menipisnya gelombang pada elemen saat pengujian (misal *jack hammer*) harus disingkirkan selama pengujian.

Pengiriman dan penerimaan gelombang dapat berjalan dengan baik, jika *transducer* harus terhubung seluruhnya ke obyek yang diuji, karena jika ada kantong udara yang terperangkap, kemungkinan dapat menyebabkan kesalahan pada pembacaan *travel time*, untuk menghindari hal tersebut maka digunakan *couplant*. *Couplant* yang disediakan di pasaran antara lain minyak teer (*petroleum jelly*), pelumas (*grease*), sabun cair dan pasta *kaolin-glyserol*. Penggunaan *couplant* harus setipis mungkin, namun jika permukaan beton sangat kasar maka digunakan *grease* yang lebih tebal. Perataan dilakukan sebelum pelaksanaan uji UPV. Sewaktu pelaksanaan uji UPV, *transducer* diberi tekanan yang konstan, ulangi pembacaan pada tempat yang sama, sampai didapat nilai *travel time* minimum.

Tabel 6. Hubungan kecepatan gelombang dengan kualitas beton

Kecepatan gelombang (km/s)	Kualitas beton
>4,5	Sangat baik
3,5 – 4,5	Baik
3,0 – 3,5	Sedang
< 3,0	Buruk

(Sumber: Ari, dkk., 2006)

I. Akurasi (Ketelitian)

Akurasi adalah tingkat ketelitian alat dalam pengukuran yang hasilnya mendekati dengan hasil yang sebenarnya. Pada penelitian ini nilai akurasi

digunakan untuk membandingkan antara pengukuran dengan metode manual dan UPV. Menurut Sujiani (2008) nilai akurasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\frac{Xa - Xb}{Xa} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

Xa = ukuran sebenarnya

Xb = hasil ukur alat

J. Klasifikasi Dinding

Dinding merupakan bagian dari bangunan yang memiliki beberapa fungsi, antara lain sebagai penahan beban struktural, peredam bunyi dan radiasi, serta pembatas atau pemisah antar ruangan.

Menurut fungsi strukturnya dinding dibagi menjadi dua, yaitu:

1. *Load bearing walls* atau dinding yang memikul beban adalah dinding yang dapat menahan beban struktur.
2. *Non-load bearing wall* atau dinding yang tidak memikul beban adalah dinding yang hanya mampu memikul beban sendiri dan tidak menahan beban struktur. Seperti dinding partisi yang dirancang tidak menahan beban struktural.

Dalam metode pelaksanaannya, dinding dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. *Solid wall* adalah dinding yang pada proses pembuatannya menggunakan bata atau elemen yang padat dengan menggunakan bahan pengikat mortar.

2. *Framed wall* adalah dinding yang pada pelaksanaan pembuatannya menggunakan lembaran-lembaran penutup dinding yang diikat oleh rangka.

K. *Statistical Package for Social Sciences (SPSS)*

Statistical package for social sciences (SPSS) merupakan sebuah *programe computer statistic* yang berfungsi untuk membantu dalam proses data statistik secara tepat dan cepat serta menghasilkan beberapa output yang dikehendaki para pengambil keputusan. Metode analisis penggunaannya :

10. Metode Dependen

Metode dependen menguji ada tidaknya hubungan dua set variable. Tujuan dari metode dependen adalah menentukan apakah variable bebas mempengaruhi variable terikat secara individual dan atau bersamaan.

11. Metode independen

Set data yang ada tidak mungkin mengelompokkan kedalam variable bebas dan variable terikat, maka tujuan dari jenis set data seperti ini adalah mengidentifikasi bagaimanadan mengapa variable saling berkaitan satu sama lainnya, metode statistik yang sesuai untuk menganalisis data set seperti ini disebut metode independent.

Berikut adalah pengujian statistik dalam penganalisis data:

a. *Analisis Statistik Inferent*

Dalam analisis *statistik inferent* dapat dibedakan menjadi dua desain dasar penelitian, yaitu desain *between-subject* dan *within subject*. Dalam desain *between subject* sebagai contoh adalah *oneway anova* (analisis

varians untuk satu *variable independen*), *general linear model*, *independent sample t-test*. Analisis *within subject* diantaranya adalah *one sample t-test*, *paired sample t-test*.

b. Analisis statistik non parametik

Analisis statistik Non parametik dilakukan untuk sampel yang berdistribusi normal. Apabila persyaratan tidak dipenuhi, maka terjadi penyimpangan dan analisis menjadi tidak *valid*. Syarat uji statistik non parametik lebih longgar, yaitu tidak berdasar berdistribusi sampel, sehingga uji ini sering disebut uji bebas berdistribusi.

c. *One sample Kolmogorov-Smirnov*

Prosedur *one sample Kolmogorov-Smirnov* digunakan untuk menguji nul hipotesis suatu sampel tentang suatu distribusi tertentu. Uji ini dilakukan dengan menemukan perbedaan terbesar (nilai absolut) antara dua distribusi kumulatif, yaitu distribusi yang berasal dari data dan distribusi secara teori matematika. Analisis ini digunakan untuk mengetahui bahwa data hasil pembacaan kecepatan perambatan gelombang ultrasonik berdistribusi normal.

d. *One way Anova* (Analisis varian untuk satu variable Independen)

Analisis varian satu variabel independen digunakan untuk menentukan apakah rata-rata dua data atau lebih kelompok berbeda secara nyata. Dalam kasus ini, analisis *one-way anova* digunakan untuk mengetahui apakah data hasil pengujian kecepatan perambatan gelombang

ultrasonik homogen yang mengindikasikan bahwa campuran beton berserat pada seluruh sampel homogen dengan tingkat kinerja.

L. Penelitian yang Relevan

Sovi (2015) meneliti tentang efek serat *polypropylene* terhadap kuat tekan dan kecepatan perambatan gelombang ultrasonik mendapatkan hasil penelitian bahwa besarnya kecepatan perambatan gelombang ultrasonik pada variasi serat *polypropylene* sebesar 0 kg/m³; 0,5 kg/m³; 1 kg/m³; 1,5 kg/m³ berturut-turut sebesar 3,47 km/s; 3,44 km/s; 3,32 km/s; 3,33 km/s. Penambahan serat *polypropylene* pada *self compacting mortar* (SCM) akan efektif pada nilai sebesar 1 kg/m³. Selanjutnya pada variasi serat sebesar 0,5 kg/m³ dan 1,5 kg/m³ nilainya berturut-turut sebesar 4,15% dan 1,71% terhadap specimen referensi (0 kg/m³ serat *polypropylene*). Selanjutnya, besarnya kuat tekan *self compacting mortar* (SCM) optimal pada kadar serat *polypropylene* 1 Kg/m³ sebesar 9,56 MPa.

Hajatni (2013) meneliti tentang pengaruh penambahan *polypropylene fiber mesh* terhadap sifat mekanis beton mendapatkan hasil penelitian dengan menambahkan serat *polypropylene* akan mengurangi *workability*, yang ditunjukkan dengan menurunnya nilai *slump* pada adukan beton. Pada beton normal nilai *slump* 100 mm, beton serat dengan dosis 40kg/m³ nilai slump 70 mm, dosis 0,60 kg/m³ nilai slump 52 mm dan beton serat dengan dosis 80 kg/m³ nilai *slump* menjadi 43 mm. dengan nilai FAS yang sama yaitu 53.

M. Konsep dan Aplikasi

Konsep utama pada penelitian ini adalah lapis kulit pada dinding dengan menggunakan jenis *Self Compacting Mortar* yaitu mortar yang dapat memadat dengan sendirinya tanpa bantuan alat penggetar. Majunya teknologi yang makin mempermudah kinerja dalam bidang pembangunan. Ini adalah solusi mempercepat serta memperbaiki keadaan bangunan. Pada penelitian ini *self compacting mortar* dengan tambahan *sikamen NN* 1,2% dengan berat semen serta dengan tambahan variasi serat *polypropylene* dengan variasi 0 kg/m³, dan 1 kg/m³ yang menjadi sisi luar atau lapisan pada core menjadi inti dalam paaat dengan ketebalan 70 mm; 80 mm; dan 90mm. Pengujian ini menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)* dengan bahan atau benda ujinya adalah plat dinding *sandwich styrofoam (DSS)* yang sudah di cetak pada cetakan bekisting dengan ketentuan 60 cm x 40 cm x 12 cm dengan berbeda variasi serat *Polypropylene*. Dengan menguji kecepatan perambatan gelombang dengan metode *direct*, untuk mengetahui efek variasi serat *polypropylene* dan ketebalan core yang terjadi terhadap homogenitas campuran *self compacting mortar* yang telah menjadi kesatuan pelat menjadi dinding *sandwich styrofoam*.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Metode Proyek Akhir

Metode digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pengujian ini dilakukan menggunakan pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) metode *direct* dengan mengambil data kecepatan gelombang dilakukan di laboratorium Bahan Bangunan Universitas Negeri Yogyakarta. Dengan eksperimen laboratorium, yaitu penelitian yang bertujuan untuk mencari efek variasi serat *polypropylene* pada *Serat Compacting Mortar* (SCM) dan dinding *styrofoam* dengan bahan tambah *sikamen NN* 1,2% dari berat semen dengan cara melakukan percobaan dan pengukuran benda uji dalam perlakuan terkontrol yang mengacu pada standar kualitas dan proses pembuatan benda uji serta perawatan benda uji berdasarkan pada kenyataan di lapangan.

B. Variabel Penelitian

Menurut Sugiyono (2006) variabel penelitian adalah segala sesuatu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga didapatkan sebuah informasi untuk diambil sebuah kesimpulan.

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi munculnya variabel terikat. Variabel bebas yang terdapat dalam penelitian ini adalah variasi serat *polypropylene* (0 kg/m^3 dan $1,0 \text{ kg/m}^3$), ketebalan core styrofoam 70

mm; 8- mm; dan 90 mm, dan ketebalan self compacting mortar 15 mm; 20 mm; dan 25 mm.

2. Variabel Terikat

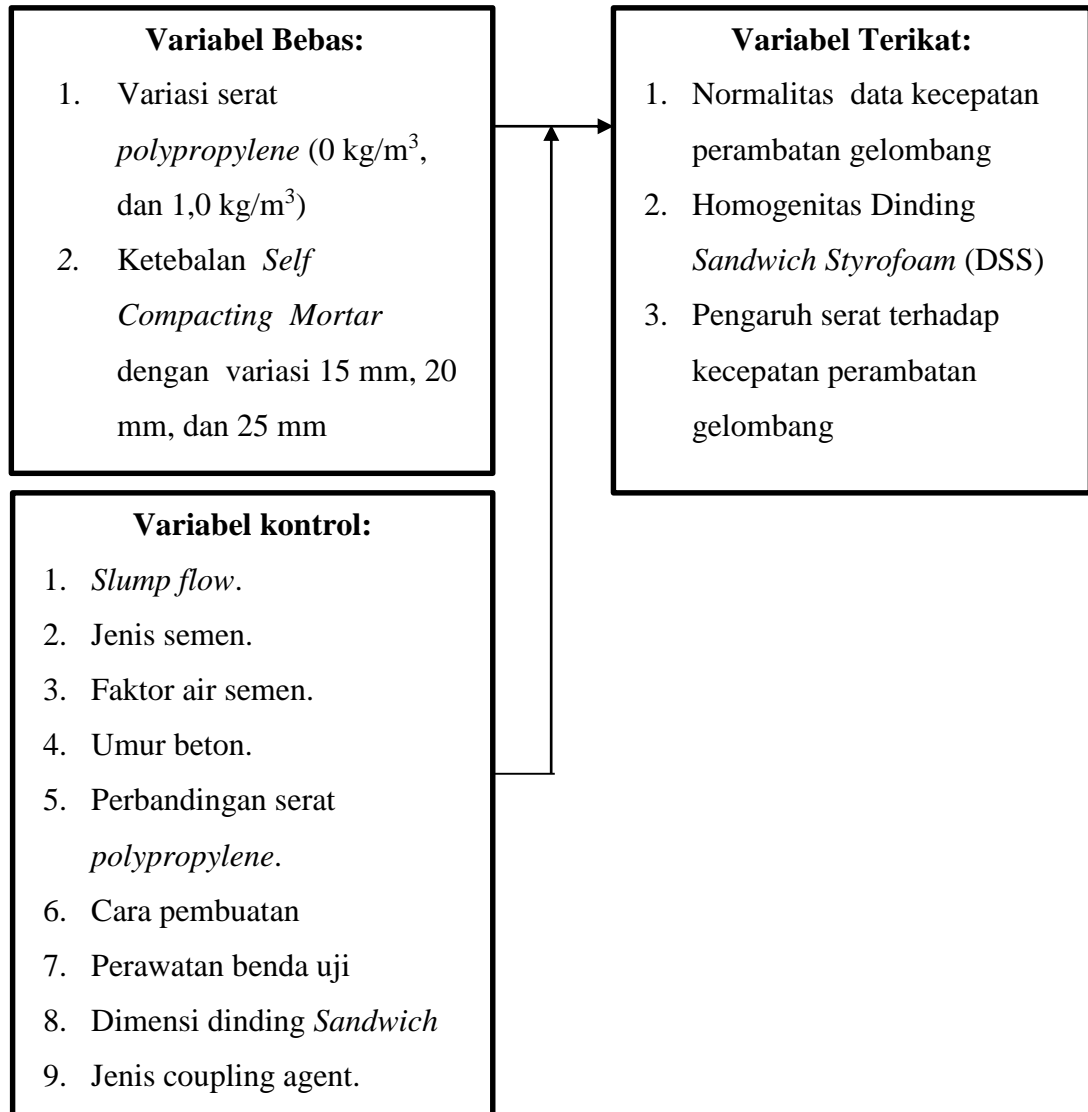
Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah uji normalitas kecepatan perambatan gelombang, homogenitas dinding *sandwich styrofoam* (DSS), pengaruh serat terhadap kecepatan perambatan gelombang.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel konstan yang digunakan untuk membandingkan variabel lain. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kuat lentur pada dinding *styrofoam* antara lain

- a. *Slump flow*.
- b. Jenis semen.
- c. Faktor air semen.
- d. Umur beton.
- e. Perbandingan serat *polypropylene*.
- f. Cara pembuatan
- g. perawatan benda uji.
- h. Dimensi dinding *sandwich*
- i. Jenis coupling agent

Untuk memperjelas hubungan antar variabel berikut disajikan pada gambar dibawah ini:



Gambar 10. *Flowchart* Hubungan Variabel

C. Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Semen Portland

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Gresik dengan berat 40 kg tiap sak. Semen ini termasuk semen tipe I, yaitu tipe

semen untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan sifat-sifat tertentu seperti jenis lain.



Gambar 11. PPC Merek dagang Gersik

2. Agregat Halus

Pada penelitian ini pasir atau agregat halus yang digunakan adalah pasir alami yang diambil dari sungai Progo. Pasir yang digunakan tersebut sudah sesuai dengan SNI 03-6820-2002 dimana spesifikasi untuk plesteran, butiran maksimum agregat halus adalah 2,69 mm. Setelah melakukan pengujian pasir maka didapat data mengenai pasir yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut.

- a. Pasir Progo termasuk dalam zona 2 yaitu pasir halus.
- b. Modulus halus butir sebesar 2,6909.
- c. Berat jenis pasir SSD alami adalah 3,57.
- d. Berat jenis pasir SSD rendaman adalah 2,7.

- e. Bobot isi gembur pasir SSD alami adalah 1,405 kg/lt.
- f. Bobot isi pasir SSD alami adalah 1,485 kg/lt.
- g. Kadar air pasir SSD alami adalah 1,545%.
- h. Kadar air pasir SSD rendaman adalah 1,7%.
- i. Kadar lumpur pasir alami adalah 1,295%.
- j. Kadar lumpur pasir rendaman adalah 1,07%.
- k. Kadar zat organik pasir nomor 3, yaitu warna air campuran pasir dengan NaOH sama dengan dari warna larutan standar.

Dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 7 agregat halus yang digunakan yang telah melewati ayakan.



Gambar 12. Pasir

3. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari kran yang berada di belakang laboratorium tanah PTSP-FT UNY. Air dari kran tersebut jernih, bersih, tidak perasa, dan tidak berbau sehingga air tersebut bisa digunakan dalam penelitian karena telah sesuai untuk

pembuatan beton SNI 03-2847-2002. Untuk sampel gambar air yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 13. Air

4. *Styrofoam*

Styrofoam yang digunakan untuk penelitian ini adalah *styrofoam* yang telah diserut dengan mesin penyerut didesa Sukunan, sehingga serutan yang dihasilkan memiliki ukuran yang relatif sama sehingga diharapkan bisa merekat sempurna jika bercampur pasir dan semen.



Gambar 14. *Styrofoam*

5. *Polypropylene*

Serat *polypropylene* yang digunakan pada penelitian ini yaitu serat yang diproduksi oleh Sika atau lebih dikenal dengan istilah *sikafibre*.

Serat ini berbentuk filamen-filamen dengan panjang 1,2 cm dan jika dicampurkan dalam adukan beton maka akan terurai, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kuat lentur dan kuat tarik beton jika dicampurkan pada komposisi yang tepat. Jika campuran serat ini berlebih maka akan kurang ekonomis mengingat harga serat ini yang tergolong mahal. Serat ini juga sering digunakan sebagai bahan campuran beton pada proyek-proyek besar yang memiliki umur bangunan yang panjang. Penggunaan serat sebagai campuran mortar pada penelitian ini bervariasi yaitu 0 kg/m^3 dan 1 kg/m^3 .



Gambar 15. *Polypropylene* Produksi Sika



Gambar 16. *Polypropylene*

6. Kawat Kassa (*wiremesh*)

Dalam penelitian ini menggunakan kawat kassa yang telah difabrikasi oleh pabrik dengan diameter kawat 1,7 mm dan luasan 50 mm x 50 mm. Kawat kassa sudah disesuaikan dengan bekesting yang sudah dibuat sebelumnya yaitu dengan luasan 600 mm x 400 mm.



Gambar 17. Kawat Kassa

7. Kawat Bendrat

Kawat bendrat dalam penelitian ini digunakan sebagai pengikat bekesting supaya lebih kuat.



Gambar 18. Kawat Bendrat

8. Bahan Tambah

Bahan tambah dalam penelitian ini menggunakan *super plasticizer* dengan merek *sikamen NN*. Bahan tersebut digunakan sesuai dengan perencanaan peneliti sehingga takaran bahan tidak berlebih ataupun kurang. Bahan ini berfungsi sebagai bahan tambah *workability*, pengencer dan penambah air pada adukan tanpa mengurangi kuat tekannya. Penggunaan bahan tambah ini berdasarkan pada ASTM C 494-92, dengan dosis pemakaian 1,2% dari berat semen total. Cara menggunakannya adalah dengan mencampurkan bahan ini dengan air dari perhitungan untuk campuran mortar.



Gambar 19. Sikamen NN

9. Oli

Penelitian ini menggunakan oli bekas yang didapatkan dari bengkel motor. Dalam penelitian ini oli berfungsi sebagai pelumas pada peralatan yang digunakan seperti cetakan beton, kaping dll. Berdasarkan SNI 6369-2008 tentang pembuatan kaping untuk benda uji silinder, oli berfungsi sebagai pelumas plat kaping agar benda uji dapat dilepas.



Gambar 20. Oli

10. NaOH

Berdasarkan SNI 03-2816-1992 tentang pengujian kotoran organik dalam pasir, NaOH digunakan untuk menguji kadar zat organik dalam pasir.



Gambar 21. NaOH

D. Alat

Peralatan mempunyai peranan penting dalam jalannya pelaksanaan penelitian, sebab berhasil atau tidaknya suatu penelitian salah satunya tergantung pada peralatan yang digunakan. Tujuan dari pemakaian peralatan agar efisien dan efektif dalam pelaksanaannya. Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, adalah sebagai berikut.

1. Ayakan Pasir

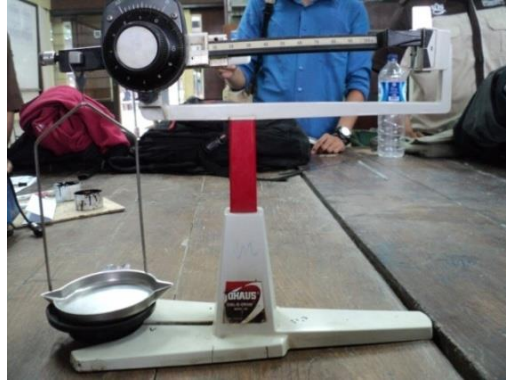
Fungsi ayakan adalah memisahkan kerikil dan pasir. Ayakan yang digunakan pada penelitian ini adalah ayakan yang tersedia di laboratorium bahan bangunan PTSP-FT UNY. Ayakan memiliki ukuran kotak 4,75 mm x 4,75 mm karena menurut SNI 03-6820-2002 butir maksimal agregat halus untuk plesteran adalah 4,76 mm. Pada penelitian ini menggunakan ayakan pasir dengan diameter 0,15 mm; 0,3 mm; 0,6 mm; 1,2 mm; 2,4 mm; dan 4,8 mm.



