



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

PROYEK AKHIR TERAPAN - RC146599

**STUDI PEMANFAATAN BETON PORUS PADA
PANEL DINDING *NON FINISHING***

Mahasiswa

Admira Zehra Syahrastani

NRP 3113 041 060

Dosen Pembimbing I

Ridho Bayuaji, ST. MT. Ph.D

NIP. 19730710 199802 1 002

Pembimbing II

Tahir Hidayat, ST.

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA 2017



PROYEK AKHIR TERAPAN – RC146599

**STUDI PEMANFAATAN BETON PORUS PADA
PANEL DINDING *NON FINISHING***

Mahasiswa

Admira Zehra Syahrastani

NRP 3113 041 060

Dosen Pembimbing I

Ridho Bayuaji, ST. MT. Ph.D

NIP. 19730710 199802 1 002

Pembimbing II

Tahir Hidayat, ST.

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA 2017



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - RC146599

**STUDY OF POROUS CONCRETE ON NON
FINISHING WALL PANEL**

Student

**Admira Zehra Syahrastani
NRP 3113 041 060**

Main Supervisor

**Ridho Bayuaji, ST. MT. Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002**

Co Supervisor

Tahir Hidayat, ST.

**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT – RC146599

**STUDY OF POROUS CONCRETE ON NON
FINISHING WALL PANEL**

Student

**Admira Zehra Syahrastani
NRP 3113 041 060**

Main Supervisor

**Ridho Bayuaji, ST. MT. Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002**

Co Supervisor

Tahir Hidayat, ST.

**DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
FACULTY OF VOCATION
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PEMANFAATAN BETON PORUS PADA PANEL DINDING *NON FINISHING*

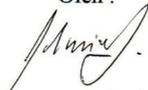
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan
pada

Bidang Studi Bahan Bangunan
Program Studi Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya, Juli 2017

Oleh :



Admira Zehra Svahrastani
NRP. 3113 041 060

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir : 01 AUG 2017

Dosen Pembimbing I, Pembimbing II



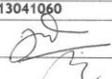
Ridho Bayuaji, ST.MT.Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

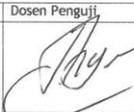


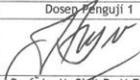
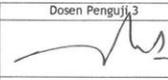
Pembimbing II

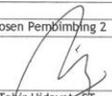
Tahir Hidayat, ST.
Kepala Seksi Jaminan Mutu
Inovasi PT. Varia Usaha

	BERITA ACARA TUGAS AKHIR TERAPAN PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI ITS	No. Agenda : 037713/IT2.VI.8.1/PP.06.00/2017
		Tanggal : 7/28/2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Studi Beton Porus Sebagai material Dinding Rumah Pracetak Tipe 36		
Nama Mahasiswa	Admira Zehra Syarastani	NRP	3113041060
Dosen Pembimbing 1	Ridho Bayu Aji, ST., MT., Ph.D. NIP 19730710 199802 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Tahir Hidayat, ST. NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
- Harga satuan fly ash + pasir - Direvisi keangulan ramah longkungan di banding wall plus	 Prof. Ir. M. Sigit D, M.EngSc. Ph.D. NIP 19630726 198903 1 003
- Standar penyajian dinding → saran - hasil hit di tulis dalam bentuk standar kelas IV label a-1 - ukuran dinding diteliti lagi → metode lagi - kesimpulan : pasir longkungan tidak pakai fokus ke tujuan penelitian	 Nur Achmad Husin, ST., MT. NIP 19720115 199802 1 001
- hasil kembali → cukup "material dinding" Studi beton porus sebagai material dinding non-fir-ching - di beri alasan muat dinding kelas IV	 Ir. Sukobar, MT. NIP 19571201 198601 1 002
..... NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
 Prof. Ir. M. Sigit D, M.EngSc. Ph.D. NIP 19630726 198903 1 003	 Nur Achmad Husin, ST., MT. NIP 19720115 199802 1 001	 Ir. Sukobar, MT. NIP 19571201 198601 1 002 NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	 Ridho Bayu Aji, ST., MT., Ph.D. NIP 19730710 199802 1 002	 Tahir Hidayat, ST. NIP -