Gambar 22. Ayakan

2. Timbangan

Dalam penelitian ini timbangan digunakan untuk menimbang pasir, *styrofoam*, semen, serat *polypropylene*, dan benda uji. Timbangan yang digunakan mempunyai kapasitas 310 gram, 10 kg dan 50 kg. Semua digunakan karena benda uji yang digunakan menggunakan agregat yang cukup banyak dan harus detail.



Gambar 23. Timbangan dengan Kapasitas 310 gram



Gambar 24. Timbangan dengan Kapasitas 10 kg



Gambar 25. Timbangan dengan Kapasitas 50 kg

3. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk menguji sifat-sifat agregat halus, menakar *sikamen NN* dan air yang dijadikan faktor air semen. Gelas

ukur yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ketelitian 1 ml dan 20 ml. Pada gelas ukur dengan tingkat ketelitian 1 ml digunakan untuk menakar *sikamen NN*, sedangkan pada gelas ukur dengan tingkat ketelitian 20 ml digunakan untuk menakar air. Gelas ukur yang digunakan juga sudah tersedia dilaboratorium PTSP-FT UNY.



Gambar 26. Gelas Ukur

4. *Oven*

Menurut SNI 1970-2008 tentang pengujian pasir, *oven* yang digunakan harus dapat memanaskan sampai temperatur 110° C. Dan *oven* yang tersedia dilaboratorium bahan bangunan PTSP-FT UNY sudah memenuhi persyaratan tersebut.



Gambar 27. *Oven*

5. Jangka Sorong

Fungsi jangka sorong adalah sebagai mengetahui ukuran dari suatu benda dengan ketelitian yang lebih akurat. Dalam penelitian ini jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter kawat kasa dan mengukur tebal dinding *core styrofoam*.



Gambar 28. Jangka Sorong

6. Cat Tembok

Dalam penelitian ini menggunakan cat warna putih untuk mewarnai sisi dari benda uji yang bertujuan untuk mempermudah penglihatan apabila terjadi lendutan dan retakan pada saat diuji.

7. Meteran dan penggaris

Meteran berfungsi sebagai alat bantu untuk mengukur dimensi panjang, lebar, dan tebal cetakan. Sedangkan penggaris selain bisa juga digunakan untuk mengukur panjang atau lebar, juga bisa digunakan untuk alat bantu membuat garis pada sisi panjang benda uji dan juga membuat garis batas SCM dan *core* pada begisting benda uji.



Gambar 29. Penggaris dan Meteran

8. Alat Tulis

Fungsi alat tulis pada penelitian ini adalah alat bantu untuk mencatat tanggal pembuatan benda uji, dimensi benda uji, umur benda uji, hasil pengujian dan memberi tanda-tanda pada sisi panjang dinding *styrofoam* dengan jarak 50 mm, agar mempermudah menggambarkan retakan pada saat pengujian lentur.



Gambar 30. Alat Tulis

9. Kerucut *Abrams*

Dalam penelitian ini kerucut *abrams* digunakan untuk menguji *slump* maupun *slump flow* pada saat beton *styrofoam* dan mortar dalam

kondisi segar. Kerucut *abrams* juga digunakan untuk pengujian pasir SSD, namun kerucut *abrams* yang digunakan untuk pengujian *slump* dan pengujian pasir SSD berbeda ukurannya. Pada pengujian ini batas sebaran pengujian *slump flow* antara 500 ± 50 mm. Apabila dalam pengujian ini *slump flow* melebihi batas yang sudah ditentukan maka telah terjadi *bleeding* dan percobaan harus diulang lagi dengan formula campuran *mix desigen* yang dirubah.



Gambar 31. Kerucut Abrams dan Penumbuk Pasir SSD



Gambar 32. Kerucut Abrams Pengujian Slump

10. *Mixer* beton

Merupakan alat bantu untuk mengaduk lapis kulit dinding *styrofoam* yang terdiri dari pasir, semen, dan air, dengan menggunakan bahan tambah serat *polypropylene* dan *sikamen NN*.



Gambar 33. *Mixer Beton*

11. Bak Pengaduk

Dalam penelitian ini bak pengaduk berfungsi sebagai wadah pengadukan adonan beton *styrofoam*, karena bahan *styrofoam* mudah terbang, maka untuk proses pengadukannya dilakukan dengan cara manual dengan menggunakan alat cetok.

12. Bekisting Dinding *Styrofoam*

Bekisting terbuat dari triplek dibentuk persegi panjang yang digunakan untuk mencetak dinding *styrofoam*, dengan dimensi panjang 600 mm, lebar 400 mm, dan tebal 120 mm.



Gambar 34. Bekisting Dinding *Styrofoam*

13. Plat Baja

Plat baja digunakan sebagai alas kerucut *abrams* pada saat pengujian *slump flow*. Plat baja yang digunakan sebelumnya diberi garis lingkaran dengan diameter 50 mm guna mempermudah pengukuran pada saat pengujian *slump flow*.



Gambar 35. Plat Baja

14. Karung Goni

Berdasarkan SNI 4817-2008, karung goni digunakan sebagai penutup benda uji plat pada saat proses perawatan beton, dengan cara membasahi karung goni lalu karung goni diletakkan diatas plat sampai permukaan plat tertutup semua. Hal ini bertujuan untuk mengurangi penguapan pada benda uji plat selama masa perawatan beton.



Gambar 36. Karung Goni

15. Skrap

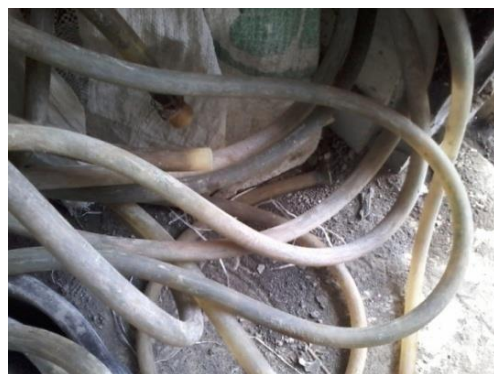
Dalam penelitian ini skrap digunakan sebagai alat bantu untuk membersihkan bekisting dari beton yang melekat pada cetakan bekisting sehingga bekisting bisa digunakan lagi untuk mencetak benda uji lagi.



Gambar 37. Skrap

16. Selang

Selang berfungsi untuk mengalirkan air yang digunakan untuk membersihkan alat-alat seperti molen, bak pengaduk, plat besi, slump beton, cetok, cangkul, yang sudah selesai digunakan agar kembali bersih seperti semula sehingga bahan-bahan yang menempel pada alat segera hilang dan tidak mengeras.



Gambar 38. Selang

17. *Hopper*

Hopper digunakan sebagai alat untuk menaruh pasir, dan semen pada saat menimbang material dinding *styrofoam* yang dibutuhkan.



Gambar 39. *Hopper*

18. *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)*

Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) adalah alat untuk mengetahui kecepatan rambat gelombang pada beton, selain untuk mengetahui kuat tekan pada beton, alat ini juga digunakan untuk mengetahui kedalaman retak pada beton. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode *direct*.



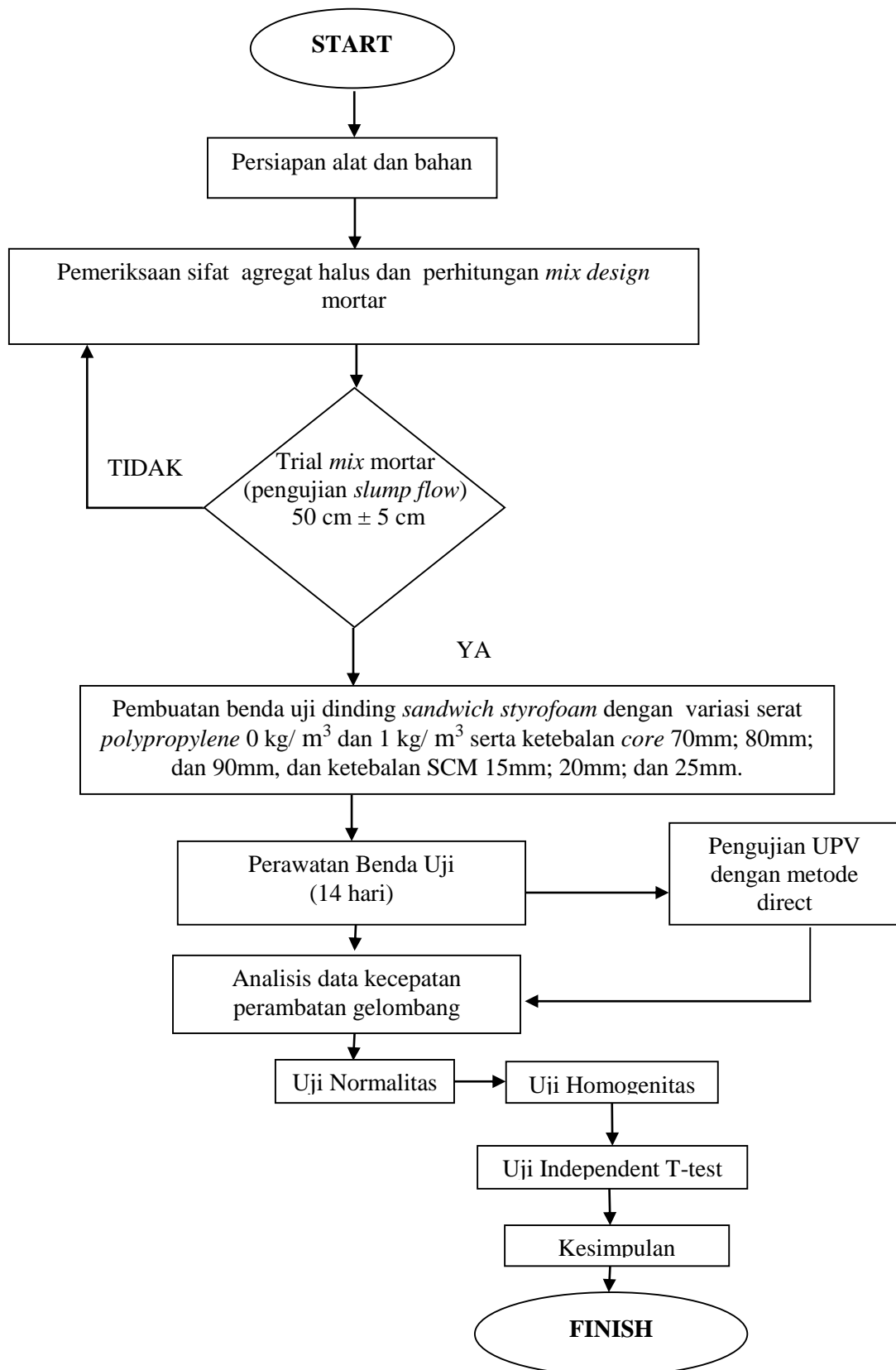
Gambar 40. *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)*
(Sumber: Faqih, 2014)

E. Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang digunakan untuk mencari hubungan sebab akibat satu dengan yang lain dan membandingkan hasilnya. Data-data yang digunakan lebih lanjut berupa data primer yang diperoleh dari hasil pengukuran dalam eksperimen yang dilakukan.

Benda uji Dinding *Sandwich Styrofoam (DDS)* dengan variasi serat *polypropylene* (0 kg/m^3 dan 1 kg/m^3), dan ketebalan core 70mm; 80mm; dan 90mm yang masing-masing core dibuat benda uji sebanyak 4 buah dan 2 variasi serat *polypropylene*. Benda uji yang dibuat menggunakan bahan tambah berupa *sikamen NN* sebanyak 1,2% dari berat semen, sehingga total benda uji adalah 12 buah. Untuk ukuran dimensi plat dinding sandwich styrofoam yang akan di uji yaitu 600mm x 400mm x 120mm.

Benda uji dinding *core styrofoam* memiliki tiga sampel ketebalan, yaitu ketebalan *core* 90 mm, 80 mm dan 70 mm, dengan ketebalan plesteran SCM untuk *core* 90 mm tiap sisi plesteran SCM mempunyai ketebalan 15 mm, *core* 80 mm tiap sisi plesteran SCM mempunyai ketebalan 20 mm, sedangkan untuk *core styrofoam* dengan ketebalan 70 mm pada tiap sisi memiliki plesteran SCM dengan tebal 25 mm, sehingga tinggi dari dinding *styrofoam* untuk semua benda uji adalah 120 mm. Selain ketebalan plesteran SCM yang berbeda. Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti diagram alir di bawah ini:



Gambar 41. Diagram alir pelaksanaan penelitian

Berdasarkan Gambar 48 diagram alir penelitian di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan Alat dan Benda Uji

Tahap persiapan alat dan benda uji merupakan suatu tahapan dimana segala sesuatu yang berkaitan dengan pembuatan benda uji dipersiapkan dengan baik. Mulai dari mempersiapkan alat, bahan, tempat, perhitungan *mix design* dan teknis pelaksanaan.



(a) Pasir



(b) Semen dan Air



(c) Sikamen NN



(d) Polypropylene

Gambar 42. Persiapan Bahan

2. Tahap Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang dibuat berupa dinding *styrofoam* dengan tebal *core* 90 mm, 80 mm dan 70 mm. Penambahan serat *polypropylene* pada lapis mortar yang diaplikasikan pada kedua sisi dinding dengan menggunakan campuran 1 PC : 4 PS : f.a.s 0,9 dimana variasi ketebalan mortar sebesar 15 mm, 20 mm dan 25 mm. Lapisan dari dinding *styrofoam* ini antara lain:

a. Lapisan inti atau *core*

Lapisan inti (*core*) dinding berupa beton ringan *styrofoam* dengan tiga variasi ketebalan yaitu 90 mm, 80 mm dan 70 mm. Pada pelaksanaannya, pencampuran beton *styrofoam* dilakukan dengan cara manual atau tanpa menggunakan mesin pencampur, yaitu dengan cara mencampur kebutuhan material pembuat *core* (pasir, semen, air, dan *styrofoam*) dimasukkan secara berkala kedalam bak pengaduk. Pengadukan material *core* dilakukan didalam ruangan karena *styrofoam* mempunyai berat satuan yang sangat ringan sehingga jika terkena angin maka *styrofoam* akan berterbangan sehingga jika tidak diaduk didalam ruangan dikhawatirkan *styrofoam* yang beratnya sudah ditimbang sesuai rencana akan terbang dan mengurangi jumlah material rencana.

Menurut SNI 1972-2008, pengujian *slump* adalah cara untuk mengukur homogenitas dan tingkat kelecakan suatu adukan.

Pengertian *slump* sendiri adalah besarnya penurunan adukan yang ditinjau dari kerucut *Abrams*. Nilai *slump* berbanding lurus dengan kadar air adukan beton atau mortar, sehingga akan berbanding terbalik dengan kekuatan beton.

Pada pencampuran beton ringan *styrofoam* pengujian *slump* yang digunakan sama dengan pengujian *slump* pada beton normal yaitu berdasarkan tinggi. Menurut Tjokrodinuljo (2007), cara pengujian *slump* adalah sebagai berikut.

- 1) Kerucut *abrams* diletakkan pada tempat yang rata dan tidak menyerap air, dengan diameter yang besar dibawah dan yang kecil diatas.
- 2) Adukan dimasukan dalam kerucut *abrams* sebanyak sepertiga volume corong.
- 3) Adukan dalam corong ditusuk 25 kali.
- 4) Kemudian adukan kedua dimasukkan, volume sebanyak adukan yang pertama dan ditusuk. Tusukan jangan sampai menusuk adukan yang pertama.
- 5) Bila adukan kedua telah ditusuk maka adukan yang ketiga dimasukkan dan ditusuk sebagaimana adukan sebelumnya.
- 6) Setelah adukan ketiga selesai ditusuk maka permukaan beton diratakan dengan permukaan corong.
- 7) Diamkan selama 60 detik.

- 8) Tarik kerucut *abrams* ke arah vertikal dan perhatikan penurunan bagian atas adukan.
- 9) Ukur dan catat penurunannya. Besar penurunan adukan beton tersebut dinamakan nilai *slump*.

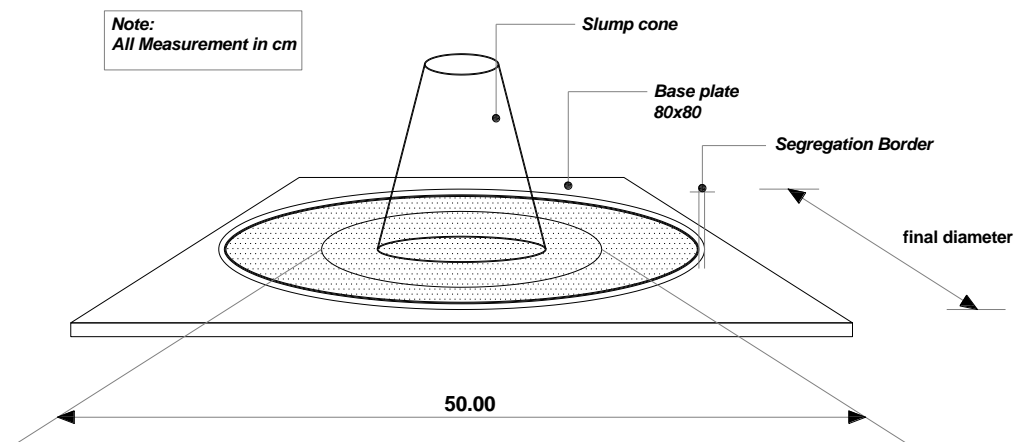
Menurut SNI 03-2458-1991 tentang beton segar, pengujian *slump* dilakukan paling lama 5 menit setelah pengadukan dan pembentukan benda uji paling lama 15 menit setelah pengadukan.

b. Lapisan Kulit

Lapisan kulit dibuat dari *self compacting mortar* yang diperkuat menggunakan jaringan kawat (*wiremesh*). Pengecoran kulit pada pengecoran ini dilakukan setelah beton *core styrofoam* berumur 7 hari. Mortar dapat memadat dengan sendirinya yang biasa dikenal dengan *self compacting*, maka mortar diberi bahan tambah berupa *sikamen NN* dan serat *polypropylene*. Variasi ketebalan lapisan mortar berdasarkan dari ketebalan *core* yaitu *core* 90 mm, 80 mm dan 70 mm, maka ketebalan plesteran SCM untuk *core* 90 mm maka plesteran SCM yang digunakan setebal 15 mm, untuk *core* 80 mm plesteran SCM yang digunakan setebal 20 mm pada tiap sisinya dan untuk ketebalan *core* 70 mm digunakan plesteran SCM setebal 25 mm pada masing-masing sisinya sehingga tinggi benda uji dinding *styrofoam* pada semua benda uji adalah 120 mm. Pengujian *slump flow* dilakukan saat pengecoran

mortar untuk plesteran. Berikut adalah teknis pengujian *slump flow* dalam penelitian ini:

- 1) Kerucut Abrams (*Abrams' cone*) atau *slump cone*; Alas yang kedap air, berukuran 800mmx800mm, yang telah diberi tanda ditengah-tengah dengan diameter 500mm.
- 2) Pelaksanaan pengujian
 - a) Bahan adukan dipersiapkan terlebih dahulu, alas dan bagian dalam *slump cone* dibersihkan terlebih dahulu.
 - b) *Slump cone* diletakkan tepat ditengah diameter yang sudah dibuat, kemudian ditekan dengan kuat, agar tidak ada mortar yang menyebar keluar, apabila ada sisa kelebihan mortar, segera dibersihkan/dibuang.
 - c) Mengangkat secara bebas vertikal dan biarkan beton mengalir bebas, kemudian secara bersamaan, *stopwatch* dimulai dan dicatat pada saat adukan beton mencapai diameter 500 mm sebagai waktu T_{500} (sec).
 - d) Mengukur diameter akhir dari mortar yang tersebar dalam kedua arah yang saling tegak lurus, kemudian dirata-rata hasilnya, dan didapatkan sebagai nilai *slump flow*.
- 3) Interpretasi hasil penelitian: Nilai slump yang tinggi, semakin besar kemampuan untuk mengisi begesting akibat berat sendiri. Untuk *self compacting* mortar diperlukan minimal nilai *slump flow* 500 ± 50 mm.



Gambar 43. Metode Pengujian *Slump Flow*
(Sumber: Agus, dkk: 2010)



Gambar 44. Pencampuran Material Lapis Kulit



Gambar 45. Material di dalam bekisting

3. Tahap Perawatan Benda Uji

Perawatan merupakan tahap yang paling penting terutama pada umur mudanya, karena hidrasi relatif cepat pada hari-hari pertama. Kehilangan air yang cepat juga menyebabkan beton menyusut, dan akan terjadi tegangan tarik pada beton yang sedang mengering sehingga dapat menimbulkan retak. Beton yang dirawat selama 7 hari akan lebih kuat sekitar 50% daripada yang tidak dirawat (Nugraha dan Antoni, 2007).

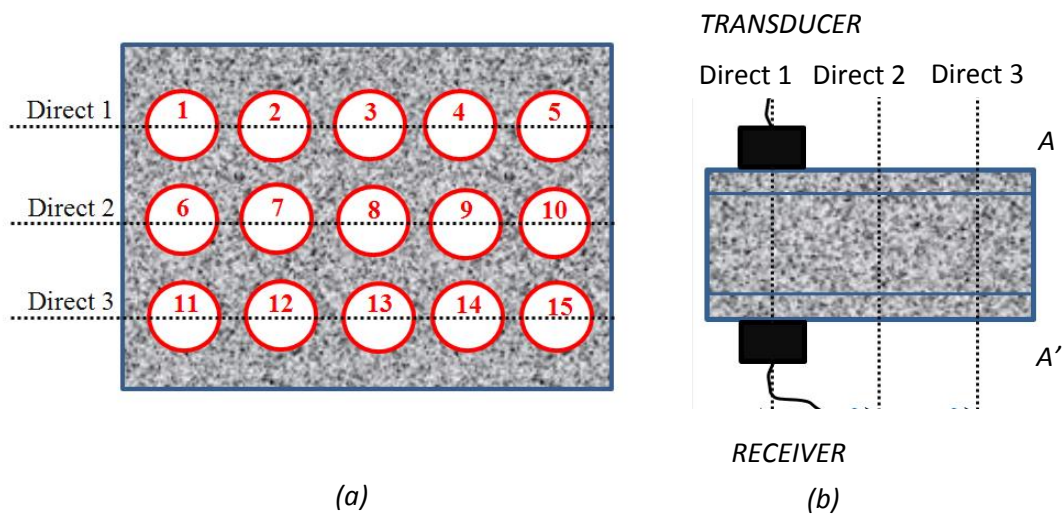
Perawatan benda uji yang biasa dilakukan di laboratorium maupun di lapangan diantaranya adalah dengan cara merendamkan karung goni dengan air lalu selimutkan pada plat atau benda uji, tujuan cara tersebut sebenarnya adalah agar kelembaban benda uji dapat terjaga dengan baik. Perawatan dilakukan dengan tujuan agar mendapatkan kuat tekan beton yang tinggi, menjadikan benda uji semakin awet, kedap terhadap air, dan tahan aus.



Gambar 46. Perawatan Benda Uji

4. Tahap Pengujian Benda Uji

Pada tahap ini pengujian menggunakan pengujian Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) dengan metode *direct*, metode tersebut digunakan untuk mencari kecepatan perambatan gelombang *ultrasonic*. Cara pengujiannya dilakukan pada benda uji plat dengan ukuran dimensi 600mm x 400mm x 120mm yang terdapat 15 titik di setiap baris terdapat 5 titik dan dalam plat terdapat 3 baris, sisi permukaan A yaitu dengan *transducer* di letakkan pada titik yang sudah disiapkan, dan *receiver* yang mengikuti titik *transducerr* sesuai urutan titik pada permukaan A', sehingga didapat rangkaian *travel time*. Jarak langsung antara kedua *transduser* tersebut akan mendapatkan mendapatkan kecepatan gelombang.



Keterangan :

T : Transducer

R : Receiver

(a) : Potongan penampang pengujian UPV metode direct

(b) : Pengujian UPV metode direct tampak samping

Gambar 47. Setting Pengujian dengan Menggunakan Metode Direct

5. Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi :

- a. Pengujian slump flow
- b. Jarak transduser
- c. Diameter dan berat benda uji
- d. Travel time
- e. Kecepatan perambatan gelombang *ultrasonic*

Kemudian data tersebut dianalisis dan disajikan secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk grafik dan table untuk mengetahui efek variasi serat *polypropylene* terhadap kecepatan perambatan gelombang ultrasonic pada *self compacting mortar* (SCM) dengan dinding *Styrofoam* (DS). Setelah mendapatkan data kecepatan perambatan lalu pengecekan data dengan menggunakan *software* SPSS memasukkannya dan mendapatkan data kehomogenitasan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

Setiap pengujian yang dilakukan maupun untuk perencanaan komposisi campuran mortar ataupun beton, mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku tetapi apabila terdapat hal-hal yang tidak tercantum pada SNI maka digunakan peraturan internasional yaitu ASTM, tahap akhir sebelum dilakukan penganalisa data adalah pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV). Dari awal dilakukan pemeriksaan terhadap bahan-bahan yang digunakan dengan teliti, hasil yang diperoleh sesuai mutunya dan proses pengadukan yang benar serta perawatan benda uji (*curing*) sesuai dengan ketentuan maka akan didapatkan komposisi yang baik.

Tahapan pertama yang dilakukan adalah pengujian di laboratorium terhadap bahan-bahan/material yang akan digunakan. Tahap selanjutnya adalah merencanakan komposisi mortar yang akan digunakan untuk perencanaan komposisi campuran mortar yang dihasilkan memiliki sifat karakteristik yang baik sesuai dengan tujuan penelitian.

Pada penelitian ini material penyusunnya adalah ketebalan dinding *Styrofoam* (DS) dan mortar atau *Self Compacting Mortar* (SCM) yang berbeda sehingga komposisi campurannya juga berbeda. Berikut adalah hasil pengujian agregat, hasil perhitungan komposisi campuran *core* dan *mortar*, UPV digunakan untuk pengujian kecepatan perambatan gelombang

ultrasonik. Adapaun hasil pengujian agregat, hasil perhitungan komposisi campuran adukan sebagai berikut:

1. Pengujian Agregat Halus

Tabel 7 . Pengujian agregat halus

No.	Jenis pengujian	Hasil pengujian
1	Berat jenis alami	3,57 gr/ml
2	Berat jenis SSD	2,7 gr/ml
3	Bobot isi pasir	1,2098 kg/lt
4	Kadar air alami	1,545%
5	Kadar air SSD	1,7%
6	Kadar lumpur	1,295%

Tabel 8. Modulus kehalusan butir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Persen Tertinggal (%)	Persen Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Tembus Kumulatif (%)
9,60	3,05	0,31	0,31	99,69
4,80	4,33	0,43	0,74	99,26
2,40	218	2,18	2,92	97,08
1,20	120	12,02	14,94	85,06
0,60	446	44,68	59,62	40,38
0,30	309	30,95	90,57	9,43
0,15	94	9,42	99,99	0,01
< 0,15	0,11	0,01	-	-
Total	998,29	100	269,09	0

Berdasarkan Tabel 8 diatas dihasilkan pasir Progo yang digunakan termasuk dalam zone 2, yaitu pasir agak kasar dengan modulus kehalusan butir sebesar 2,6909.

2. Proporsi Campuran (*Mix Design*)

Sebelum melakukan pembuatan benda uji hal yang perlu diperhatikan adalah menentukan jumlah takaran/proporsi dalam pembuatan benda uji. Proporsi dalam pembuatan benda uji merupakan bagian terpenting dalam sebuah penelitian karena akan menentukan baik tidaknya suatu beton yang

dihasilkan. Berdasarkan SNI 2847-2013 pemilihan proporsi campuran untuk beton harus dibuat dengan tingkat kelecakan dan konsistensi yang tinggi agar beton mudah dicor kedalam cetakan dengan berbagai kondisi pelaksanaan pengecoran yang harus dilakukan, tanpa terjadi *degrgasi* atau *bleeding* yang berlebih.

Dalam penelitian ini dinding *styrofoam* memiliki dua lapis ketebalan yang berbeda yaitu pada bagian lapis kulit (SCM) dan lapisan *core*, dimana ketebalan total dari SCM dan *core* adalah 120 mm. Ketebalan *core* tersebut antara lain 90 mm, 80 mm dan 70 mm untuk ketebalan dari SCM tersebut adalah 15 mm, 20 mm dan 25 mm untuk masing-masing sisi dari plat tersebut. Dalam penelitian ini proporsi campuran *core* atau inti dinding berbeda dengan lapis kulitnya yaitu mortar SCM, dikarenakan adanya penambahan bahan berupa serat *polypropylene* dan *sikamen NN* pada campuran lapis kulit dan *styrofoam* pengganti agregat kasar pada campuran *core*. Berikut ini adalah *mix design* yang digunakan:

a. *Mix Design Core* atau Inti Dinding

Untuk menentukan kebutuhan material penyusun *core* diperlukan perhitungan dari setiap material yang digunakan, kebutuhannya ialah:

1) Kebutuhan *Styrofoam* untuk setiap 1 m³

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Amin (2012) dan Ayu (2012), menunjukkan bahwa komposisi optimum pada beton ringan *styrofoam* adalah 80% (volume) *styrofoam*, dan 20% (volume) pasir. Dalam penelitian ini ketebalan *core* atau inti

dinding 90 mm, 80 mm dan 70 mm. Sedangkan proporsi campuran yang digunakan pada penelitian ini tiap 1 m³, yaitu:

Tabel 9. Kebutuhan material tiap meter kubik

No	Material	Kebutuhan Material Per Meter Kubik (kg/m ³)
1	<i>Styrofoam</i>	14,3
2	Semen	350
3	Pasir	435,7
4	Air	200

2) Kebutuhan Material 12 buah *Core*.

Dalam menentukan campuran 2 buah beton *core*, setiap lapisan *core* 90 mm, 80 mm dan 70 mm lapis mortar 15 mm, 20 mm dan 25 mm dengan campuran serat 0 kg/m³ dan 1 kg/m³ ini maka diperlukan proporsi untuk bahan material sehingga beton yang dihasilkan sesuai dengan jumlah target dalam perencanaan dan untuk itu langkah pertama dalam menentukan desainnya diperlukan perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{a) Volume } core &= 0,6 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 0,09 \text{ m} &= 0,0288 \text{ m}^3 \\
 &= 0,6 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 0,08 \text{ m} &= 0,0192 \text{ m}^3 \\
 &= 0,6 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} &= 0,0168 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 4 } core &= 0,0288 \text{ m}^3 \times 4 = 0,1152 \text{ m}^3 \\
 &= 0,0192 \text{ m}^3 \times 4 = 0,0768 \text{ m}^3 \\
 &= \underline{0,0168 \text{ m}^3 \times 4 = 0,0672 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah} = 0,2592 \text{ m}^3$$

Maka, volume *core* yang digunakan sebesar 0,2592 m³ untuk volume 4 buah *core*.

Tabel 10. Volume dinding *sandwich styofoam*

No.	Nama Benda Uji Dinding	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume Dinding (m ³)
1	DS 70 ₀ BU 1	0,6	0,4	0,12	0,0288
2	DS 70 ₀ BU 2	0,6	0,4	0,12	0,0288
3	DS 70 ₁ BU 1	0,6	0,4	0,12	0,0288
4	DS 70 ₁ BU 2	0,6	0,4	0,12	0,0288
5	DS 80 ₀ BU 1	0,6	0,4	0,12	0,0288
6	DS 80 ₀ BU 2	0,6	0,4	0,12	0,0288
7	DS 80 ₁ BU 1	0,6	0,4	0,12	0,0288
8	DS 80 ₁ BU 2	0,6	0,4	0,12	0,0288
9	DS 90 ₀ BU 1	0,6	0,4	0,12	0,0288
10	DS 90 ₀ BU 2	0,6	0,4	0,12	0,0288
11	DS 90 ₁ BU 1	0,6	0,4	0,12	0,0288
12	DS 90 ₁ BU 2	0,6	0,4	0,12	0,0288
Jumlah					0,3456

Keterangan: DS 70₀ BU 1 = DS adalah Dinding *Styrofoam*, 70₀ adalah tebal core 70 mm menggunakan tambahan serat *polypropylene* 0 kg/m³, BU 1 adalah benda uji nomor benda uji 1.

Pada penelitian ini benda uji yang dibuat adalah sebanyak 12 buah dinding *styrofoam*. Tabel 11, 12 dan 13 dibawah ini adalah kebutuhan total material total 4 buah *core* tebal 90 mm, 4 buah *core* tebal 80 mm dan 4 buah *core* tebal 70 mm. Dengan penggunaan *Sikamen NN* sebesar 1,2% dari berat semen yang digunakan.

Tabel 11. Kebutuhan material total 4 *core* tebal 90 mm

No	Nama Material	Volume 4 Core (m ³)	Kebutuhan Material Per Meter Kubik (kg/m ³)	Kebutuhan Material 4 Buah Core (kg)	Kebutuhan Total Material 4 Buah Core (setelah ditambah 20%) (kg)
1	<i>Styrofoam</i>	0,1152	14,3	1,65	1,98
2	Pasir	0,1152	350	40,32	48,38
3	Air	0,1152	435,7	50,19	60,23
4	Semen	0,1152	200	23,04	27,65

Tabel 12. Kebutuhan material total 4 core tebal 80 mm

No	Nama Material	Volume 4 Core (m ³)	Kebutuhan Material Per Meter Kubik (kg/m ³)	Kebutuhan Material 4 Buah Core (kg)	Kebutuhan Total Material 4 Buah Core (setelah ditambah 20%) (kg)
1	<i>Styrofoam</i>	0,0768	14,3	1,10	1,32
2	Pasir	0,0768	350	26,88	32,26
3	Air	0,0768	435,7	33,46	40,15
4	Semen	0,0768	200	15,36	18,43

Tabel 13. Kebutuhan material total 4 core tebal 70 mm

No	Nama Material	Volume 4 Core (m ³)	Kebutuhan Material Per Meter Kubik (kg/m ³)	Kebutuhan Material 4 Buah Core (kg)	Kebutuhan Total Material 4 Buah Core (setelah ditambah 20%) (kg)
1	<i>Styrofoam</i>	0,0672	14,3	0,96	1,15
2	Pasir	0,0672	350	23,53	28,22
3	Air	0,0672	435,7	29,28	35,13
4	Semen	0,0672	200	13,44	16,13

3) Pengambilan Specimen

Setiap benda uji yang dibuat diambil 2 buah specimen silinder untuk diuji kuat tekan dan kuat tarik belah

a) Volume silinder = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,15 \text{ m})^2 \cdot 0,3 \text{ m} = 0,0053 \text{ m}^3$

b) Volume 2 buah silinder $0,0053 \text{ m}^3 \times 2 = 0,0106 \text{ m}^3$

Tabel 14. Kebutuhan material specimen

No	Material	Kebutuhan Material (kg/m ³)	Volume Total 2 Buah Core (m ³)	Kebutuhan Material 2 Buah Core (kg)	Kebutuhan Total Material 2 Buah Core (setelah ditambah 20%) (kg)
1	<i>Styrofoam</i>	0,08	0,0106	0,15	0,18
2	Pasir	1,86	0,0106	4,62	5,55
3	Air	2,31	0,0106	2,12	2,55
4	Semen	1,06	0,0106	3,71	4,46

b. *Mix Design Plesteran (Self Compacting Mortar)*

Lapisan plesteran dengan tebal 15 mm, 20 mm dan 25 mm yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *self compacting mortar*, dengan penambahan serat *polypropylene* sebanyak 0 kg/m³ dan 1 kg/m³, dengan tambahan *sikamen NN*. Mortar jenis ini dapat memadat dengan sendirinya tanpa menggunakan alat bantu pemadat. *Sikamen NN* yang digunakan dalam penelitian ini ditambahkan air 200 ml, tambahan air berasal dari jumlah air dari kebutuhan. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan untuk kebutuhan material dalam pembuatan lapis kulit atau *self compacting mortar*:

1) Kebutuhan Agregat

Dalam penelitian ini perbandingan volume yang digunakan antara semen dan pasir adalah 1 : 4 : f.a.s 0,9. Berikut adalah perhitungan konversi perbandingan volume menjadi perbandingan berat:

$$\text{Semen} = \frac{\text{bobot isi semen}}{\text{bobot isi semen}} = \frac{1 \cdot 1,5}{1,5} = 1$$

$$\text{Pasir} = \frac{\text{berat pasir}}{\text{berat semen}} = \frac{4 \cdot 1,5}{1,5} = 4$$

$$\text{Air} = 0,9$$

Tabel 15. Perbandingan agregat

No	Material	Perbandingan Volume	Bobot Isi	Perbandingan Berat
1	Semen	1	1,5	1
2	Pasir	4	1,5	4
3	Air	0,9	1	0,9
Jumlah				5,9

2) Kebutuhan Material Per Meter Kubik

Untuk mengetahui kebutuhan material per meter kubik dilakukan perbandingan dengan berat jenis mortar segar yaitu 2250 kg/m^3 . Perbandingan berat yang digunakan dalam penelitian ini antara semen, pasir, dan f.a.s adalah 1 : 4 : 0,9. Sehingga didapat perbandingan persamaan perhitungan sebagai berikut.

$$2250 \text{ kg/m}^3 = 1x + 4x + 0,9x$$

$$2250 \text{ kg/m}^3 = 5,9x$$

$$x = 318,4 \text{ kg/m}^3$$

Jadi kebutuhan bahan material dalam plesteran SCM tiap meter kubiknya dapat dilihat pada tabel 16 dibawah ini:

Tabel 16. Kebutuhan *self compacting mortar*

No.	Nama Material	Kebutuhan Meterial Per Meter Kubik (kg)
1	Pasir	381,4
2	Semen	1525,4
3	f.a.s	343,2
4	<i>Sikamen NN</i>	3,88
5	<i>Serat Polypropylene</i>	0
		1

Keterangan:

Penggunaan *Sikamen NN* dalam penelitian ini adalah sebanyak 1,2% dari berat semen.

3) Kebutuhan Plesteran SCM untuk *Trial Mix*

$$\text{a) Volume silinder} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,15 \text{ m})^2 \cdot 0,3 \text{ m} = 0,0053 \text{ m}^3$$

$$\text{b) Volume 2 buah silinder} = 0,0053 \text{ m}^3 \times 2 = 0,0106 \text{ m}^3$$

Tabel 17. Kebutuhan material 2 silinder SCM

No	Material	Kebutuhan Material 1 Silinder (kg)	Kebutuhan Material 2 Silinder (kg)	Kebutuhan Material 2 Silinder (kg)(setelah ditambah 20%) (kg)
1	Semen	2,02	4,05	4,85
2	Pasir	8,09	16,18	19,42
3	Air	1,82	3,46	4,37
4	Sikamen NN	0,012	0,021	0,025

4) Kebutuhan Material 12 Lapisan Kulit SCM Panel Dinding

Dalam menentukan menentukan proporsi campuran 12 lapis kulit dinding *styrofoam* dalam penelitian ini terlebih dahulu menghitung volume SCM panel dinding tersebut.

$$a) \text{ Volume SCM} = 0,6 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 0,015 \text{ m} = 0,0036 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume SCM} = 0,6 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 0,020 \text{ m} = 0,0048 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume SCM} = 0,6 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 0,025 \text{ m} = 0,0060 \text{ m}^3$$

$$b) \text{ Volume 4 SCM} = 0,0036 \text{ m}^3 \times 4 = 0,0144 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume 4 SCM} = 0,0048 \text{ m}^3 \times 4 = 0,0192 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume 4 SCM} = 0,0060 \text{ m}^3 \times 4 = 0,0240 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Total} = 0,0576 \text{ m}^3$$

Tabel 18. Volume 12 *self compacting mortar* 2 lapis

No	Nama Benda Uji Dinding	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume Dinding (m ³)
1	SCM 15 ₀ BU 1	0,6	0,4	0,015	0,0072
2	SCM 15 ₀ BU 2	0,6	0,4	0,015	0,0072
3	SCM 15 ₁ BU 1	0,6	0,4	0,015	0,0072
4	SCM 15 ₁ BU 2	0,6	0,4	0,015	0,0072
5	SCM 20 ₀ BU 1	0,6	0,4	0,020	0,0096
6	SCM 20 ₀ BU 2	0,6	0,4	0,020	0,0096
7	SCM 20 ₁ BU 1	0,6	0,4	0,020	0,0096

No	Nama Benda Uji Dinding	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume Dinding (m ³)
8	SCM 20 ₁ BU 2	0,6	0,4	0,020	0,0096
9	SCM 25 ₀ BU 1	0,6	0,4	0,025	0,0120
10	SCM 25 ₀ BU 2	0,6	0,4	0,025	0,0120
11	SCM 25 ₁ BU 1	0,6	0,4	0,025	0,0120
12	SCM 25 ₁ BU 2	0,6	0,4	0,025	0,0120
Jumlah					0,1152

Keterangan: SCM 25₀ BU 1 = SCM adalah *Sef Compacting Mortar*, 25₀ adalah tebal lapis kulit menggunakan tambahan serat *polypropylene* 0 kg/m³, BU 1 adalah benda uji nomor benda uji 1.

Pada penelitian ini benda uji yang dibuat sebanyak 12 dinding *styrofoam*, dengan 3 variasi ketebalan *core* yang berbeda yaitu 90 mm, 80 mm dan 70 mm. Tebal *core styrofoam* 90 mm memiliki tebal lapis *self compacting mortar* 15 mm, *core styrofoam* 80 mm memiliki tebal lapis *self compacting mortar* 20 mm dan dinding *styrofoam* dengan *core* 70 mm memiliki lapis kulit mortar setebal 25 mm. Tiap mortar memiliki 2 variasi serat yaitu 0 kg/m³ dan 1 kg/m³ setiap variasi memiliki 2 benda uji dan tiap variasi ketebalan dinding *styrofoam* terdapat *wiremesh* sebagai penguat lapisan SCM.