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 ADMIRA ZEHRA S. 2
NRP : 1 3113 041 060 2
Judul Tugas Akhir : STUDI BETON PORUS SEBAGAI MATERIAL DINDING
 RUMAH PRA CETAK TIPE 36
Dosen Pembimbing : AHDID BAYUAGI ST. MT. Ph.D

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
1.	28-11-2016	- Menentukan desain rumah pracetak - Disamakan dengan proyek rumah cepat dengan dinding wallplus - Terdapat paku kumis untuk menyambungkan antar panel dinding.		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.	13-01-2017	- Mulai mencoba-coba membuat benda uji kecil. - menggunakan fly ash paiton - memperbaiki foam generator & kompresor		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
				B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
				B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. ADMIRA ZEHRA S. 2
NRP : 1. 3113 041 060 2
Judul Tugas Akhir : STUDI BETON PORUS SEBAGAI MATERIAL DINDING RUMAH PRACETAK TIPE 3/b
Dosen Pembimbing : RADHO BATUJAJI ST. MT. Ph.D

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	14 Feb 2017	- Setelah benda uji jadi, fokus ke pembuatan komponen dindiny dan di uji. - Pembuatan benda uji ke pabrik		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	01 Maret 2017	- Fokus ke densitas 600 kg/m ³ dengan kuat tekan yang memenuhi SNI dindiny. - Segera menghubungi produsen beton foam dan produk dindiny dan melakukan praktikum di suru.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	15 Maret 2017	- Kerjasama dengan Karia Usaha untuk pembuatan dindiny precast ringan. - Menghubungi P. Tahir w/ merealisasi output Dinding & balok precast.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	30 Maret 2017	- Membuat dindiny sesuai suran dari pak Tahir.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 ADMIRA ZEHRA S. 2
NRP : 1 3117 041 060 2
Judul Tugas Akhir : STUDI BETON PORUS SEBAGAI MATERIAL DINDING RUMAH PRACETAK TIPE 36
Dosen Pembimbing : RIDHO BAYAJI ST. MT. Ph.D

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
5.	12 April 2017	- Melakukan pengtesan benda uji silinder yang ada - Membantu omi untuk survey. - Membuat surat untuk Pak Tahir untuk meeting pembimbing.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	17 May 2017	- Tunjukkan mesin foam generator sampai di hubungi pihak Varia usaha. - Jaga hubungan baik dengan perusahaan Varia usaha.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	29 May 2017	- Mencari perusahaan lagi untuk pembuatan dinding ringan pracetak. - Segera membuat bekisting dinding dan proses pengecoran - Catat sepele biaya yang dikeluarkan - Usulkan umur penyutitan 14 hari		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Allah Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir terapan dengan judul “**Studi Pemanfaatan Beton Porus Pada Panel Dinding Non Finishing**“ sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan. Pada program Diploma IV Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyusunan proyek akhir terapan ini, penulis mendapatkan banyak doa, bantuan, dan dukungan moral serta materiil. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua serta keluarga yang tiada hentinya memberikan doa dan semangat serta dukungan kepada penulis.
2. Bapak Ridho Bayuaji, ST.MT.Ph.D dan Bapak Tahir Hidayat, ST. selaku dosen pembimbing
3. Teman-teman yang telah membantu dan mendukung penyelesaian tugas akhir ini

Penulis menyadari dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini tak lepas dari kesalahan. Oleh karenanya penulis mengharapakan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan selanjutnya. Semoga laporan proyek akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

STUDI PEMANFAATAN BETON PORUS PADA PANEL DINDING *NON FINISHING*

Nama Mahasiswa : Admira Zehra Syahrastani
NRP : 3113 041 060
Jurusan : Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil,
Fakultas Vokasi - ITS
Dosen Pembimbing I : Ridho Bayuaji, ST. MT. Ph.D
NIP : 197307101998021002
Pembimbing II : Tahir Hidayat, ST.

Abstrak

Pada penelitian tugas akhir ini, panel dinding yang dibuat adalah dinding beton porus dengan papan semen pada kedua sisinya. Penggunaan beton porus karena memiliki berat yang kecil dan penggunaan papan semen bertujuan untuk menghasilkan produk dinding yang tidak perlu diberi plester dan acian lagi (*non finishing wall*).