Kebutuhan material untuk 8 lapis kulit SCM dinding *styrofoam*:

Tabel 19. Kebutuhan material 8 SCM panel dinding tebal 15 mm

No	Nama	Volume 8 SCM (m ³)	Kebutuhan Material per Meter Kubik (kg/m ³)	Kebutuhan Material 8 SCM (kg)	Kebutuhan Material 8 SCM Setelah Ditambah 20% (kg)
1	Semen	0,0288	381,4	10,98	13,18
2	Pasir	0,0288	1525,4	43,94	52,72
3	Air	0,0288	343,2	9,88	11,86
4	<i>Sikamen NN</i>	0,0288	3,880	0,23	0,14

Tabel 20. Kebutuhan material 8 SCM panel dinding tebal 20 mm

No	Nama	Volume 8 SCM (m ³)	Kebutuhan Material per Meter Kubik (kg/m ³)	Kebutuhan Material 8 SCM (kg)	Kebutuhan Material 8 SCM Setelah Ditambah 20% (kg)
1	Semen	0,0384	381,4	14,64	17,58
2	Pasir	0,0384	1525,4	58,58	70,3
3	Air	0,0384	343,2	13,18	15,82
4	<i>Sikamen NN</i>	0,0384	3,880	0,14	0,18

Tabel 21. Kebutuhan material 8 SCM panel dinding tebal 25 mm

No	Nama	Volume 8 SCM (m ³)	Kebutuhan Material per Meter Kubik (kg/m ³)	Kebutuhan Material 8 SCM (kg)	Kebutuhan Material 8 SCM Setelah ditambah 20% (kg)
1	Semen	0,0480	381,4	18,3	21,96
2	Pasir	0,0480	1525,4	73,2	87,86
3	Air	0,0480	343,2	16,48	19,76
4	<i>Sikamen NN</i>	0,0480	3,880	0,18	0,22

Tabel 22. Kebutuhan serat *polypropylene* Total 8 SCM panel dinding tebal 15 mm

No	Volume 8 SCM (m ³)	Kebutuhan Serat <i>Polypropylene</i> Per Meter Kubik (kg/m ³)	Kebutuhan Serat <i>Polypropylene</i> 8 SCM Panel Dinding Setelah Ditambah 20% (kg)
1	0,0288	0	0
2	0,0288	1	0,0346

Tabel 23. Kebutuhan serat *polypropylene* total 8 SCM panel dinding tebal 20 mm

No	Volume 8 SCM (m ³)	Kebutuhan Serat <i>Polypropylene</i> Per Meter Kubik (kg/m ³)	Kebutuhan Serat <i>Polypropylene</i> 8 SCM Panel Dinding Setelah Ditambah 20% (kg)
1	0,0384	0	0
2	0,0384	1	0,0460

Tabel 24. Kebutuhan serat *polypropylene* total 8 SCM panel dinding tebal 25 mm

No	Volume 4 SCM (m ³)	Kebutuhan Serat <i>Polypropylene</i> Per Meter Kubik (kg/m ³)	Kebutuhan Serat <i>Polypropylene</i> 4 SCM Panel Dinding Setelah Ditambah 20% (kg)
1	0,0480	0	0
2	0,0480	1	0,0576

3. Sifat Mekanik Dinding *Styrofoam*

Benda uji dalam penelitian ini memiliki ketebalan *core* 90 mm, 80 mm dan 70 mm serta memiliki tebal lapis *self compacting mortar* 15 mm, 20 mm dan 25 mm, dengan variasi serat *polypropylene* 0 kg/m³ dan 1 kg/m³. Lapis *self compacting mortar* terletak pada kedua sisi *core styrofoam*. Dalam benda uji ini juga diperkuat dengan kawat kasa yang memiliki sisi 50 mm x 50 mm, penambahan kawat kasa ini dimaksudkan untuk memperkuat tegangan lentur pada saat menerima beban. Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 12 panel dinding *styrofoam*. Data mekanik benda uji dinding *styrofoam* dapat dilihat pada Tabel 25 dibawah ini:

Tabel 25. Data mekanik dinding *styrofoam*

No	Notasi Benda Uji	Tebal <i>Core</i> (mm)	Tebal <i>Self Compacting Mortar</i> (mm)	Variasi Serat <i>Polypropylene</i> (kg/m ³)	Nilai Slump <i>Flow Plesteran</i> (mm)	Tebal (mm)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Berat (kg)
1	DS 90 ₀ BU 1	90	15	0	630	119,5	603,70	400,00	35,92
2	DS 90 ₀ BU 2	90	15	0	630	118,8	600,40	366,00	36,60
3	DS 90 ₁ BU 1	90	15	1	526	120,5	606,20	400,60	35,5
4	DS 90 ₁ BU 2	90	15	1	526	121,3	605,50	400,00	33,50
5	DS 80 ₀ BU 1	80	20	0	630	118,3	604,00	403,20	39,71
6	DS 80 ₀ BU 2	80	20	0	630	121,5	603,30	400,98	41,28
7	DS 80 ₁ BU 1	80	20	1	526	122,6	604,90	400,98	37,16
8	DS 80 ₁ BU 2	80	20	1	526	118,8	603,40	400,6	37,15
9	DS 70 ₀ BU 1	70	25	0	630	119,7	600,70	400,00	40,50
10	DS 70 ₀ BU 2	70	25	0	630	121,0	604,20	400,70	39,16
11	DS 70 ₁ BU 1	70	25	1	526	120,6	602,80	402,30	38,91
12	DS 70 ₁ BU 2	70	25	1	526	120,3	601,40	400,30	41,71

Keterangan: DS 70₀ BU 1 = DS adalah Dinding *Styrofoam*, 70₀ adalah tebal core 70 menggunakan tambahan serat *polypropylene* 0 kg/m³, BU 1 adalah benda uji nomor benda uji

4. Pengujian Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik pada Dinding *Styrofoam*

Dari pengujian UPV yang telah dilakukan didapatkan hasil pengujian kecepatan perambatan gelombang ultrasonik pada lapis *self compacting mortar* tebal 15 mm, 20 mm dan 25 mm dengan variasi serat *polypropylene* 0 kg/m³ dan 1 kg/m³. Dengan jumlah benda uji sebanyak 12 panel dinding *styrofoam*. Hasil dapat dilihat pada Tabel 26 dibawah ini.

Tabel 26. Hasil pengujian kecepatan perambatan ultrasonik pada DS

No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak Transducer (mm)	Trivel Time (Δt)	V (m/s)
1	DS 70 ₀ BU 1	A1	118,30	67,50	1,75
		A2	119,40	62,50	1,91
		A3	122,00	65,00	1,88
		A4	119,00	64,20	1,85
		A5	119,10	68,00	1,75
		A6	119,00	65,40	1,82
		A7	119,60	66,00	1,81
		A8	121,40	68,00	1,79
		A9	119,00	62,40	1,91
		A10	119,00	65,50	1,82
		A11	118,00	64,90	1,82
		A12	120,00	65,70	1,83
		A13	121,00	69,50	1,74
		A14	118,30	66,40	1,78
		A15	119,10	66,20	1,80
2	DS 70 ₀ BU 2	B1	123,80	54,50	2,27
		B2	121,40	56,70	2,14
		B3	120,30	48,20	2,50
		B4	119,50	52,60	2,27
		B5	117,70	54,50	2,16
		B6	121,00	60,00	2,02
		B7	121,40	56,50	2,15
		B8	120,90	50,20	2,41
		B9	119,40	51,30	2,33
		B10	118,30	53,50	2,21

No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak Transducer (mm)	Trivel Time (Δt)	V (m/s)
		B11	116,30	53,60	2,17
		B12	116,80	51,20	2,28
		B13	116,00	50,50	2,30
		B14	111,30	51,10	2,18
		B15	118,00	58,40	2,02
3	DS 70 ₁ BU 1	C1	121,00	97,60	1,24
		C2	122,00	95,50	1,28
		C3	120,80	91,90	1,31
		C4	120,00	93,50	1,28
		C5	120,50	91,50	1,32
		C6	121,00	93,80	1,29
		C7	120,50	98,20	1,23
		C8	120,60	95,90	1,26
		C9	119,80	90,60	1,32
		C10	120,50	94,40	1,28
		C11	120,10	96,90	1,24
		C12	120,00	89,30	1,34
		C13	121,00	94,40	1,28
		C14	119,00	92,50	1,29
		C15	120,20	91,70	1,31
4	DS 70 ₁ BU 2	D1	120,50	78,70	1,53
		D2	121,00	65,60	1,84
		D3	122,50	71,00	1,73
		D4	122,20	84,50	1,45
		D5	122,00	92,60	1,32
		D6	120,00	92,70	1,29
		D7	121,00	89,10	1,36
		D8	122,00	83,70	1,46
		D9	121,50	88,30	1,38
		D10	121,10	61,60	1,97
		D11	119,00	96,80	1,23
		D12	121,00	85,70	1,41
		D13	122,30	99,00	1,24
		D14	122,20	95,70	1,28
		D15	121,70	98,50	1,24
5	DS 80 ₀ BU 1	E1	116,60	57,50	2,03
		E2	116,90	64,60	1,81
		E3	116,80	66,00	1,77
		E4	116,80	63,40	1,84
		E5	118,10	62,10	1,90
		E6	118,00	60,50	1,95
		E7	118,30	60,20	1,97

No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak Transducer (mm)	Trivel Time (Δt)	V (m/s)
		E8	119,70	62,20	1,92
		E9	120,30	62,40	1,93
		E10	120,20	63,30	1,90
		E11	118,40	57,10	2,07
		E12	119,40	62,80	1,90
		E13	118,50	62,40	1,90
		E14	118,90	55,50	2,14
		E15	117,60	62,20	1,89
6	DS 80 ₀ BU 2	F1	123,70	54,10	2,29
		F2	120,40	50,40	2,39
		F3	121,40	56,00	2,17
		F4	121,90	58,50	2,08
		F5	120,50	62,60	1,92
		F6	124,00	55,70	2,23
		F7	120,50	54,50	2,21
		F8	123,00	54,30	2,27
		F9	122,00	56,30	2,17
		F10	119,50	64,20	1,86
		F11	122,20	63,70	1,92
		F12	120,30	59,10	2,04
		F13	121,60	61,70	1,97
		F14	121,40	60,30	2,01
		F15	120,00	58,60	2,05
7	DS 80 ₁ BU 1	G1	124,20	70,90	1,75
		G2	120,90	79,10	1,53
		G3	122,40	77,50	1,58
		G4	122,10	64,60	1,89
		G5	124,40	77,40	1,61
		G6	123,50	69,40	1,78
		G7	121,30	75,40	1,61
		G8	122,70	70,00	1,75
		G9	122,00	66,70	1,83
		G10	124,70	82,10	1,52
		G11	123,10	72,10	1,71
		G12	121,30	76,60	1,58
		G13	122,10	75,70	1,61
		G14	121,60	75,40	1,61
		G15	122,70	81,40	1,51
8	DS 80 ₁ BU 2	H1	117,60	86,10	1,37
		H2	118,30	65,60	1,80
		H3	119,40	63,10	1,89
		H4	121,10	62,50	1,94

No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak Transducer (mm)	Trivel Time (Δt)	V (m/s)
		H5	111,20	68,60	1,62
		H6	118,60	71,90	1,65
		H7	117,70	72,40	1,63
		H8	119,90	75,50	1,59
		H9	120,40	67,20	1,79
		H10	121,30	64,20	1,89
		H11	117,20	71,30	1,64
		H12	118,20	70,50	1,68
		H13	120,40	71,50	1,68
		H14	118,50	66,50	1,78
		H15	121,90	70,40	1,73
9	DS 90 ₀ BU 1	I1	120,00	84,50	1,42
		I2	120,20	67,00	1,79
		I3	120,00	70,40	1,70
		I4	119,00	75,40	1,58
		I5	119,20	77,60	1,54
		I6	119,00	74,20	1,60
		I7	121,20	68,10	1,78
		I8	120,00	72,20	1,66
		I9	118,20	73,20	1,61
		I10	120,40	75,20	1,60
		I11	121,00	68,20	1,77
		I12	120,20	68,60	1,75
		I13	119,20	73,20	1,63
		I14	118,00	69,50	1,70
		I15	118,20	76,30	1,55
10	DS 90 ₀ BU 2	J1	123,00	73,20	1,68
		J2	122,40	62,00	1,97
		J3	120,00	87,00	1,38
		J4	121,00	79,80	1,52
		J5	121,60	83,20	1,46
		J6	122,80	76,20	1,61
		J7	122,20	79,40	1,54
		J8	120,00	76,40	1,57
		J9	120,80	76,40	1,58
		J10	122,40	77,70	1,58
		J11	120,00	78,50	1,53
		J12	120,00	75,80	1,58
		J13	119,00	76,10	1,56
		J14	120,00	85,60	1,40
		J15	120,00	86,10	1,39
		K1	120,00	68,60	1,75

No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak Transducer (mm)	Trivel Time (Δt)	V (m/s)
11	DS 90 ₁ BU 1	K2	121,00	63,60	1,90
		K3	120,00	69,20	1,73
		K4	121,00	65,40	1,85
		K5	120,00	70,00	1,71
		K6	120,40	67,50	1,78
		K7	121,00	67,80	1,78
		K8	120,80	60,00	2,01
		K9	121,00	67,10	1,80
		K10	120,00	66,50	1,80
		K11	120,00	65,70	1,83
		K12	122,00	68,30	1,79
		K13	121,80	64,50	1,89
		K14	120,00	60,60	1,98
		K15	119,60	65,00	1,84
12	DS 90 ₁ BU 2	L1	119,80	55,10	2,17
		L2	120,00	55,30	2,17
		L3	120,00	52,90	2,27
		L4	120,00	55,30	2,17
		L5	121,00	57,40	2,11
		L6	120,50	54,60	2,21
		L7	122,00	53,10	2,30
		L8	121,70	58,15	2,09
		L9	121,00	55,70	2,17
		L10	121,50	61,50	1,98
		L11	119,80	62,50	1,92
		L12	118,50	53,90	2,20
		L13	118,70	52,90	2,24
		L14	119,00	54,00	2,20
		L15	121,30	57,40	2,11

Keterangan: DS 70₀ BU 1 = DS adalah Dinding Styrofoam, 70₀ adalah tebal core 70 mm menggunakan tambahan serat *polypropylene* 0 kg/m³, BU 1 adalah benda uji nomor benda uji 1.

B. Pembahasan

1. Uji Karakteristik Agregat

a. Modulus Kehalusan Butir (MKB)

Menurut Tjokrodinuljo (2007) modulus kehalusan butir (*fineness modulus*) ialah suatu indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Semakin besar nilai modulus halus butir suatu agregat berarti semakin besar butiran agregatnya. Pada umumnya, agregat halus mempunyai modulus kehalusan butir 1,5 sampai 3,8. Hasil pengujian modulus kehalusan butir terhadap agregat halus pasir Progo dapat dilihat pada Tabel 27.

Tabel 27. Modulus kehalusan butir

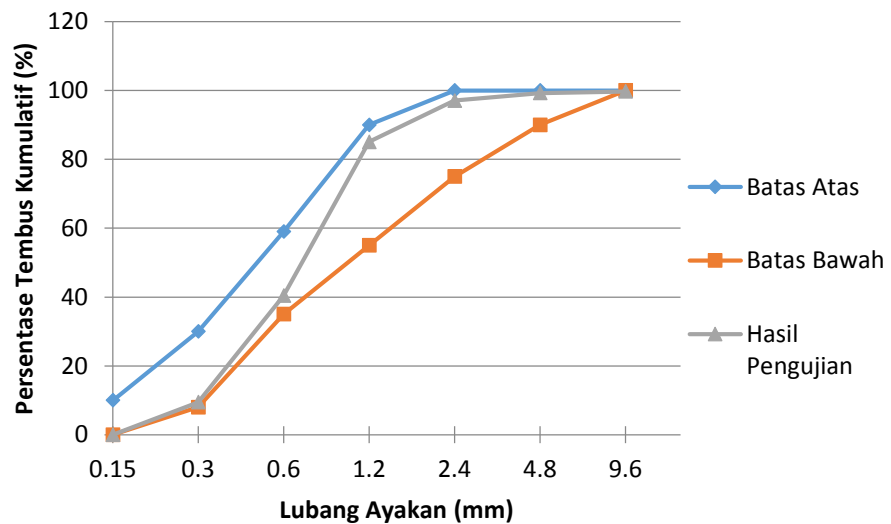
Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Persen Tertinggal (%)	Persen Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Tembus Kumulatif (%)
9,60	3,05	0,31	0,31	99,69
4,80	4,33	0,43	0,74	99,26
2,40	218	2,18	2,92	97,08
1,20	120	12,02	14,94	85,06
0,60	446	44,68	59,62	40,38
0,30	309	30,95	90,57	9,43
0,15	94	9,42	99,99	0,01
< 0,15	0,11	0,01	-	-
Total	998,29	100	269,09	0

Modulus kehalusan butir dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$MKB = \frac{\text{Persen tertinggal komulatif}}{100} \dots\dots\dots (3)$$

$$MKB = \frac{269,09}{100} = 2,69$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa modulus kehalusan butir pasir Progo sebesar 2,69 termasuk kedalam zona 2 yaitu pasir agak kasar. Menurut Tjokrodinuljo (2007) modulus halus butir agregat halus berkisar antara 1,5 sampai 3,8. Hasil pengujian ayakan tersebut masuk ke dalam persyaratan.



Gambar 48. Modulus kehalusan butir pasir Progo

b. Berat Jenis Pasir

Rumus berat pasir diperoleh dari:

$$BJ = \frac{\text{Berat pasir}}{\text{Berat air yang volumenya sama dengan benda uji}} \dots\dots\dots(4)$$

1) Pengujian berat jenis pasir alami

Berat jenis merupakan salah satu pemeriksaan terhadap terhadap agregat yang hasilnya diperoleh dari rasio antara massa padat agregat dan massa air yang volumenya sama. Berikut disajikan hasil uji berat jenis pasir alami pada Tabel 28 di bawah ini.

Tabel 28. Hasil uji berat jenis pasir alami

Pemeriksaan	Benda Uji I	Benda Uji II
Volume air (A)	150 ml	150 ml
Volume air + pasir (B)	178 ml	178 ml
Berat pasir (m)	100 gr	100 gr
Volume pasir (v = A-B)	28 ml	28 ml
Berat jenis (m/v)	3,57	3,57

Dari kedua sampel pasir alami yang diuji diperoleh hasil pemeriksaan berat jenis pasir alami rerata sebagai berikut.

$$BJ \text{ pasir alami rerata} = \frac{3,57 + 3,57}{2} = 3,57 \text{ gram/ml}$$

Didapat berat jenis pasir alami sebesar 3,57 gr/ml.

2) Pengujian berat jenis pasir SSD

Berat jenis pasir SSD merupakan salah satu pemeriksaan terhadap agregat yang diperoleh dari rasio antara massa padat agregat dan massa air saat kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering muka. Berikut ini hasil uji berat jenis pasir SSD pada Tabel 29.

Tabel 29. Hasil uji berat jenis pasir SSD

Pemeriksaan	Benda Uji I	Benda Uji II
Volume air (A)	150 ml	150 ml
Volume air + pasir (B)	188 ml	186 ml
Berat pasir (m)	100 gr	100 gr
Volume pasir (v = A-B)	38 ml	36 ml
Berat jenis (m/v)	2,63	2,77

Dari kedua sampel pasir SSD yang diuji diperoleh hasil pemeriksaan berat jenis pasir SSD rerata sebagai berikut.

$$BJ \text{ pasir SSD} = \frac{2,63 + 2,63}{2} = 2,63 \text{ gram/ml}$$

Didapat berat jenis pasir SSD sebesar 2,63 gr/ml.

c. Kadar Air

Kadar air merupakan jumlah air yang terkandung pada suatu agregat.

Untuk mencari kadar air agregat dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\frac{A-B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

keterangan:

A = Berat awal agregat

B = Berat agregat setelah dioven

1) Pengujian kadar air pasir alami

Berikut disajikan data pengujian kadar air pasir alami pada Tabel 30 di bawah ini.

Tabel 30. Pengujian kadar air pasir alam

Keterangan	Benda Uji I	Benda Uji II
Pasir SSD rendaman (A)	100 gram	100 gram
Berat kering oven (B)	99,3 gram	97,67 gram

Dari kedua pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil pemeriksaan kadar air pasir alami rerata sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kadar air pasir alam benda uji I} &= \frac{A-B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{100-99,3}{99,3} \times 100\% \\ &= 0,7\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air pasir alam benda uji II} &= \frac{A-B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{100-97,67}{97,67} \times 100\% \\ &= 2,39\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kadar air pasir alam rerata} &= \frac{\text{benda uji I} + \text{benda uji II}}{2} \times 100\% \\
&= \frac{0,7\% + 2,39\%}{2} \times 100\% \\
&= 1,545\%
\end{aligned}$$

2) Pengujian kadar air pasir SSD

Data pengujian kadar air pasir alam pada Tabel 31 di bawah ini.

Tabel 31. Pengujian kadar air pasir SSD

Keterangan	Benda Uji I	Benda Uji II
Pasir SSD rendaman (A)	100 gram	100 gram
Berat kering oven (B)	98,36 gram	98,3 gram

Dari kedua pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil pemeriksaan kadar air pasir SSD rerata sebagai berikut:

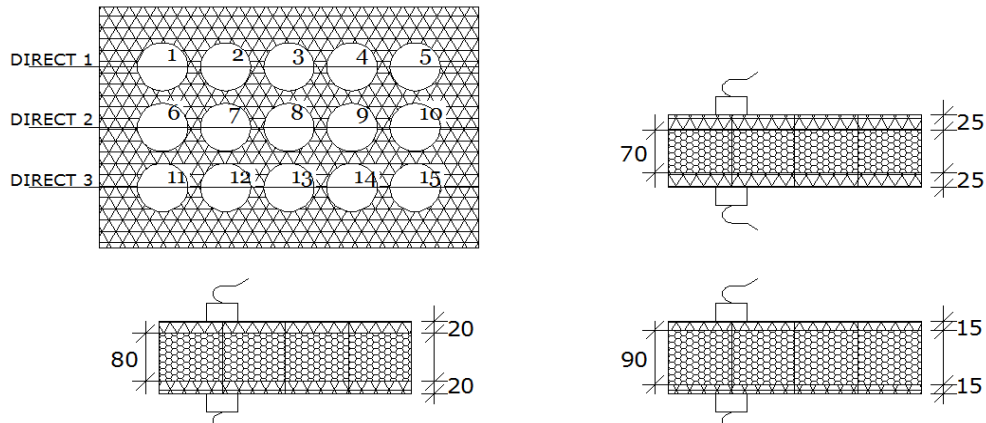
$$\begin{aligned}
\text{Kadar air pasir SSD benda uji I} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
&= \frac{100 - 98,36}{98,36} \times 100\% \\
&= 1,67\%
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kadar air pasir SSD benda uji II} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\
&= \frac{100 - 98,3}{98,3} \times 100\% \\
&= 1,73\%
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kadar air pasir SSD rerata} &= \frac{\text{Benda Uji I} + \text{Benda Uji II}}{2} \times 100\% \\
&= \frac{1,67\% + 1,73\%}{2} \times 100\% = 1,7\%
\end{aligned}$$

2. Kecepatan Perambatan *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV)

Berikut disajikan titik pembacaan dan cara pengujian UPV pada gambar 49 dibawah ini.



Gambar 49. Notasi Pembacaan dan Cara Pengujian UPV

Pengujian dilakukan dengan alat *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) dengan metode direct dengan cara *transmister* diletakan pada titik A1 dan *tranduser* diletakan pada titik A' sehingga sejajar, ditemukanlah *travel time* dan ketebalan atau jarak *tranduser* , sehingga diketahui kecepatan perambatan gelombang ultrasonic.

Menggunakan metode *direct* karena metode ini sangat mudah dilakukan. Sesuai dengan tujuan pengujian ini dilakukan untuk mengambil data kecepatan serta analisis data untuk mengecek kehomogenitanan pada dinding *sandwich Styrofoam* Dari hasil pengujian UPV didapatkan perbandingan pada dinding *styrofoam core* 90 mm, 80 mm dan 70 mm, tebal lapis mortar 15 mm, 20 mm dan 25 mm dengan variasi serat *polypropylene* 0 kg/m³ dan 1 kg/m³. Tabel 32 dilihat dibawah ini.

Tabel 32. Hasil pengujian UPV seluruh benda uji

No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak <i>Transducer</i> (mm)	<i>Travel Time</i> (Δt)	V (m/s)	V rata-rata (m/s)	V rata-rata 2 benda uji (m/s)
1	DS 70 ₀ BU 1	A1	118,30	67,50	1,75	1,65	1,60
		A2	119,40	62,50	1,91		
		A3	122,00	65,00	1,88		
		A4	119,00	64,20	1,85		
		A5	119,10	68,00	1,75		
		A6	119,00	65,40	1,82		
		A7	119,60	66,00	1,81		
		A8	121,40	68,00	1,79		
		A9	119,00	62,40	1,91		
		A10	119,00	65,50	1,82		
		A11	118,00	64,90	1,82		
		A12	120,00	65,70	1,83		
		A13	121,00	69,50	1,74		
		A14	118,30	66,40	1,78		
		A15	119,10	66,20	1,80		
2	DS 70 ₀ BU 2	B1	123,80	54,50	2,27	1,56	
		B2	121,40	56,70	2,14		
		B3	120,30	48,20	2,50		
		B4	119,50	52,60	2,27		
		B5	117,70	54,50	2,16		
		B6	121,00	60,00	2,02		
		B7	121,40	56,50	2,15		
		B8	120,90	50,20	2,41		
		B9	119,40	51,30	2,33		
		B10	118,30	53,50	2,21		
		B11	116,30	53,60	2,17		
		B12	116,80	51,20	2,28		
		B13	116,00	50,50	2,30		
		B14	111,30	51,10	2,18		
		B15	118,00	58,40	2,02		
3	DS 70 ₁ BU 1	C1	121,00	97,60	1,24	1,83	1,99
		C2	122,00	95,50	1,28		
		C3	120,80	91,90	1,31		
		C4	120,00	93,50	1,28		
		C5	120,50	91,50	1,32		
		C6	121,00	93,80	1,29		
		C7	120,50	98,20	1,23		
		C8	120,60	95,90	1,26		
		C9	119,80	90,60	1,32		
		C10	120,50	94,40	1,28		
		C11	120,10	96,90	1,24		
		C12	120,00	89,30	1,34		
		C13	121,00	94,40	1,28		
		C14	119,00	92,50	1,29		
		C15	120,20	91,70	1,31		
4		D1	120,50	78,70	1,53	2,15	

No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak Transducer (mm)	Travel Time (Δt)	V (m/s)	V rata-rata (m/s)	V rata-rata 2 benda uji (m/s)
	DS 70 ₁ BU 2	D2	121,00	65,60	1,84		
		D3	122,50	71,00	1,73		
		D4	122,20	84,50	1,45		
		D5	122,00	92,60	1,32		
		D6	120,00	92,70	1,29		
		D7	121,00	89,10	1,36		
		D8	122,00	83,70	1,46		
		D9	121,50	88,30	1,38		
		D10	121,10	61,60	1,97		
		D11	119,00	96,80	1,23		
		D12	121,00	85,70	1,41		
		D13	122,30	99,00	1,24		
		D14	122,20	95,70	1,28		
		D15	121,70	98,50	1,24		
5	DS 80 ₀ BU 1	E1	116,60	57,50	2,03	1,93	2,02
		E2	116,90	64,60	1,81		
		E3	116,80	66,00	1,77		
		E4	116,80	63,40	1,84		
		E5	118,10	62,10	1,90		
		E6	118,00	60,50	1,95		
		E7	118,30	60,20	1,97		
		E8	119,70	62,20	1,92		
		E9	120,30	62,40	1,93		
		E10	120,20	63,30	1,90		
		E11	118,40	57,10	2,07		
		E12	119,40	62,80	1,90		
		E13	118,50	62,40	1,90		
		E14	118,90	55,50	2,14		
		E15	117,60	62,20	1,89		
6	DS 80 ₀ BU 2	F1	123,70	54,10	2,29	2,10	
		F2	120,40	50,40	2,39		
		F3	121,40	56,00	2,17		
		F4	121,90	58,50	2,08		
		F5	120,50	62,60	1,92		
		F6	124,00	55,70	2,23		
		F7	120,50	54,50	2,21		
		F8	123,00	54,30	2,27		
		F9	122,00	56,30	2,17		
		F10	119,50	64,20	1,86		
		F11	122,20	63,70	1,92		
		F12	120,30	59,10	2,04		
		F13	121,60	61,70	1,97		
		F14	121,40	60,30	2,01		
		F15	120,00	58,60	2,05		
7	DS 80 ₁ BU 1	G1	124,20	70,90	1,75	1,06	1,69
		G2	120,90	79,10	1,53		
		G3	122,40	77,50	1,58		
		G4	122,10	64,60	1,89		

No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak Transducer (mm)	Travel Time (Δt)	V (m/s)	V rata-rata (m/s)	V rata-rata 2 benda uji (m/s)
		G5	124,40	77,40	1,61		
		G6	123,50	69,40	1,78		
		G7	121,30	75,40	1,61		
		G8	122,70	70,00	1,75		
		G9	122,00	66,70	1,83		
		G10	124,70	82,10	1,52		
		G11	123,10	72,10	1,71		
		G12	121,30	76,60	1,58		
		G13	122,10	75,70	1,61		
		G14	121,60	75,40	1,61		
		G15	122,70	81,40	1,51		
8	DS 80 ₁ BU 2	H1	117,60	86,10	1,37	1,71	
		H2	118,30	65,60	1,80		
		H3	119,40	63,10	1,89		
		H4	121,10	62,50	1,94		
		H5	111,20	68,60	1,62		
		H6	118,60	71,90	1,65		
		H7	117,70	72,40	1,63		
		H8	119,90	75,50	1,59		
		H9	120,40	67,20	1,79		
		H10	121,30	64,20	1,89		
		H11	117,20	71,30	1,64		
		H12	118,20	70,50	1,68		
		H13	120,40	71,50	1,68		
		H14	118,50	66,50	1,78		
		H15	121,90	70,40	1,73		
9	DS 90 ₀ BU 1	I1	120,00	84,50	1,42	1,82	2,02
		I2	120,20	67,00	1,79		
		I3	120,00	70,40	1,70		
		I4	119,00	75,40	1,58		
		I5	119,20	77,60	1,54		
		I6	119,00	74,20	1,60		
		I7	121,20	68,10	1,78		
		I8	120,00	72,20	1,66		
		I9	118,20	73,20	1,61		
		I10	120,40	75,20	1,60		
		I11	121,00	68,20	1,77		
		I12	120,20	68,60	1,75		
		I13	119,20	73,20	1,63		
		I14	118,00	69,50	1,70		
		I15	118,20	76,30	1,55		
10	DS 90 ₀ BU 2	J1	123,00	73,20	1,68	2,23	
		J2	122,40	62,00	1,97		
		J3	120,00	87,00	1,38		
		J4	121,00	79,80	1,52		
		J5	121,60	83,20	1,46		
		J6	122,80	76,20	1,61		
		J7	122,20	79,40	1,54		

No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak <i>Transducer</i> (mm)	<i>Travel Time</i> (Δt)	V (m/s)	V rata-rata (m/s)	V rata-rata 2 benda uji (m/s)
		J8	120,00	76,40	1,57		
		J9	120,80	76,40	1,58		
		J10	122,40	77,70	1,58		
		J11	120,00	78,50	1,53		
		J12	120,00	75,80	1,58		
		J13	119,00	76,10	1,56		
		J14	120,00	85,60	1,40		
		J15	120,00	86,10	1,39		
11	DS 90 ₁ BU 1	K1	120,00	68,60	1,75	1,28	1,37
		K2	121,00	63,60	1,90		
		K3	120,00	69,20	1,73		
		K4	121,00	65,40	1,85		
		K5	120,00	70,00	1,71		
		K6	120,40	67,50	1,78		
		K7	121,00	67,80	1,78		
		K8	120,80	60,00	2,01		
		K9	121,00	67,10	1,80		
		K10	120,00	66,50	1,80		
		K11	120,00	65,70	1,83		
		K12	122,00	68,30	1,79		
		K13	121,80	64,50	1,89		
		K14	120,00	60,60	1,98		
		K15	119,60	65,00	1,84		
12	DS 90 ₁ BU 2	L1	119,80	55,10	2,17	1,45	
		L2	120,00	55,30	2,17		
		L3	120,00	52,90	2,27		
		L4	120,00	55,30	2,17		
		L5	121,00	57,40	2,11		
		L6	120,50	54,60	2,21		
		L7	122,00	53,10	2,30		
		L8	121,70	58,15	2,09		
		L9	121,00	55,70	2,17		
		L10	121,50	61,50	1,98		
		L11	119,80	62,50	1,92		
		L12	118,50	53,90	2,20		
		L13	118,70	52,90	2,24		
		L14	119,00	54,00	2,20		
		L15	121,30	57,40	2,11		

Keterangan: DS 70₀ BU 1 = DS adalah Dinding Styrofoam, 70₀ adalah tebal core 70 mm menggunakan tambahan serat *polypropylene* 0 kg/m³, BU 1 adalah benda uji nomor benda uji 1.

Berdasarkan Tabel 31 hasil kecepatan perambatan gelombang ultrasonik pada dinding *styrofoam core* 90 mm, 80 mm dan 70 mm

dengan ketebalan lapis mortar 15 mm, 20 mm dan 25 mm variasi serat 0 kg/m³ dan 1 kg/m³ menunjukkan bahwa penambahan serat *polypropylene* pada campuran mortar mengurangi kecepatan perambatan ultrasonik.

Hal tersebut dapat dilihat dari hasil kecepatan UPV dinding *styrofoam* serat 0 kg/m³ secara berturut-turut yaitu 2,02 m/s, 2,02 m/s dan 1,60 m/s. Sedangkan hasil kecepatan UPV dinding *styrofoam* serat 1 kg/m³ secara berturut-turut yaitu 1,37 m/s, 1,69 m/s dan 1,99 m/s.

Dinding *styrofoam* dengan ketebalan mortar 25 mm pada serat 0 kg/m³ dengan angka kecepatan UPV 1,60 m/s mengalami penurunan dibandingkan dengan angka kecepatan UPV pada serat 1 kg/m³ sebanyak 19,6% yaitu pada angka pembacaan 1,99 m/s. Pada tebal lapis mortar 20 mm pembacaan UPV pada dinding *styrofoam* serat 0 kg/m³ lebih tinggi dibandingkan serat 1 kg/m³ dengan persentase 16,33%. Pembacaan kecepatan UPV pada dinding *styrofoam* dengan lapis mortar 15 mm pada serat 1 kg/m³ juga mengalami penurunan dibandingkan dengan serat 0 kg/m³ yaitu dengan persentase 32,17%. Dari hasil tersebut dikarenakan dengan *core* semakin tebal sehingga terdapat rongga atau pori-pori pada Dinding *Styrofoam* (DS) serta sifat *styrofoam* yang dapat membiaskan gelombang sehingga mempengaruhi hasil perambatan.

3. Uji Normalitas metode *direct* DSS

Pengukuran UPV dengan metode *direct* dilakukan 15 titik pembacaan pada setiap benda uji. Panjang jalur menyalurkan gelombang dapat diketahui melalui ketebalan benda uji yaitu 120 mm dengan cara

pengukuran secara fisik. Akan tetapi, jika semakin dekat jarak atau sejajarnya transduser maka nilai kecepatan perambatan semakin besar.

Distribusi normal berupa kurva berbentuk lonceng setangkup yang melebar tak berhingga pada kedua arah positif dan negatifnya. Suatu data membentuk distribusi normal jika jumlah data diatas dan di bawah *mean* adalah *homogen*.

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui kehomogen yang terdapat pada dinding *sandwich styrofoam*. Uji ini dilakukan sebagai prasyarat dalam analisis independent sample *t-test* dan *ANOVA*. Asumsi yang mendasari dalam varian (*ANOVA*) adalah bahwa dari benda uji adalah *homogen*. Sebagai kriteria pengujian, jika nilai signifikansi adalah lebih dari 0,05 maka dapat dikatakan bahwa varian dari dua atau lebih kelompok data adalah *homogen*.

a. *Coeffisien of Variant (COV)*

Analisis Statistik dilakukan pada metode langsung (*Diretc*) pengukuran UPV untuk mengevaluasi homogenitas benda uji dengan berbeda variasi. Berikut Tabel 33, Tabel 34, dan Tabel 35 di bawah ini.

Tabel 33. Pembacaan kecepatan UPV dengan metode direct pada core 70 serat polypropylene 0 kg/m³ dan 1 kg/m³

Direct UPV (km/s)		Titik Pembacaan															Mean (Km/s)	COV (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Serat 0 Kg/m ³	Benda Uji 1 (A)	1.4	1.8	1.7	1.6	1.5	1.6	1.8	1.7	1.6	1.6	1.8	1.8	1.6	1.7	1.5	1.60	8.23
	Benda Uji 2 (B)	1.68	1.97	1.38	1.52	1.46	1.61	1.54	1.57	1.58	1.58	1.53	1.58	1.56	1.40	1.39		
Serat 1 Kg/m ³	Benda Uji 1 (C)	1.75	1.53	1.58	1.89	1.61	1.78	1.61	1.75	1.83	1.52	1.71	1.58	1.61	1.61	1.51	1.99	9.47
	Benda Uji 2 (D)	2.17	2.17	2.27	2.17	2.11	2.21	2.30	2.09	2.17	1.98	1.92	2.20	2.24	2.20	2.11		

Berdasarkan Tabel 33 diatas dari data kecepatan perambatan gelombang ultrasonik dengan menggunakan UPV pada Dinding *Sandwich Styrofoam* (DSS) pada *core* 70mm dengan serat 0 kg/m³ dan 1 kg/m³ berturut-turut reratanya 1,60 km/s dan 1,99 km/s dengan *COV*(%) 8,18 % dan 9.47 %.

Tabel 34. Pembacaan kecepatan UPV dengan metode direct pada core 80 serat polypropylene 0 kg/m³ dan 1 kg/m³

<i>Direct</i> UPV (km/s)		Titik Pembacaan															<i>Mean</i> (Km/s)	<i>COV</i> (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Serat 0 Kg/m³	Benda Uji 1 (E)	2.03	1.81	1.77	1.84	1.90	1.95	1.97	1.92	1.93	1.90	2.07	1.90	1.90	2.14	1.89	2.02	7.69
	Benda Uji 2 (F)	2.29	2.39	2.17	2.08	1.92	2.23	2.21	2.27	2.17	1.86	1.92	2.04	1.97	2.01	2.05		
Serat 1 Kg/m³	Benda Uji 1 (G)	1.75	1.90	1.73	1.85	1.71	1.78	1.78	2.01	1.80	1.80	1.83	1.79	1.89	1.98	1.84	1.69	9.50
	Benda Uji 2 (H)	2.17	2.17	2.27	2.17	2.11	2.21	2.30	2.09	2.17	1.98	1.92	2.20	2.24	2.20	2.11		

Berdasarkan Tabel 33 diatas dari data kecepatan perambatan gelombang ultrasonik dengan menggunakan UPV pada Dinding Sandwich Styrofoam (DSS) pada core 80 mm dengan serat 0 kg/m³ dan 1 kg/m³ berturut-turut meannya 2,02 km/s dan 1,69 km/s dengan COV% 7,69 % dan 9.50 %.

Tabel 35. Pembacaan kecepatan UPV dengan metode *direct* pada core 90 serat *polypropylene* 0 kg/m³ dan 1 kg/m³

<i>Direct</i> UPV (km/s)		Titik Pembacaan															<i>Mean</i> (Km/s)	<i>COV</i> (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Serat 0 Kg/m³	Benda Uji 1 (I)	1.75	1.91	1.88	1.85	1.75	1.82	1.81	1.79	1.91	1.82	1.82	1.83	1.74	1.78	1.80	2.02	11.38
	Benda Uji 2 (J)	2.27	2.14	2.50	2.27	2.16	2.02	2.15	2.41	2.33	2.21	2.17	2.28	2.30	2.18	2.02		
Serat 1 Kg/m³	Benda Uji 1 (K)	1.24	1.28	1.31	1.28	1.32	1.29	1.23	1.26	1.32	1.28	1.24	1.34	1.28	1.29	1.31	1.37	13.22
	Benda Uji 2 (L)	1.53	1.84	1.73	1.45	1.32	1.29	1.36	1.46	1.38	1.97	1.23	1.41	1.24	1.28	1.24		

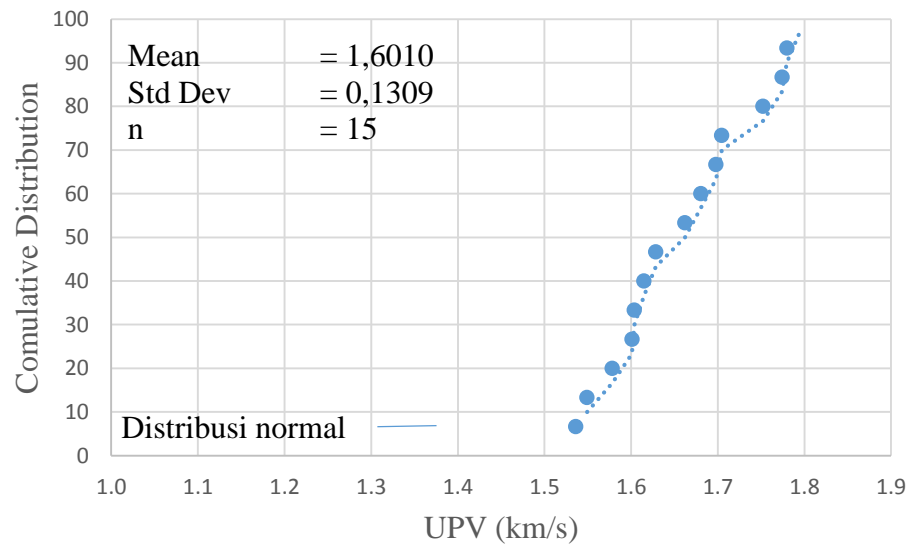
Berdasarkan Tabel 34 diatas dari data kecepatan perambatan gelombang ultrasonik dengan menggunakan UPV *direct* pada Dinding *Sandwich Styrofoam* (DSS) pada *core* 90mm dengan serat 0 kg/m³ dan 1 kg/m³ berturut-turut reratanya 2,02 km/s dan 1,37 km/s dengan COV(%) 11,40 % dan 13.22 %.