Standar yang digunakan untuk pengujian panel dinding ini adalah ASTM C 393-00 untuk pengujian *flexural properties of sandwich constructions*, SNI 03-1974-1990 untuk pengujian kuat tekan, SNI 03-0349-1989 untuk pengujian absorpsi, dan SNI 0096:2007 untuk pengujian Ketahanan Terhadap Rembesan. Mix desain yang digunakan adalah 1 pasir : 1 semen, densitas 700kg/m^3 , rasio air semen 0.5, menggunakan pasir lumajang ukuran dibawah 2.36 mm. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah silinder 15 cm, kubus 10 cm, dan panel dinding 10 cm x 60 cm x 170 cm. Dilakukan analisa dari hasil pengujian dengan menggunakan SNI 03-0349-1989 sebagai parameter kualitas dari panel dinding yang diteliti.

Hasil penelitian menunjukkan agregat yang menghasilkan kuat tekan terbaik adalah pasir lumajang. Hasil pengujian *flexural properties of sandwich constructions* dari benda uji panel dinding menghasilkan *load* sebesar 153 kg dan tegangan geser inti (τ) 0,015 MPa. Pengujian absorpsi menghasilkan nilai rata-rata sebesar 18,37%. Pengujian kuat tekan menghasilkan nilai rata-rata 14,67 kg/cm² untuk benda uji tanpa papan semen dan 22,33 kg/cm² untuk benda uji dengan papan semen. Pengujian ketahanan terhadap rembesan air didapatkan benda uji tahan akan rembesan air. Dari penelitian ini dapat disimpulkan mix desain beton porus dengan perbandingan 1 pasir : 1 semen, densitas 700 kg/m³, rasio air semen 0.5 dan menggunakan pasir lumajang dibawah 2.36 mm menghasilkan dinding ringan yang belum memenuhi syarat. SNI 03-0349-1989 menyebutkan bahwa syarat minimum kuat tekan rata-rata bata beton pejal mutu I sebesar 90 kg/cm², mutu II sebesar 65 kg/cm², mutu III sebesar 35 kg/cm², dan mutu IV sebesar 25 kg/cm².

Kata kunci : beton porus, panel dinding, *non finishing*

STUDY OF POROUS CONCRETE ON NON FINISHING WALL PANEL

Name of Students : Admira Zehra Syahrastani
Reg. Number : 3113 041 060
Departement : Diploma IV Civil Infrastructure
Engineering Faculty of Vocational ITS
Main Supervisor : Ridho Bayuaji, ST. MT. Ph.D
NIP : 197307101998021002
Co Supervisor : Tahir Hidayat, ST.

Abstract

In this research, wall panels are made of porous concrete with cement board on both sides. The use of porous concrete because it has a small weight and the use of cement board aims to produce wall products that do not need to be given adhesive plaster and finishing again (non finishing wall).

The standard used for this wall panel test is ASTM C 393-00 for testing of flexural properties of sandwich constructions, SNI 03-1974-1990 for compressive strength testing, SNI 03-0349-1989 for absorption test, and SNI 0096: 2007 for testing Resistance Against Seepage. Mix design used is 1 sand: 1 cement, density 700kg / m³, water cement ratio 0.5, using the sand lumajang size under 2.36 mm. The test specimens used in this research are cylinder 15 cm, cube 10 cm, and wall panel 10 cm x 60 cm x 170 cm. Analyzed from the test results using SNI 03-0349-1989 as the quality parameters of the studied wall panels.

The result shows that the aggregate that produces the best compressive strength is the lumajang sand. The result of testing of flexural properties of sandwich constructions from wall panel test object resulted in load of 153 kg and core shear stress (τ) 0.015 MPa. The absorption test has an average value 18.37%. The compressive strength test has an average value 14.67 kg/cm²

for the test specimen without cement board and 22.33 kg/cm² for the test object with cement board. Water resistance testing of water seepage obtained object resistant to water seepage. From this research can be concluded mix of porous concrete design with comparison of 1 sand: 1 cement, density 700 kg/m³, water cement ratio of 0.5 and using the sand of lumajang under 2.36 mm produce not qualified wall. SNI 03-0349-1989 mentions the minimum requirement of the average compressive strength of the concrete brick is 90 kg/cm² for 1st quality, 65 kg/cm² 2nd quality, 35 kg/cm² for 3rd quality, and 25 kg/cm² for 4th quality.