Dari data diatas dapat diketahui bahwa pada Dinding *sandwich Styrofoam* dengan ketebalan core 70mm; 80mm; dan 90mm dengan serat 0 kg/m³ dan 1 kg/m³ mengalami peningkatan pada *Coefficient of Variation* (COV). Dengan COV % kurang dari 10 % adalah sangat baik untuk digunakan dibandingkan COV (%) lebih dari 10 % . Pada DSS yang baik terjadi pada DSS dengan ketebalan core 70mm.

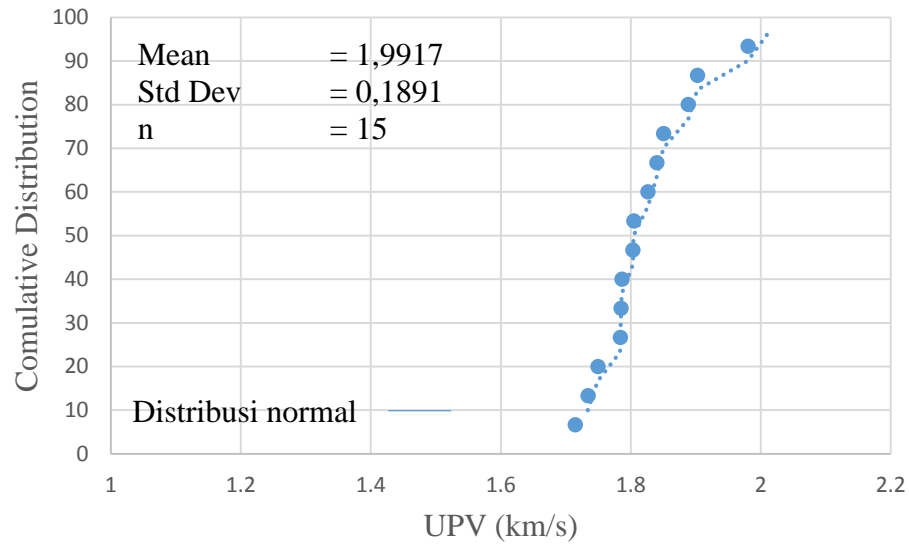
b. Normalitas dengan metode grafik pada UPV metode *direct*

Distribusi normal berupa kurva berbentuk lonceng setangkup yang melebar tak berhingga pada kedua arah positif dan negatifnya. Disusun dari variable random kontinu. Kurva distribusi normal mempunyai satu puncak (uni-modal). Kurva berbentuk simetris dan menyerupai lonceng hingga mean, median dan modus terletak pada satu titik.

1. Dinding *Sandwich Styrofoam* dengan core 70 mm serat *polypropylene* 0 kg/m³ dan 1 kg/m³ metode *direct*.



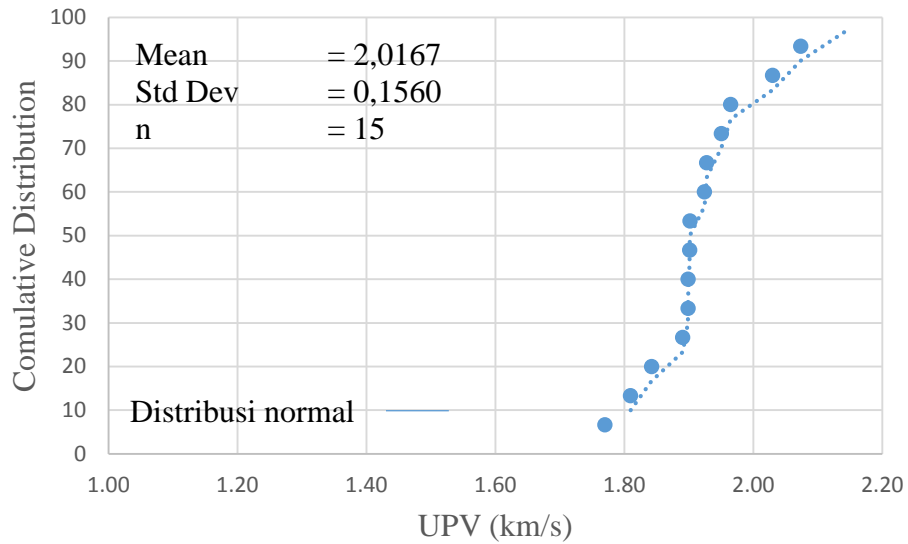
Gambar 50. *UPV direct* core 70mm serat *polypropylene* 0 kg/m³



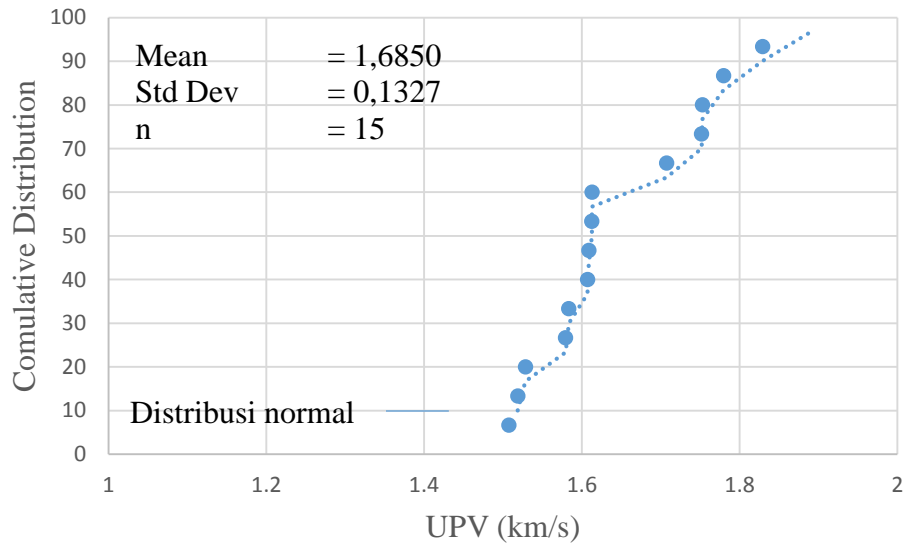
Gambar 51. *UPV direct core 70mm serat polypropylene 1 kg/m³*

Berdasarkan dengan Gambar 50 dan Gambar 51 dapat diperoleh mean pada variasi serat polypropylene sebesar 0 kg/m³ dan 1 kg/m³ berturut-turut sebesar 1,601 km/s dan 1,991 km/s. distribusi ini memiliki parameter berupa mean = 0 dan simpangan baku = 1 disebut distribusi normal. Maka pada serat 0 diperoleh $1,43 < X < 1,73$ dinyatakan normal dan pada serat 1 diperoleh $1,80 < X < 2,18$ berdistribusi normal, dikarenakan data berada pada luasan kurva

2. Dinding *Sandwich Styrofoam* dengan core 80 mm serat *polypropylene* 0 kg/m³ dan 1 kg/m³ metode *direct*.



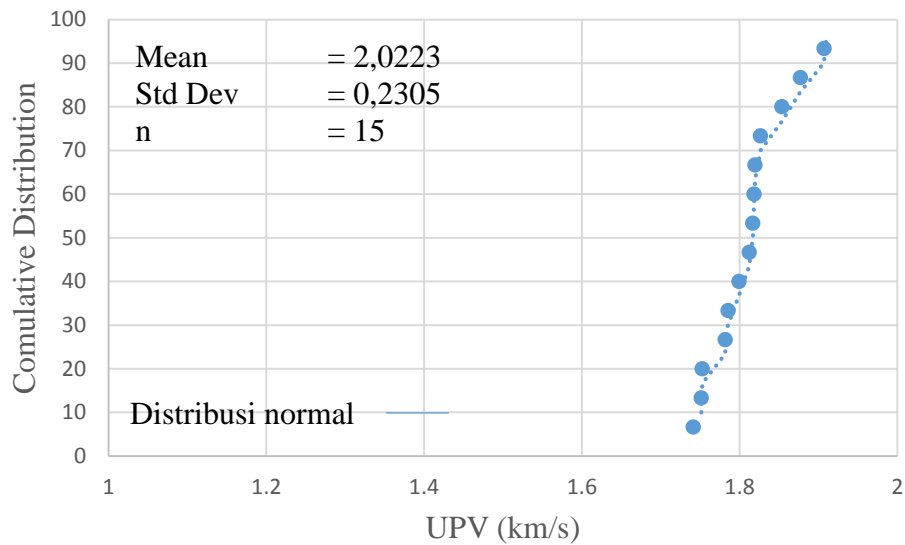
Gambar 52. UPV direct core 80mm serat polypropylene 0 kg/m³



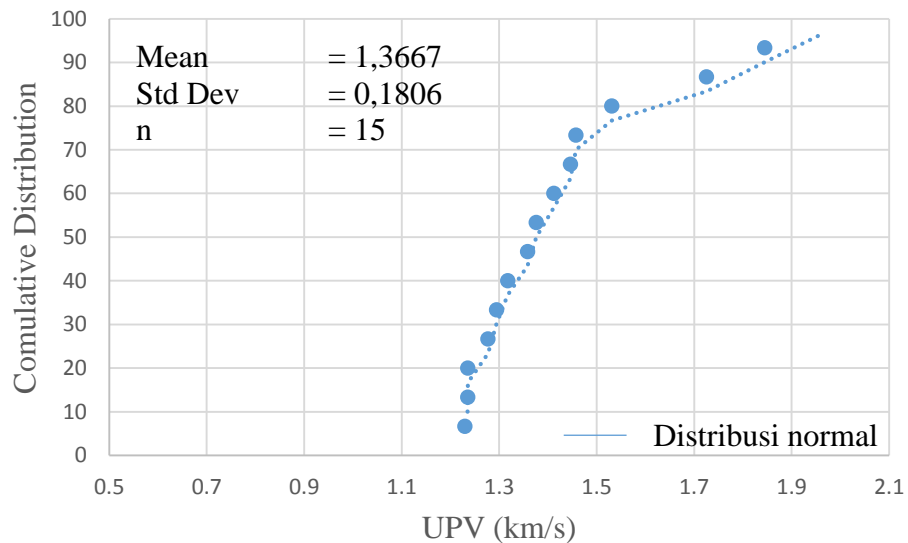
Gambar 53. UPV direct core 80mm serat polypropylene 1 kg/m³

Berdasarkan dengan Gambar 52 dan Gambar 53 dapat diperoleh mean pada variasi serat polypropylene sebesar 0 kg/m³ dan 1 kg/m³ berturut-turut sebesar 2,01 km/s dan 1,68 km/s. Pada serat 0 diperoleh data $1,86 < X < 2,16$ yang menyatakan distribusi normal, sedangkan pada serat 1 diperoleh data $1,55 < X < 1,81$ dinyatakan distribusi normal karena data adalah berada pada luasan kurva..

3. Dinding *Sandwich Styrofoam* dengan core 90 mm serat *polypropylene* 0 kg/m^3 dan 1 kg/m^3 metode *direct*.



Gambar 54. *Direct* UPV core 90mm serat *polypropylene* 1 kg/m^3



Gambar 55. *Direct* UPV core 90mm serat *polypropylene* 1 kg/m^3

Berdasarkan dengan Gambar 54 dan Gambar 55 dapat diperoleh mean pada variasi serat *polypropylene* sebesar 0 kg/m^3 dan 1 kg/m^3 berturut-turut sebesar 2,02 km/s dan 1,37 km/s. Pada serat 0 diperoleh data $1,79 < X < 2,25$, dinyatakan distribusi normal dan pada serat 1 diperoleh data $1,18 < X < 1,54$ dinyatakan distribusi normal , dikarenakan

data hasil kecepatan perambatan gelombang berada di antara $1,79 < X < 2,25$ pada serat 0 dan $1,18 < X < 1,54$ pada serat 1 terletak pada luasan kurva.

Dengan data Dinding *Sandwich Styrofoam* dari variasi core 70 mm; 80 mm' dan 90 mm dengan variasi serat *polypropylene* 0 kg/m³ dan 1 kg/m³ ditinjau dari hasil pengujian kecepatan perambatan gelombang ultrasonik dapat dinyatakan hasil data adalah normal, maka dapat diuji pada pengujian selanjutnya untuk mengetahui penguatan data untuk berdistribusi normal.

Tabel 36. Hasil kecepatan Perambatan dengan Distribusi Normal

Direct UPV		V rerata (km/s)	V rerata 2 benda uji (km/s)	COV (%)	Probability Distribusi
Benda Uji	Serat				
DS 70	0	1,65	1,60	7,69	Normal
		1,56			
	1	1,83	1,99	9,47	Normal
		2,15			
DS 80	0	1,93	2,02	8,23	Normal
		2,10			
	1	1,06	1,69	9,50	Normal
		1,71			
DS 90	0	1,82	2,02	11,38	Normal
		2,23			
	1	1,28	1,37	13,22	Normal
		1,45			

4. Uji Homogenitas terhadap DSS

a. *One sample Kolmogrov-Smirnov*

Data yang di dapatkan dari hasil pengujian kecepatan perambatan gelombang ultrasonic berdistribusi normal ataukah tidak. Apabila didapatkan berdistribusi normal, maka analisis homogenitas data dapat dilakukan. Hasil analisis *one sampel Kolmogrov-Smirnov* di sajikan di *table 37* di bawah ini:

Tabel 37. *One-sample Kolmogrov-Smirnov*

	DS70 serat_ 0	DS70 serat_ 1	DS80 serat_ 0	DS80 serat_ 1	DS90 serat_ 0	DS90 serat_ 1
<i>N</i>	30	30	30	30	30	30
<i>Normal Parameters^{a,b}</i>						
<i>Mean</i>	1.6010	1.9917	2.0167	1.6850	2.0223	1.3667
<i>Std. Deviation</i>	.13097	.18912	.15606	.13271	.23048	.18064
<i>Most Extreme Differences</i>						
<i>Absolute</i>	.139	.160	.151	.104	.187	.269
<i>Positive</i>	.139	.140	.151	.104	.187	.269
<i>Negative</i>	-.101	-.160	-.075	-.081	-.128	-.225
<i>Test Statistic</i>	.139	.160	.151	.104	.187	.269
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	.142 ^c	.051 ^c	.079 ^c	.200 ^{c,d}	.087 ^c	.069 ^c

a. *Test distribution is Normal.*

b. *Calculated from data.*

Hipotesis awal pada pengujian normalitas data adalah sebagai berikut:

H0 = Data berdistribusi normal

H1 = Data tidak berdistribusi normal

Hasil pengujian table diatas menunjukkan bahwa pada keseluruhan nilai *Asymp Sig (2-tailed)* pada specimen referensi (0 kg/m³ serat polypropylene). Syarat suatu sampel berdistribusi normal pada pengujian ini adalah lebih besar dari ($\alpha > 0,05$). Berdasarkan

hasil pengujian berdistribusi normal diatas bahwa nilai Asymp Sig (2-tailed) > ($\alpha > 0,05$), maka H_0 diterima, jadi sampel tersebut berdistribusi normal.

b. One way Anova (analisis varian untuk satu variable independen)

Setelah pengujian pendahuluan untuk mengetahui semua sampel berdistribusi normal dilakukan, pengujian sampel selanjutnya adalah untuk mengetahui homogenitas beton serat. Menurut faqih (2010), salah satu pengujian yang dilakukan adalah dengan menggunakan *One-way Anova* (analisis varian satu variable independen). Hasil pengujian selengkapnya disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 38. Analisis deskriptif kecepatan perambatan gelombang ultrasonik pada Dinding *Sandwich*

	<i>N</i>	<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>Std. Error</i>	<i>95% Confidence Interval for Mean</i>		<i>Min</i>	<i>Max</i>
					<i>Lower Bound</i>	<i>Upper Bound</i>		
70.00	30	1.6010	.13097	.02391	1.5521	1.6499	1.38	1.97
70.10	30	1.9917	.18912	.03453	1.9210	2.0623	1.71	2.30
80.00	30	2.0167	.15606	.02849	1.9584	2.0749	1.77	2.39
80.10	30	1.6850	.13271	.02423	1.6354	1.7346	1.37	1.94
90.00	30	2.0223	.23048	.04208	1.9363	2.1084	1.74	2.50
90.10	30	1.3667	.18064	.03298	1.2992	1.4341	1.23	1.97
<i>Total</i>	180	1.7806	.30252	.02255	1.7361	1.8251	1.23	2.50

Tabel 38 diatas merupakan tabel deskriptif dari variable kecepatan perambatan gelombang ultrasonic, yaitu kolom pertama merupakan kolom kategori berdasar variable independent , kolom kedua adalah jumlah data setiap kelompok , kolom ketiga adalah nilai reratanya, kolom keempat adalah standar deviasi setiap kelompok, kolom keenam dan ketujuh adalah merupakan nilai *lower* dan *upper bound* , kolom kedelapan adalah kolom minimum dan maksimum.

Tabel 39. *Test of homogeneity of variances* kecepatan perambatan gelombang ultrasonik setiap nilai varians pada Dinding *Sandwich Styrofoam (DSS)*

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.737	5	174	.000

Tabel 40. *Analisis one-way anova* kecepatan perambatan gelombang ultrasonik setiap nilai varians Dinding *Sandwich Styrofoam (DSS)*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11.143	5	2.229	74.027	.000
Within Groups	5.239	174	.030		
Total	16.382	179			

Hasil pengujian pada tabel diatas menunjukkan pada keseluruhan nilai *Asymp Sig (2 tailed)* ($\alpha < 0,05$) yang berarti bahwa H_0 di tolak. Jadi, keenam nilai tersebut memiliki rata-rata yang berbeda.

Analisis selanjutnya adalah *one-way anova* untuk mengetahui homogenitas beton berserat *self compacting mortar (SCM)* dengan *core* dan menjadi dinding *sandwich styrofoam (DSS)*. Dengan menggunakan *one-way anova homogeneous subsets* dengan kecepatan perambatan gelombang *ultrasonic* dengan variasi serat. Seperti di sajikan pada Tabel 41 di bawah ini:

Tabel 41. *Homogeneous subsets* kecepatan perambatan gelombang ultrasonik pada dinding Styrofoam.