Keyword : porous concrete, wall panels, non finishing

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

ABSTRAK	i
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Beton	5
2.2. Pengertian Beton Ringan	6
2.3. Jenis Beton Ringan	7
2.4. Pengertian Beton Porus	9
2.5. Material dan Alat Pembentuk Beton Porus	9
2.6. Beton Porus untuk Pasangan Bata Beton Dinding	17
2.7. Informasi dari Penelitian Mengenai Beton Porus	20
2.8. Dinding Ringan Pracetak dengan Bahan Pengisi Beton Porus	28

2.9.	Densitas Beton Porus untuk Dinding Ringan Pracetak	28
2.10.	Desain Campuran Beton Porus	31
BAB III	METODOLOGI.....	33
3.1.	Studi Literatur.....	36
3.2.	Perhitungan Mix Desain	36
3.3.	Perbandingan Harga	44
3.3.2.	Harga Dinding Pracetak Beton Porus IPC : 0,5PP	46
3.3.3.	Harga Dinding Produk yang Sudah Ada.....	48
3.4.	Persiapan Material	49
3.5.	Pengujian Material.....	51
3.6.	Koreksi Proporsi Campuran.....	53
3.7.	Prosedur Pembuatan Beton Porus	53
3.8.	Perawatan Benda Uji Beton Porus.....	65
3.9.	Pengujian Benda Uji.....	66
BAB IV	HASIL DAN ANALISA DATA.....	73
4.1.	Umum.....	73
4.2.	Hasil Pengujian Material	73
4.2.1.	Berat Jenis	73
4.2.2.	Kebersihan Agregat Halus terhadap Lumpur (SNI 03-1750-1990).....	74
4.2.3.	Kelembapan/Kadar Air Agregat Halus	75
4.2.4.	Air Resapan/Absorpsi Agregat Halus	75
4.2.5.	Uji XRF <i>fly ash</i> (ASTM C 618 dan ACI part I 226-3R)	76

4.2.6.	Uji Densitas <i>Foam</i> (Kementrian PUPR : Pedoman Spesifikasi Material Ringan Mortar Busa untuk Konstruksi Jalan)	77
4.3.	Koreksi Proporsi Campuran (SNI 03-2834-2000 pasal 4.2.3.8)	78
4.4.	Hasil Uji Kuat Tekan dan Densitas	80
4.4.1.	Uji Kuat Tekan dan Densitas Beton Porus dengan Agregat Halus Pasir Lumajang Umur 14 Hari	80
4.4.2.	Uji Kuat Tekan dan Densitas Beton Porus dengan Agregat Halus Abu Batu Umur 14 Hari	82
4.4.3.	Perbandingan Kuat Tekan Beton Porus Pasir Lumajang dengan Beton Porus Abu Batu	84
4.5.	Hasil Pengujian Panel Dinding Pracetak Beton Porus	86
4.5.1.	Hasil Uji Lentur (ASTM C 393-00 : Flextural Properties of Sandwich Constructions)	86
4.5.2.	Hasil Uji Kuat Tekan Umur 28 Hari	87
4.5.3.	Hasil Uji Absorpsi	90
4.5.4.	Hasil Uji Ketahanan Terhadap Rembesan Air	91
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	93
5.1.	Kesimpulan	93
5.2.	Saran	93
DAFTAR PUSTAKA		95
LAMPIRAN		97
BIODATA PENULIS		99