DS		N	Subset for $\alpha = 0.05$		
			1	2	3
<i>Tukey HSD^a</i>	90.10	30	1.3667		
	70.00	30		1.6010	
	80.10	30		1.6850	
	70.10	30			1.9917
	80.00	30			2.0167
	90.00	30			2.0223
	Sig.		1.000	.421	.983

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Hipotesis awal pada pengujian *one-way anova* homogenitas beton berserat adalah sebagai berikut:

Ho : keenam kelompok memiliki nilai varians yang sama

H1 : keenam kelompok meiliki nilai varians yang berbeda

Hasil pengujian pada tabel diatas menunjukan bahwa pada keseluruhan nilai *Asymp Sig* (2-tailed) ($\alpha > 0,05$) yang berarti Ho diterima. Jadi keenam nilai tersebut meiliki nilai varians yang sama. Dengan adanya nilai varians yang sama, maka dapat dikatakan bahwa seluruh sampel dinding styrofoam pada penelitian ini adalah *homogen..* Pengamatan lebih lanjut mengenai perbedaan nilai rerata varians keenam kelompok tersebut dengan menggunakan *Post Hoc Test*, maka hasilnya dapat disajikan dibawah ini:

Tabel 42. *Mutiple comparisons Dependent* variable kecepatan peramabatan gelombang ultrasonic pada dinding styrofoam

(I) DS			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	70.00	70.10	-.39067*	.04480	.000	-.5198	-.2616
		80.00	-.41567*	.04480	.000	-.5448	-.2866
		80.10	-.08400	.04480	.421	-.2131	.0451
		90.00	-.42133*	.04480	.000	-.5504	-.2922
		90.10	.23433*	.04480	.000	.1052	.3634
	70.10	70.00	.39067*	.04480	.000	.2616	.5198
		80.00	-.02500	.04480	.994	-.1541	.1041
		80.10	.30667*	.04480	.000	.1776	.4358
		90.00	-.03067	.04480	.983	-.1598	.0984
		90.10	.62500*	.04480	.000	.4959	.7541
	80.00	70.00	.41567*	.04480	.000	.2866	.5448
		70.10	.02500	.04480	.994	-.1041	.1541
		80.10	.33167*	.04480	.000	.2026	.4608
		90.00	-.00567	.04480	1.000	-.1348	.1234
		90.10	.65000*	.04480	.000	.5209	.7791
	80.10	70.00	.08400	.04480	.421	-.0451	.2131
		70.10	-.30667*	.04480	.000	-.4358	-.1776
		80.00	-.33167*	.04480	.000	-.4608	-.2026
		90.00	-.33733*	.04480	.000	-.4664	-.2082
		90.10	.31833*	.04480	.000	.1892	.4474
	90.00	70.00	.42133*	.04480	.000	.2922	.5504
		70.10	.03067	.04480	.983	-.0984	.1598
		80.00	.00567	.04480	1.000	-.1234	.1348
		80.10	.33733*	.04480	.000	.2082	.4664
		90.10	.65567*	.04480	.000	.5266	.7848
	90.10	70.00	-.23433*	.04480	.000	-.3634	-.1052
		70.10	-.62500*	.04480	.000	-.7541	-.4959
		80.00	-.65000*	.04480	.000	-.7791	-.5209
		80.10	-.31833*	.04480	.000	-.4474	-.1892
		90.00	-.65567*	.04480	.000	-.7848	-.5266

(I) DS			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	70.00	70.10	-.39067*	.04480	.000	-.4791	-.3022
		80.00	-.41567*	.04480	.000	-.5041	-.3272
		80.10	-.08400	.04480	.062	-.1724	.0044
		90.00	-.42133*	.04480	.000	-.5098	-.3329
		90.10	.23433*	.04480	.000	.1459	.3228
	70.10	70.00	.39067*	.04480	.000	.3022	.4791
		80.00	-.02500	.04480	.578	-.1134	.0634
		80.10	.30667*	.04480	.000	.2182	.3951
		90.00	-.03067	.04480	.495	-.1191	.0578
		90.10	.62500*	.04480	.000	.5366	.7134
	80.00	70.00	.41567*	.04480	.000	.3272	.5041
		70.10	.02500	.04480	.578	-.0634	.1134
		80.10	.33167*	.04480	.000	.2432	.4201
		90.00	-.00567	.04480	.899	-.0941	.0828
		90.10	.65000*	.04480	.000	.5616	.7384
	80.10	70.00	.08400	.04480	.062	-.0044	.1724
		70.10	-.30667*	.04480	.000	-.3951	-.2182
		80.00	-.33167*	.04480	.000	-.4201	-.2432
		90.00	-.33733*	.04480	.000	-.4258	-.2489
		90.10	.31833*	.04480	.000	.2299	.4068
	90.00	70.00	.42133*	.04480	.000	.3329	.5098
		70.10	.03067	.04480	.495	-.0578	.1191
		80.00	.00567	.04480	.899	-.0828	.0941
		80.10	.33733*	.04480	.000	.2489	.4258
		90.10	.65567*	.04480	.000	.5672	.7441
	90.10	70.00	-.23433*	.04480	.000	-.3228	-.1459
		70.10	-.62500*	.04480	.000	-.7134	-.5366
		80.00	-.65000*	.04480	.000	-.7384	-.5616
		80.10	-.31833*	.04480	.000	-.4068	-.2299
		90.00	-.65567*	.04480	.000	-.7441	-.5672

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa nilai rerata nilai *Asymp Sig (2-tailed)* ($\alpha > 0,05$) yang berarti bahwa H_0 diterima. Jadi keenam nilai tersebut memiliki nilai varians yang sama. Dengan adanya nilai varians yang sama, maka dapat dikatakan bahwa seluruh data *self compacting mortar* dengan dinding *styrofoam* pada penelitian ini adalah *homogen*. Hal tersebut berarti bahwa *Ultrasonic Pulse Velocity Method* dapat digunakan untuk mengetahui homogenitas campuran dinding *sandwich styrofoam* dengan tingkat akurasi pengukuran yang cukup bagus apabila dilihat dari hasil analisis standar deviasi yang berkisar antara 0,0448 pada taraf signifikansi 0,05.

5. T-test terhadap DSS

Metode statistik dengan menggunakan uji t-test untuk dua sampel Independen (bebas) ini sering digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian, dengan cara untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antar dua kelompok data dari sebuah variable penelitian. Dengan menggunakan hipotesis yang saya ajukan

H_0 : Serat *polypropylene* tidak **berpengaruh** pada Dinding *Sandwich Styrofoam*.

H_a : Serat *polypropylene* **sangat berpengaruh** pada Dinding *Sandwich Styrofoam*.

Dalam penelitian ini jika H_0 di diterima maka dinyatakan bahwa dinding *sandwich styrofoam* dengan serat *polypropylene* sangat berpengaruh, H_0 ditolak maka dinyatakan dinding *sandwich Styrofoam* dengan serat *polypropylene* tidak berpengaruh. Berikut disajikan tabel 42; tabel 43; dan tabel 44 mengenai DSS dengan core 70 mm; 80 mm; dan 90 mm dengan variasi serat 0 kg/m³ dan 1 kg/m³.

Tabel 42. Uji T-test DSS 70mm dengan serat *polypropylene* 0kg/m³ dan 1 kg/m³ metode *direct*.

	<i>Levene's Test for Equality of Variances</i>		<i>t-test for Equality of Means</i>						
	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>	<i>Mean Difference</i>	<i>Std. Error Difference</i>	<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>	
								<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
DS70									
<i>Equal variances assumed</i>	11.639	.001	-9.302	58	.000	-.39067	.04200	-.47474	-.30659
<i>Equal variances not assumed</i>			-9.302	51.616	.000	-.39067	.04200	-.47496	-.30637

Berdasarkan Tabel 42 diatas pada dinding *sandwich styrofoam* ketebalan core 70 mm dengan variasi serat 0 kg/m³ dengan 1 kg/m³ dapat dilihat bahwa Sig (2-tailed) 0.00 < 0.05 Ho di tolak dapat diasukmsikan serat *polypropylene* tidak berpengaruh pada dinding *Sandwich Styrofoam*. Dengan adanya serat *polypropylene* sangat berpengaruh dengan *workability*nya.

Tabel 43. Uji T-test DSS 80mm dengan serat *polypropylene* 0kg/m³ dan 1 kg/m³ metode *direct*.

	<i>Levene's Test for Equality of Variances</i>		<i>t-test for Equality of Means</i>						
	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>	<i>Mean Difference</i>	<i>Std. Error Difference</i>	<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>	
								<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
DS80									
<i>Equal variances assumed</i>	.926	.340	8.868	58	.000	.33167	.03740	.25680	.40653
<i>Equal variances not assumed</i>			8.868	56.541	.000	.33167	.03740	.25676	.40657

Berdasarkan Tabel 43 diatas pada dinding *sandwich styrofoam* ketebalan core 80 mm dengan variasi serat 0 kg/m³ dengan 1 kg/m³ dapat dilihat bahwa Sig (2-tailed) 0.00 < 0.005 Ho di tolak dapat diasukmsikan serat *polypropylene* sangat berpengaruh pada dinding *Sandwich Styrofoam*. Dengan adanya serat *polypropylene* sangat berpengaruh dengan *workability*nya.

Tabel 44. Uji T-test DSS 90mm dengan serat *polypropylene* 0kg/m³ dan 1 kg/m³ metode *direct*.

	<i>Levene's Test for Equality of Variances</i>		<i>t-test for Equality of Means</i>						
	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>	<i>Mean Difference</i>	<i>Std. Error Difference</i>	<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>	
								<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
DS90									
<i>Equal variances assumed</i>	7.734	.007	12.264	58	.000	.65567	.05346	.54865	.76269
<i>Equal variances not assumed</i>			12.264	54.867	.000	.65567	.05346	.54852	.76282

Berdasarkan Tabel 44 diatas pada dinding *sandwich styrofoam* ketebalan core 80 mm dengan variasi serat 0 kg/m³ dengan 1 kg/m³ dapat dilihat bahwa Sig (2-tailed) 0.00 < 0.005 Ho di tolak dapat diasukmsikan serat *polypropylene* sangat berpengaruh pada dinding *Sandwich Styrofoam*. Dengan adanya serat *polypropylene* sangat berpengaruh dengan *workabilitynya*

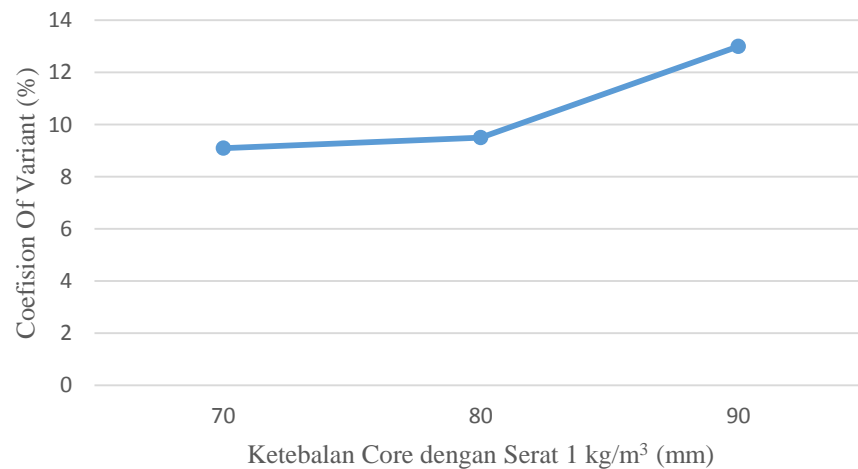
Dengan hasil uji *independent t-test* maka dapat dinyatakan bahwa dinding *sandwich styrofoam* dengan menggunakan serat *polypropylene* sebesar 1 kg/m^3 sangat berpengaruh dibandingkan dengan tanpa serat 0 kg/m^3 . Hal ini diperkuat dengan pendapat Isya (2015) adalah dengan bertambahnya serat akan memperlambat material yang terdapat didalam mortar sehingga disaat akan diuji lentur akan semakin tinggi beban yang di terima. Pendapat ini diperkuat oleh Sovi (2015) ialah dengan penambahan serat pada *self compacting mortar* maka daya dukung saat pada diuji tekan semakin kuat dibandingkan dengan tanpa serat.

Hal ini sesuai dengan Pinta (2015) menyatakan bahwa dengan semakin bertambah serat maka semakin tinggi angka akurasi apabila digunakan dalam pengujian UPV. Selain itu Dicky (2016) menyatakan dengan terdapat *self compacting mortar* dengan serat yang lebih tebal dengan ketebalan dinding *styrofoam* 70 mm dapat membaca hasil UPV dengan akurasi baik, dibandingkan dengan ketebalan dinding *styrofoam* 90 mm karena *core styrofoam* yang mempengaruhi dengan membiaskan pembacaan kecepatan perambatan gelombang ultrasonic. Hal ini senada dengan Noor (2015) yang menyatakan bahwa serat *polypropylene* sangat berpengaruh tinggi saat beton mengalami kuat tarik.

Berdasarkan hasil pengujian t-test dan beberapa fakta dapat di ketahui serat *polypropylene* sangat berpengaruh pada setiap pengujian. Dengan begitu dapat dinyatakan bahwa dalam pengujian ini tidak perlu merusak benda uji sehingga bagus untuk digunakan, dengan begitu serat juga dapat diketahui dengan data

dalam keadaan normal sehingga dapat diuji dengan pengujian selanjutnya.

Dengan pengujian ini dapat diketahui bahwa homogenitasan pada material sangat berpengaruh pada karakteristik seperti tingkat akurasi yang baik pada saat pembacaan kecepatan perambatan gelombang ultrasonic dan dengan analisis dapat mengetahui penambahan serat *polypropylene* efektif berdasarkan analisis homogenitas kecepatan perambatan gelombang ultrasonic, serta dapat menyatakan variasi serat sangat berpengaruh dalam pengujian t-test.



Gambar 56. Grafik akurasi

Gambar 56 diatas membuktikan bahwa tingkat akurasi yang baik terdapat pada Dinding *Sandwich Styrofoam* (DSS) dengan ketebalan *styrofoam* 70 mm. Semakin kecil *Coefisien Of Variant* maka tingkat akurasinya baik dan pada benda uji lainnya kurang baik dikarenakan kurang padat serta pengaruh sifat *styrofoam*.

Pada saat pembacaan untuk benda uji dengan variasi serat *polypropylene*, dengan pembacaan berdasarkan kecepatan perambatan gelombang sangat efektif pada variasi serat dan *core* 70 dibandingkan dengan variasi serat dan *core* 90 karena dengan *core styrofoam* semakin tebal mempengaruhi pembacaan kecepatan perambatan gelombang ultrasonik yang disebabkan sifat *styrofoam* yang terdapat rongga-rongga dan pada saat gelombang merambat dibiaskan oleh *styrofoam*.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pada pengujian kecepatan gelombang ultrasonik (UPV) dengan menggunakan metode *direct* terhadap benda uji plat Dinding *Sandwich Styrofoam* (DSS) dengan variasi serat *polypropylene*, ketebalan *core* dan analisis data yang sudah dilakukan, maka penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari data hasil kecepatan perambatan gelombang ultrasonik dengan menggunakan UPV metode *direct*, diperoleh normalitas *Asymp Sig* (2-tailed) $> (\alpha > 0,05)$ dengan *core* 70mm; 80mm; dan 90 dengan tambahan serat *polypropylene* 0kg/m³ dan 1 kg/m³ berturut-turut 0,142; 0,051; 0,079; 0,200; 0,087; dan 0,069 yang berarti bahwa data tersebut berdistribusi normal.
2. Homogenitas dinding *sandwich Styrofoam* ditinjau berdasarkan kecepatan perambatan gelombang ultrasonic diperoleh hasil analisis standar deviasi 0,0448 pada taraf signifikansi 0,05 yang menyatakan bahwa dinding *sandwich styrofoam* adalah *homogen*.
3. Besarnya nilai *Sig* (2-tailed) pada uji *Independet sample t-test* $0,000 < 0,005$, maka artinya bahwa penambahan serat *polypropylene* sangat berpengaruh terhadap kecepatan perambatan gelombang ultrasonic.

B. Saran

Berdasarkan dengan pengujian kecepatan gelombang ultrasonik (UPV) yang telah dilakukan, berikut adalah saran-saran dari penulis:

1. Perlu diperhatikan agar lebih teliti lagi dalam proses pembuatan *mix design* dan teknis pembuatan benda uji, agar dapat menghasilkan benda uji dengan kualitas yang telah direncanakan.
2. Lebih teliti lagi dalam pembacaan travel time pada alat UPV agar hasil pembacaan mendapatkan data yang valid, sehingga tidak banyak data yang *error*.
3. Perlunya penggunaan keseragaman vaselin agar hasil pembacaan travel time mempunyai nilai deviasi yang tidak terlalu jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, Yohanes, dan Tri Basuki Joewono. 2006. *Penelitian Pendahuluan Hubungan Penambahan Serat Polymeric Terhadap Karakteristik Beton Normal*. Civil Engineering Dimension (Vol. 8, No. 1). Hlm. 35
- Agus Santoso dan Slamet Widodo. (2010). Efek Penambahan Serat *Polypropoylene* Terhadap Daya Lekat Dan Kuat Lentur Pada Rehabilitas Struktur Beton Dengan *Self-Compacting Repair Mortar (Scrm)*. Jurnal Penelitian. Hlm. 4.
- Agus Santoso dkk. (2014). Efek Variasi Serat *Polypropoylene* Pada Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik Menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPVM) Dengan Metode *Direct*. Artikel Penelitian. Hlm. 15.
- Anonim. Gelombang Transversal dang Longitudinal. Diambil 5 Januari 2016 dari https://www.academia.edu/8413248/Gelombang_Transversal_dan_Longitudinal.
- Aprileon, Dicky (2015). *Efek Ketebalan Lapis Kulit Mortar Terhadap Kuat Lentur Dan Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik*. Proyek Akhir, Program Studi Diploma Teknik Sipil, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Balok Uji Sederhana Yang Dibebani Terpusat Langsung*. SNI 03-4154-1996. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Spesifikasi Lembaran Penutup untuk Perawatan Beton*. SNI 4817:2008. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-2847-2002 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-6825-2002 *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-6882-2002 *Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Pasangan*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 15-2049-2004 *Semen Portland*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 1970-2008 *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

- Badan Standarisasi Nasional, SNI 1973-2008 *Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran dan Kadar Udara Beton*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (1992). SNI 03-2816-1992 *Metode Pengujian kadar bahan Orbanik Dalam Tanah Dengan Pembakaran*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 03-3449-2002 *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton ringan dengan Agregat Ringan*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 03-6820-2002 *Spesifikasi Agregat Halus untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan Bahan Dasar Semen*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Desiana. (2010). Gelombang. Diambil 10 Januari 2016 dari http://desianaputripermana.blogspot.com/2010_09_01_archive.html
- Diana. (2011). Gelombang Seismik. Diambil 1 Januari 2016 dari <http://prajapenulisbuku.marafatimamg.co/2013/10/tugas-makalah-fisika-gelombang-seismik.html>.
- Hasani, Hajatni. Dkk. (2013). *Pengaruh Penambahan Polypropylene Fiber Mesh Terhadap Sifat Mekanis Beton*. Mektek Tahun XV No.1.
- I. B. Dharma Giri, dkk. (2008). “Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton dengan Penambahan Styrofoam (styrocon)”. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Vol. 12, No. 2.
- Kartini, Wahyu. (2007). *Pengujian Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Modifikasi Alat Uji Tekan*. *Jurnal Rekayasa Perencanaan* (Volume 4 Nomor 1).
- Lestariyani, Ayu. (2012). *Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Kuat Lentur Dinding Sandwich Styrofoam*. Proyek Akhir, Program Studi Diploma Teknik Sipil, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Lutfi. (2013). Gelombang Transversal. Diambil 4 Januari 2016 dari <https://datasoal.com/gelombang-transversal/>
- Ma'arif, Faqih, dkk. (2011). *Analisis Homogenitas Self Compacting Mortar Menggunakan Serat Polypropylene Berdasarkan Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik (UPVM)*. Yogyakarta: INERSIA, Vol. VII No. 2.

- Ma'arif, Faqih, Dkk. (2014). *Artikel Penelitian Efek Variasi Serat Polypropylene Pada Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik Menggunakan Ultrasonic Pulse Velocity (UPVM) Dengan Metode Direct*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
- Ma'arif, Faqih and , Prof. Ir. Hrc. Priyosulistyo, M.Sc., Ph.D (2010) *Pengaruh variasi gaya aksial dan momen kolom pada pengamatan kecepatan perambatan gelombang ultrasonik :: Uji kinerja kolom pasca perbaikan dengan epoxy resin-grout*. UNSPECIFIED thesis, UNSPECIFIED.
- McCormac, Jack C. (2001). *Desain Beton Bertulang*. (Alih bahasa: Sumargo, Ph.D). Jakarta: Erlangga
- Mulyono, Tri. (2003). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Noor Wahyu Pujiastuti. (2015). *Efek Ketebalan Lapis Mortar (Self Compacting Mortar) Terhadap Kuat Tekan dan Kecepatan Gelombang Ultrasonik*. Proyek Akhir, Program Studi Diploma Teknik Sipil, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Nugraha, Paul., dan Antoni. (2007). *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Pangestuti, Endah Kanti., dan Januar Prihanantio. (2008). *Pengujian Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Modifikasi Alat Uji Tekan*. Teknik Sipil dan Perencanaan (Volume 10 Nomor 1). Hlm.13.
- Pintasari, Dian Tri. (2015). *Prediksi Ketebalan Dinding SanWich Styrofoam Berdasarkan Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik Dengan Metode Indirect*. Proyek Akhir, Program Studi Diploma Teknik Sipil, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Prastiya, Denny Dwi, dan Nanang Muchtar. (2006). *Analisis Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Mutu K 500*. Tugas Akhir, Jurusan S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.
- Rahaviana, Khairunnisa Pertiwi. (2015). *Efek Variasi Kulit Mortar Terhadap Pengujian Lentur Dinding Styrofoam dengan Ketebalan Core 70 mm*. Proyek Akhir, Program Studi Diploma Teknik Sipil, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Samekto, Wuryati, dan Candra Rahmadiyanto. (2001). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius.

- Satyarno, Iman. (2004). *Lightweight Styrofoam Concrete For Lighter and More Ductile Wall*. Universitas Gajah Mada.
- Sayfudin, Mohammad Nur Amin. (2012). *Efek Formasi Ketebalan Lapis Dinding Sandwich Styrofoam yang Diperkuat Netwire Terhadap Pengujian Lentur*. Proyek Akhir, Program Studi Diploma Teknik Sipil, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Simbolon, Tiurma. (2009). *Pembuatan dan Karakterisasi Batako Ringan yang Terbuat dari Styrofoam-Semen*. Tesis, Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Somayaji, S. (1995). *Civil Engineering Materials*. Prentice Hall: New Jersey.
- Sovia Fitri Astuti. (2015). *Efek Variasi Serat Polypropylene Terhadap Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik Pada Self Compacting Mortar*. Proyek Akhir, Program Studi Diploma Teknik Sipil, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sugiyono. (2006). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Swan, Cecilia Lauw Giok & Buen, Sian. (2013). *Penelitian Beton Ringan Non-Struktural Dengan Agregat Styrofoam Bekas*. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Tjokrodimulyo, Kardiyono. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: KMTS FT UGM.
- Wahyudi, Yusuf. (2012). *Perbandingan Mortar Berpasir Pantai dan Sungai*. Media Teknik Sipil (Volume 10 Nomor 1). Hlm. 71.
- Wibowo, Ari, Dkk. (2014). *Crack Depth Measurement Of Reinforced Concrete Beams Using UPV*. Jurnal Rekayasa Sipil/volume 8, No1-2014 ISSN 1978-5658.
- Widodo, Slamet. (2008). *Struktur Beton I (Berdasarkan SNI 03-2847-2002)*. Universitas Negeri Yogyakarta.



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : Pengujian Analisa Ayak Pasir (MKB)
Hari, Tanggal Pengujian : Senin, 28 Juli 2014
Waktu : Pukul 09:00 s/d selesai
Cuaca : Cerah
Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H
7. Marjuni Dwi P
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A

Bahan : Pasir yang dipakai adalah pasir progo alami sebanyak 1000 gram
Data Laporan :

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Persen Tertinggal (%)	Persen Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Tembus Kumulatif (%)
9,60	3,05	0,31	0,31	99,69
4,80	4,33	0,43	0,74	99,26
2,40	218	2,18	2,92	97,08
1,20	120	12,02	14,94	85,06
0,60	446	44,68	59,62	40,38
0,30	309	30,95	90,57	9,43
0,15	94	9,42	99,99	0,01
< 0,15	0,11	0,01	-	-
Total	998,29	100	269,09	0

Dari data diatas diketahui bahwa pasir progo yang digunakan termasuk dalam zone 4, yaitu pasir halus dan modulus halus butir sebesar **2,6909**.

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 28 Juli 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat: Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telephone: 586168 Pesawat 286



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : Pengujian Berat Jenis Pasir SSD
Hari, Tanggal Pengujian : Senin, 28 Juli 2014
Waktu : Pukul 09:00 s/d selesai
Cuaca : Cerah
Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Pasir yang dipakai adalah pasir progo sebanyak 100 gram sebanyak 2 sampel.
Volume air yang dipakaai sebanyak 150 ml. Pasir dan air dimasukkan dalam gelas ukur dan dapat dilihat volume totalnya.

Data Laporan :

Pemeriksaan	Specimen Pertama	Specimen Kedua
Volume air (A)	150 ml	150 ml
Volume air + pasir (B)	188 ml	186 ml
Berat pasir (m)	100 gr	100 gr
Volume pasir ($v = A - B$)	38 ml	36 ml
Berat jenis (m/v)	2,63 gr/ml	2,77 gr/ml

Dari data diatas didapat berat jenis rata-rata pasir alami SSD adalah **2,7 gr/ml**.

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 28 Juli 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : Pengujian Berat Jenis Pasir Alami
Hari, Tanggal Pengujian : Senin, 28 Juli 2014
Waktu : Pukul 09:00 s/d selesai
Cuaca : Cerah
Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Pasir yang dipakai adalah pasir progo sebanyak 100 gram sebanyak 2 sampel.
Volume air yang dipakaai sebanyak 150 ml. Pasir dan air dimasukkan dalam gelas ukur dan dapat dilihat volume totalnya.

Data Laporan :

Pemeriksaan	Specimen Pertama	Specimen Kedua
Volume air (A)	150 ml	150 ml
Volume air + pasir (B)	178 ml	178 ml
Berat pasir (m)	100 gr	100 gr
Volume pasir ($v = A - B$)	28 ml	28 ml
Berat jenis (m/v)	3,57	3,57

Dari data diatas didapat berat jenis rata-rata pasir alami SSD adalah **3,57 gr/ml**.

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 28 Juli 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat: Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telephone: 586168 Pesawat 286



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : Pengujian Bobot Isi Pasir
Hari, Tanggal Pengujian : Senin, 28 Juli 2014
Waktu : Pukul 09:00 s/d selesai
Cuaca : Cerah
Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Pasir yang dipakai adalah pasir progo tanpa rendaman.

Data Laporan :

No	Pemeriksaan	Berat
1	Berat bejana	10,867 kg
2	Berat bejana + pasir gembur	30,200 kg
3	Berat pasir gembur	19,333 kg
4	Bobot isi rata-rata	1,2098 kg/liter

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 28 Juli 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : Pemeriksaan Kadar Air Pasir Alami
Hari, Tanggal Pengujian : Senin, 28 Juli 2014
Waktu : Pukul 09:00 s/d selesai
Cuaca : Cerah
Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Pasir yang dipakai adalah pasir Progo.

Data Laporan :

Keterangan	Specimen 1	Specimen 2
Pasir SSD rendaman (A)	100 gr	100 gr
Berat kering oven (B)	99,3 gr	97,67 gr
$\frac{A - B}{B} \times 100\%$	0,7%	2,39%

Dari data diatas didapat kadar air rata-rata pasir alami tanpa rendaman adalah 1,545%.

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 28 Juli 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM.12510134036



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat: Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telephone: 586168 Pesawat 286



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : Pemeriksaan Kadar Air Pasir SSD
Hari, Tanggal Pengujian : Senin, 28 Juli 2014
Waktu : Pukul 09:00 s/d selesai
Cuaca : Cerah
Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Pasir yang dipakai adalah pasir Progo.

Data Laporan:

Keterangan	Specimen 1	Specimen 2
Pasir SSD rendaman (A)	100 gr	100 gr
Berat kering oven (B)	98,36 gr	98,3 gr
$\frac{A - B}{B} \times 100\%$	1,67%	1,73%

Dari data diatas didapat kadar air rata-rata pasir SSD adalah 1,7%.

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 28 Juli 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : Pengujian Kadar Lumpur Pasir Alami
Hari, Tanggal Pengujian : Senin, 28 Juli 2014
Waktu : Pukul 09:00 s/d selesai
Cuaca : Cerah
Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Pasir yang dipakai adalah pasir progo dan air yang digunakan diperoleh dari laboratorium PTSP-FT UNY.

Data Laporan:

Keterangan	Benda Uji 1	Benda Uji 2
Pasir SSD rendaman (A)	100 gr	100 gr
Berat kering oven (B)	99,73 gr	97,73 gr
$\frac{A - B}{B} \times 100\%$	0,27%	2,32%

Dari data diatas didapat kadar lumpur rata-rata adalah 1,295%.

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 28 Juli 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : Pengujian Kadar Lumpur Pasir SSD
Hari, Tanggal Pengujian : Senin, 28 Juli 2014
Waktu : Pukul 09:00 s/d selesai
Cuaca : Cerah
Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Pasir yang dipakai adalah pasir progo dan air yang digunakan diperoleh dari laboratorium PTSP-FT UNY.

Data Laporan:

Keterangan	Benda Uji 1	Benda Uji 2
Pasir SSD rendaman (A)	100 gr	100 gr
Berat kering oven (B)	99,95 gr	97,95 gr
$\frac{A - B}{B} \times 100\%$	0,05%	2,09%

Dari data diatas didapat kadar lumpur rata-rata adalah 1,07%.

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 28 Juli 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat: Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telephone: 586168 Pesawat 286



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : Pengujian Kadar Zat Organik
Hari, Tanggal Pengujian : Selasa, 29 Juli 2014
Waktu : Pukul 09:00 s/d selesai
Cuaca : Cerah
Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Pasir yang dipakai adalah pasir progo sebanyak 130 ml.

Data Laporan:

Pasir dimasukkan ke dalam botol, setelah itu dicampur air dengan tambahan NaOH sebanyak 3% dari berat total pasir. Setelah itu botol dicok-kocok dan didiamkan selama 24 jam maka kadar zat organik pasir ini dapat dihitung dengan indikator zat organik. Lalu didapat kesimpulan bahwa pasir progo untuk penelitian ini termasuk pasir dengan zat organik nomer 2, yaitu pasir yang zat organiknya sedikit dengan ciri-ciri air campuran pasir dan NaOH jernih.

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 29 Juli 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : *Mix Design Self Compacting Mortar*
Hari, Tanggal Pengujian : Kamis, 7 Agustus 2014
Waktu : Pukul 10:00 s/d selesai
Cuaca : Cerah
Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Dalam pengujian *trial mix* material penyusun mortar diberi bahan tambah berupa serat *polypropylene* dan *sikament NN* dengan perbandingan campuran 1 PC : 5 PS : f.a.s 0,9 dan *polypropylene* sebanyak (0 kg/m^3 , $0,5\text{ kg/m}^3$, 1 kg/m^3 , dan $1,5\text{ kg/m}^3$) serta *Sikament NN* yang digunakan sebesar 1,2% dari berat semen.

No.	Bahan	Keterangan
1	Semen	Merek Gresik
2	Pasir	Progo
3	Air	Laboratorium bahan Bangunan FT UNY
4	<i>Sikamen NN</i>	Produksi SIKA

Data Laporan:

Volume silinder

Diameter silinder	0,15 m
Tinggi silinder	0,3 m
Volume silinder	0,0053 m



Kebutuhan material tiap silinder

No.	Bahan	Jumlah
1	Semen	2,02 kg
2	Pasir	8,09 kg
3	Air	1,82 liter

Kebutuhan sikamen 2 silinder

Sikamen	0,006	dari berat semen
BJ Sikamen	1,18	
Kebutuhan sikamen	24,68	ml
Dicampur air	200	ml

Kebutuhan 2 silinder + 20% berat tiap agregat

No.	Bahan	Jumlah
1	Semen	4,85 kg
2	Pasir	19,42 kg
3	Air	4,37 liter

Kebutuhan material DS 70

No.	Material	Kebutuhan 2 bekesting+20% berat agregat
1	Semen	5,49 kg
2	Pasir	21,96 kg
3	Air	4,94 liter
4	Sikamen	0,080 liter
5	Serat polypropylene	7,2 gram

Kebutuhan material DS 80

No.	Material	Kebutuhan 2 bekesting+20% berat agregat
1	Semen	4,39 kg
2	Pasir	17,57 kg
3	Air	3,95 liter
4	Sikamen	0,069 liter
5	Serat <i>polypropylene</i>	5,76 gram



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat: Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telephone: 586168 Pesawat 286



Kebutuhan material DS 90

No.	Material	Kebutuhan 2 bekesting+20% berat agregat
1	Semen	3,29 kg
2	Pasir	13,17 kg
3	Air	2,96 liter
4	Sikamen	0.058 liter
5	Serat <i>polypropylene</i>	4,32 gram

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 7 Agustus 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : *Mix Design Core*
Hari, Tanggal Pengujian : Jum'at, 22 Agustus 2014
Waktu : Pukul
Cuaca : Cerah
Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Dalam pengujian ini material yang digunakan yaitu pasir progo, semen Gresik, air yang diperoleh dari Laboratorium Bahan Bangunan FT UNY, dan *styrofoam* yang sudah diserut di dusun Sukunan.

No.	Bahan	Keterangan
1	Semen	Merek Gresik
2	Pasir	Progo
3	Air	Laboratorium bahan Bangunan FT UNY
4	<i>Styrofoam</i>	Dusun Sukunan

Data Laporan:

Volume silinder

Diameter silinder	0,15 m
Tinggi silinder	0,3 m
Volume silinder	0,0053 m



Kebutuhan material per meter kubik

No.	Bahan	Jumlah
1	Semen	350 kg
2	Pasir	435,7 kg
3	Air	200 liter
4	<i>Styrofoam</i>	14,3 kg

Kebutuhan material tiap silinder

No.	Bahan	Jumlah
1	Semen	2,02 kg
2	Pasir	8,09 kg
3	Air	1,82 liter
4	<i>Styrofoam</i>	0,076 kg

Kebutuhan material 2 silinder + 20% berat tiap agregat

No.	Bahan	Jumlah
1	Semen	4,46 kg
2	Pasir	5,55 kg
3	Air	2,55 liter
4	<i>Styrofoam</i>	0,18 kg

Kebutuhan material plat DS 70

No.	Material	Volume 4 core (m ³)	Kebutuhan material untuk 4 Core (kg)	Kebutuhan material untuk 4 Core (setelah ditambah 20%) (kg)
1	Semen	0,0672	23,52 kg	28,22 kg
2	Pasir		29,27 kg	35,13 kg
3	Air		13,44 liter	16,13 liter
4	<i>Styrofoam</i>		0,96 kg	1,15 kg



Kebutuhan material plat DS 80

No.	Material	Volume 4 core (m ³)	Kebutuhan material untuk 4 Core (kg)	Kebutuhan material untuk 4 Core (setelah ditambah 20%) (kg)
1	Semen	0,0768	26,88 kg	32,25 kg
2	Pasir		33,46 kg	40,15 kg
3	Air		15,36 liter	18,43 liter
4	<i>Styrofoam</i>		1,09 kg	1,31 kg

Kebutuhan material plat DS 80

No.	Material	Volume 4 core (m ³)	Kebutuhan material untuk 4 Core	Kebutuhan material untuk 4 Core (setelah ditambah 20%)
1	Semen	0,0864	30,24 kg	36,28 kg
2	Pasir		37,64 kg	45,17 kg
3	Air		17,28liter	20,73 liter
4	<i>Styrofoam</i>		1,23 kg	1,48 kg

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 22 Agustus 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : Pengujian *Ultrasonik Pulse Velocity* dengan metode *Direct* serat *polypropylene* 0kg/m^3 dan 1kg/m^3 dengan ketebalan core 70mm

Hari, Tanggal Pengujian : Senin, 30 Agustus 2014

Waktu : Pukul 18.30 s/d selesai

Cuaca : Cerah

Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Dinding *styrofoam* yang tersusun dari *core* dengan diperkuat menggunakan *wiremesh* dan dilapisi mortar berjenis *Self Compacting Mortar* (SCM) dengan campuran serat *polypropylene* sebesar 0 kg/m^3 dan 1 kg/m^3 dan sikamen NN sebesar 1,2% dari berat semen.

Data Laporan :

No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak <i>Transducer</i> (mm)	<i>Trivel Time</i> (Δt)
1	DS 70 ₀ BU 1	A1	118,30	67,50
		A2	119,40	62,50
		A3	122,00	65,00
		A4	119,00	64,20
		A5	119,10	68,00
		A6	119,00	65,40
		A7	119,60	66,00
		A8	121,40	68,00
		A9	119,00	62,40
		A10	119,00	65,50
		A11	118,00	64,90
		A12	120,00	65,70
		A13	121,00	69,50
		A14	118,30	66,40



No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak Transducer (mm)	Trivel Time (Δt)
2	DS 70 ₀ BU 2	A15	119,10	66,20
		B1	123,80	54,50
		B2	121,40	56,70
		B3	120,30	48,20
		B4	119,50	52,60
		B5	117,70	54,50
		B6	121,00	60,00
		B7	121,40	56,50
		B8	120,90	50,20
		B9	119,40	51,30
		B10	118,30	53,50
		B11	116,30	53,60
		B12	116,80	51,20
		B13	116,00	50,50
		B14	111,30	51,10
3	DS 70 ₁ BU 1	B15	118,00	58,40
		C1	121,00	97,60
		C2	122,00	95,50
		C3	120,80	91,90
		C4	120,00	93,50
		C5	120,50	91,50
		C6	121,00	93,80
		C7	120,50	98,20
		C8	120,60	95,90
		C9	119,80	90,60
		C10	120,50	94,40
		C11	120,10	96,90
		C12	120,00	89,30
		C13	121,00	94,40
		C14	119,00	92,50
4	DS 70 ₁ BU 2	C15	120,20	91,70
		D1	120,50	78,70
		D2	121,00	65,60
		D3	122,50	71,00
		D4	122,20	84,50
		D5	122,00	92,60
		D6	120,00	92,70
		D7	121,00	89,10
		D8	122,00	83,70
		D9	121,50	88,30
		D10	121,10	61,60
		D11	119,00	96,80
		D12	121,00	85,70



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat: Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telephone: 586168 Pesawat 286



No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak <i>Transducer</i> (mm)	<i>Trivel Time</i> (Δt)
		D13	122,30	99,00
		D14	122,20	95,70
		D15	121,70	98,50

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 1 September 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : Pengujian *Ultrasonik Pulse Velocity* dengan metode *Direct* serat *polypropylene* 0kg/m^3 dan 1kg/m^3 dengan ketebalan core 80mm

Hari, Tanggal Pengujian : Senin, 30 Agustus 2014

Waktu : Pukul 18.30 s/d selesai

Cuaca : Cerah

Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Dinding *styrofoam* yang tersusun dari *core* dengan diperkuat menggunakan *wiremesh* dan dilapisi mortar berjenis *Self Compacting Mortar* (SCM) dengan campuran serat *polypropylene* sebesar 0 kg/m^3 dan 1 kg/m^3 dan sikamen NN sebesar 1,2% dari berat semen.

Data Laporan :

1	DS 80 ₀ BU 1	E1	116,60	57,50
		E2	116,90	64,60
		E3	116,80	66,00
		E4	116,80	63,40
		E5	118,10	62,10
		E6	118,00	60,50
		E7	118,30	60,20
		E8	119,70	62,20
		E9	120,30	62,40
		E10	120,20	63,30
		E11	118,40	57,10
		E12	119,40	62,80
		E13	118,50	62,40
		E14	118,90	55,50



		E15	117,60	62,20
2	DS 80 ₀ BU 2	F1	123,70	54,10
		F2	120,40	50,40
		F3	121,40	56,00
		F4	121,90	58,50
		F5	120,50	62,60
		F6	124,00	55,70
		F7	120,50	54,50
		F8	123,00	54,30
		F9	122,00	56,30
		F10	119,50	64,20
		F11	122,20	63,70
		F12	120,30	59,10
		F13	121,60	61,70
		F14	121,40	60,30
		F15	120,00	58,60
3	DS 80 ₁ BU 1	G1	124,20	70,90
		G2	120,90	79,10
		G3	122,40	77,50
		G4	122,10	64,60
		G5	124,40	77,40
		G6	123,50	69,40
		G7	121,30	75,40
		G8	122,70	70,00
		G9	122,00	66,70
		G10	124,70	82,10
		G11	123,10	72,10
		G12	121,30	76,60
		G13	122,10	75,70
		G14	121,60	75,40
		G15	122,70	81,40
4	DS 80 ₁ BU 2	H1	117,60	86,10
		H2	118,30	65,60
		H3	119,40	63,10
		H4	121,10	62,50
		H5	111,20	68,60
		H6	118,60	71,90
		H7	117,70	72,40
		H8	119,90	75,50
		H9	120,40	67,20
		H10	121,30	64,20
		H11	117,20	71,30
		H12	118,20	70,50
		H13	120,40	71,50
		H14	118,50	66,50



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat: Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telephone: 586168 Pesawat 286



		H15	121,90	70,40
--	--	-----	--------	-------

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 1 September 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036



LAPORAN DATA PRAKTIKUM SEMENTARA

Judul Praktikum : Pengujian *Ultrasonik Pulse Velocity* dengan metode *Direct* serat *polypropylene* 0kg/m^3 dan 1kg/m^3 dengan ketebalan core 90mm

Hari, Tanggal Pengujian : Senin, 30 Agustus 2014

Waktu : Pukul 18.30 s/d selesai

Cuaca : Cerah

Kelompok Praktikum : 1. Sovia Fitri Astuti
2. Dian Tri Pintasari
3. Noor Wahyu Pujiastuti
4. Khairunnisa Pertiwi R.
5. Helfian Adhe Saputro
6. Permana Fian H.
7. Marjuni Dwi P.
8. Dicky Aprileon
9. Nuryana Oktaviana
10. Pramantana A.

Bahan : Dinding *styrofoam* yang tersusun dari *core* dengan diperkuat menggunakan *wiremesh* dan dilapisi mortar berjenis *Self Compacting Mortar* (SCM) dengan campuran serat *polypropylene* sebesar 0 kg/m^3 dan 1 kg/m^3 dan sikamen NN sebesar 1,2% dari berat semen.

Data Laporan :

9	DS 90 ₀ BU 1	I1	120,00	84,50
		I2	120,20	67,00
		I3	120,00	70,40
		I4	119,00	75,40
		I5	119,20	77,60
		I6	119,00	74,20
		I7	121,20	68,10
		I8	120,00	72,20
		I9	118,20	73,20
		I10	120,40	75,20
		I11	121,00	68,20
		I12	120,20	68,60
		I13	119,20	73,20



		I14	118,00	69,50
		I15	118,20	76,30
		J1	123,00	73,20
10	DS 90 ₀ BU 2	J2	122,40	62,00
		J3	120,00	87,00
		J4	121,00	79,80
		J5	121,60	83,20
		J6	122,80	76,20
		J7	122,20	79,40
		J8	120,00	76,40
		J9	120,80	76,40
		J10	122,40	77,70
		J11	120,00	78,50
		J12	120,00	75,80
		J13	119,00	76,10
		J14	120,00	85,60
		J15	120,00	86,10
11	DS 90 ₁ BU 1	K1	120,00	68,60
		K2	121,00	63,60
		K3	120,00	69,20
		K4	121,00	65,40
		K5	120,00	70,00
		K6	120,40	67,50
		K7	121,00	67,80
		K8	120,80	60,00
		K9	121,00	67,10
		K10	120,00	66,50
		K11	120,00	65,70
		K12	122,00	68,30
		K13	121,80	64,50
		K14	120,00	60,60
		K15	119,60	65,00
12	DS 90 ₁ BU 2	L1	119,80	55,10
		L2	120,00	55,30
		L3	120,00	52,90
		L4	120,00	55,30
		L5	121,00	57,40
		L6	120,50	54,60
		L7	122,00	53,10
		L8	121,70	58,15
		L9	121,00	55,70
		L10	121,50	61,50
		L11	119,80	62,50
		L12	118,50	53,90
		L13	118,70	52,90



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat: Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281
Telephone: 586168 Pesawat 286



		L14	119,00	54,00
		L15	121,30	57,40

Mengetahui,
Teknisi Laboratorium

Yogyakarta, 1 September 2014
Diuji oleh mahasiswa,

Sudarman, S.Pd.
NIP.19610214 199103 1 001

Marjuni Dwi Prasetya
NIM. 12510134036