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Umum Campuran Semen, Mortar dan Beton	6
Gambar 2. 2 Mesin Autoclaved Aerated Concrete	8
Gambar 2. 3 Sistem Umum Campuran Semen, Mortar dan Beton Porus	9
Gambar 2. 4 Semen	10
Gambar 2. 5 Agregat Halus Pasir	11
Gambar 2. 6 <i>Fly Ash</i>	12
Gambar 2. 7 <i>Foam Agent</i>	13
Gambar 2. 8 <i>Foam</i>	14
Gambar 2. 9 Admixture Tipe F (High Range Water Reducer) ...	15
Gambar 2. 10 <i>Foam Generator</i> Tipe Tabung	16
Gambar 2. 11 <i>Foam Generator</i> Tipe Reaktor.....	16
Gambar 2. 12 Kompresor	17
Gambar 2. 13 Panel Dinding	29
Gambar 2. 14 Panel Dinding untuk Pengujian.....	30
Gambar 3. 1 Pasir Lumajang	50
Gambar 3. 2 Abu Batu.....	50
Gambar 3. 3 Molen	54
Gambar 3. 4 <i>Foam Generator</i>	54
Gambar 3. 5 Kompresor	55
Gambar 3. 6 Bekisting Silinder 15 cm.....	55
Gambar 3. 7 Bekisting Panel Dinding	56
Gambar 3. 8 Timbangan.....	56
Gambar 3. 9 Gelas Volume 1 Liter.....	57
Gambar 3. 10 Gelas Ukur.....	57
Gambar 3. 11 Pelat, ring flow dan penggaris.....	58
Gambar 3. 12 Pengaturan <i>Foam Generator</i>	58

Gambar 3. 13 Campuran <i>Foam</i> Agent dan Air	59
Gambar 3. 14 Pasir Lumajang	59
Gambar 3. 15 Semen	60
Gambar 3. 16 Air.....	61
Gambar 3. 17 Admixture Tipe F	61
Gambar 3. 18 Menimbang Densitas <i>Foam</i>	62
Gambar 3. 19 Mempersiapkan Material	62
Gambar 3. 20 Pengujian Flow	63
Gambar 3. 21 <i>Foam</i> Dimasukkan ke Campuran Mortar	63
Gambar 3. 22 Menimbang Densitas Beton Basah	64
Gambar 3. 23 Menuangkan Beton ke Bekisting	64
Gambar 3. 24 Membuka Bekisting	65
Gambar 3. 25 Perawatan Benda Uji	65
Gambar 3. 26 Mesin Uji Tekan	67
Gambar 3. 27 Pengujian Absorpsi	68
Gambar 3. 28 Alat Uji Ketahanan Terhadap Rembesan	70
Gambar 3. 29 Pengujian Flexural Properties of Sandwich Constructions	71
Gambar 3. 30 Pengaturan Single Point Load.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran Toleransi Bata Beton	18
Tabel 2. 2 Syarat Fisis Bata Beton Pejal.....	19
Tabel 2. 3 Syarat Fisis Bata Beton Berlubang	19
Tabel 2. 4 Hasil Penelitian (Susanto, 2014).....	20
Tabel 2. 5 The Effect of Porosity on The Strength of Foamed Concrete (Kearsley EP, 2001)	27
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian XRF <i>Fly Ash</i>	76
Tabel 4. 2 Hasil Uji Kuat Tekan dan Densitas Beton Porus dengan Agregat Halus Pasir Lumajang Umur 14 Hari	80
Tabel 4. 3 Hasil Uji Kuat Tekan dan Densitas Beton Porus dengan Agregat Halus Abu Batu Umur 14 Hari	82
Tabel 4. 4 Hasil Uji Tekan Benda Uji Tanpa Papan Semen	88
Tabel 4. 5 Hasil Uji Tekan Benda Uji dengan Papan Semen.....	89
Tabel 4. 6 Hasil Uji Absorbsi	90

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2. 1 Hasil Penelitian (Susanto, 2014)	21
Grafik 2. 2 Hasil Kuat Tekan <i>Foam Concrete</i> Metode <i>Water Curing</i> (Abdul Muthalib, 2014)	23
Grafik 2. 3 Hasil Kuat Tekan <i>Foam Concrete</i> Metode <i>Air Curing</i> (Abdul Muthalib, 2014).....	23
Grafik 2. 4 Hasil Kuat Tekan <i>Foam Concrete</i> Metode <i>Water dan Air Curing</i> (Abdul Muthalib, 2014)	24
Grafik 2. 5 Hasil Kuat Tekan Beton Porus dengan Ukuran Pasir 0,15-0,4 mm (Bayuaji, 2013)	25
Grafik 2. 6 Hasil Kuat Tekan Beton Porus dengan Ukuran Pasir 0,6-1,2 mm (Bayuaji, 2013)	26
Grafik 4. 1 Hasil Uji Kuat Tekan dan Densitas Beton Porus dengan Agregat Halus Pasir Lumajang Umur 14 Hari	81
Grafik 4. 2 Hasil Uji Kuat Tekan dan Densitas Beton Porus dengan Agregat Halus Abu Batu Umur 14 Hari	83
Grafik 4. 3 Perbandingan Kuat Tekan Beton Porus Pasir Lumajang dengan Beton Porus Abu Batu.....	84
Grafik 4. 4 Hasil Uji Tekan Benda Uji Tanpa Papan Semen	88
Grafik 4. 5 Hasil Uji Tekan Benda Uji dengan Papan Semen	89

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan panel dinding pada bangunan adalah salah satu cara untuk mempercepat waktu pembangunan. Walaupun berukuran besar, panel dinding memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan produk dinding yang lain. Produk dinding yang ada saat ini terbuat dari beton styrofoam sebagai bahan pengisinya. Kekurangan dari panel dinding saat ini adalah penggunaan beton styrofoam yang kurang ramah lingkungan dan penggunaan styrofoam yang dilarang di beberapa negara. Kelemahan terbesar dari beton styrofoam adalah ketidaktahanannya terhadap perubahan iklim dan api. Styrofoam tidak menjamin bahaya dari api (Hawirko, 2016). Cuaca adalah masalah lain yang harus dipertimbangkan (Hawirko, 2016).

Untuk menghasilkan produk yang lebih baik maka perlu dipertimbangkan bahan pengganti beton styrofoam. Beton porus adalah salah satu alternatif yang bisa digunakan sebagai pengganti beton styrofoam. Selain sama-sama memiliki berat yang ringan, beton porus berpotensi memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan beton styrofoam.

Pada penelitian ini akan digunakan material berupa *foam* yang dicampur dengan pasta beton sebagai bahan pengisi komponen dinding pracetak untuk rumah sederhana. Dengan menggunakan *foam*, maka akan dihasilkan dinding pracetak dengan ukuran yang besar namun memiliki berat yang kurang

lebih setengah dari berat bahan biasa atau bahkan bisa lebih ringan lagi. Beton yang menggunakan *foam* yang dicampur dengan pasta beton sebagai bahan pengisi dapat menjadi ringan disebabkan oleh rongga-rongga udara yang terbentuk di dalam beton tersebut. Terdapat kekurangan dalam penggunaan *foam* sebagai bahan campuran beton yaitu banyaknya jumlah rongga di dalam beton mengakibatkan kekuatan beton menjadi menurun. Hal tersebut akan menjadi pertimbangan dalam menentukan porsi *foam* dalam campuran beton.

Dengan dihasilkannya dinding pracetak yang memiliki berat yang ringan dan ukuran yang besar maka waktu dalam proses pembangunan rumah sederhana akan lebih singkat dibandingkan pembangunan rumah metode konvensional. Dengan penghematan waktu tersebut akan memiliki kemungkinan biaya yang diperlukan untuk pembangunan rumah dengan metode pracetak akan lebih murah dibanding metode konvensional karena terdapat penghematan dalam biaya upah pekerja. Jika dalam pembuatan komponen pracetak tersebut menggunakan material yang lebih murah dibandingkan material yang digunakan dalam pembangunan rumah metode konvensional maka biaya yang diperlukan untuk pembangunan rumah metode pracetak akan lebih murah dibandingkan pembangunan rumah metode konvensional.

Dalam pembuatan produk dinding pracetak akan dipertimbangkan material agregat halus yang memungkinkan untuk dipakai. Material agregat halus yang berkemungkinan dipakai dilihat dari segi kondisi/kualitas dan jumlah. Untuk penelitian ini, material agregat halus yang akan dipakai adalah pasir lumajang dan abu batu.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang harus diselesaikan pada tugas akhir terapan ini adalah :

1. Bagaimana cara menentukan komposisi beton porus untuk panel dinding non finishing?
2. Bagaimana karakter beton porus dari nilai tegangan, densitas, kuat tekan, penyerapan air (absorpsi) dan ketahanan terhadap rembesan air?
3. Berapa rincian harga produk dinding ringan pracetak beton porus dan rasio perbandingan harga dengan produk dinding lainnya?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen OPC (Ordinary Portland Cement), *fly ash* kelas f PT. Tjiwi Kimia, pasir lumajang, abu batu, air biasa (non aquades), admixture tipe f dan *foam agent* Soft Clean 27AE PT. KAO Indonesia.
2. Pengujian beton porus dalam penelitian ini adalah *flexural properties of sandwich construction*, kuat tekan, penyerapan air (absorpsi) dan ketahanan terhadap rembesan air.

1.4. Tujuan

Tujuan yang dicapai pada tugas akhir terapan ini adalah :

1. Menentukan komposisi beton porous untuk panel dinding non finishing.
2. Mengetahui karakter beton porous dari nilai tegangan, densitas, kuat tekan, penyerapan air (absorpsi) dan ketahanan terhadap rembesan air.
3. Mengetahui rincian harga produk dinding ringan pracetak beton porous dan rasio perbandingan harga dengan produk dinding lainnya.

1.5. Manfaat

1. Hasil penelitian dapat digunakan untuk salah satu alternatif dalam pembangunan rumah sederhana dengan menggunakan dinding pracetak yang dapat mengurangi waktu dan biaya pembangunan.
2. Secara teknis mempermudah pekerjaan pembangunan rumah karena hasil yang presisi dan mudah dalam pengaplikasiannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

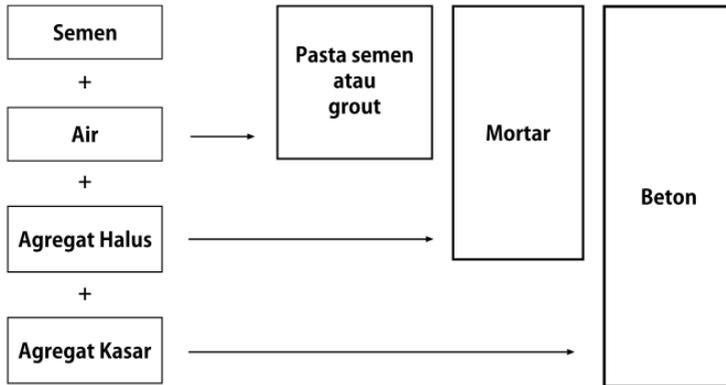
2.1. Pengertian Beton

Menurut SNI 03-2834-2004, beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat.

Kata beton dalam bahasa Indonesia berasal dari kata yang sama dalam bahasa Belanda. Kata *concrete* dalam bahasa Inggris berasal dari kata latin *concretus* yang berarti tumbuh bersama atau menggabungkan menjadi satu. Dalam bahasa Jepang digunakan kata kotau-zai, yang arti harfiahnya material-material seperti tulang; mungkin karena agregat mirip tulang-tulang hewan.

Beton adalah material komposit yang rumit. Beton dapat dibuat dengan mudah bahkan oleh mereka yang tidak punya pengertian sama sekali tentang beton teknologi, tetapi pengertian yang salah dari kesederhanaan ini sering menghasilkan persoalan pada produk, antara lain reputasi jelek dari beton sebagai materi bangunan.

Sebagai material komposit, sifat beton sangat tergantung pada sifat unsur masing-masing serta interaksi mereka. Ada 3 sistem umum yang melibatkan semen, yaitu pasta semen, mortar dan beton.



Gambar 2. 1 Sistem Umum Campuran Semen, Mortar dan Beton

2.2. Pengertian Beton Ringan

Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan merupakan agregat ringan juga. SNI 03-2847-2002 menyatakan bahwa beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat kurang dari 1900kg/m^3 . Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi berat jenis beton atau membuat beton lebih ringan antara lain adalah sebagai berikut :

- Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menambah bubuk aluminium ke dalam bubuk campuran beton.
- Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apung atau agregat buatan sehingga

beton yang dihasilkan akan lebih ringan daripada beton biasa.

- Dengan cara membuat beton tanpa menggunakan butir-butir agregat halus atau pasir yang disebut sebagai beton non pasir.

2.3. Jenis Beton Ringan

Ada beberapa jenis beton yang biasanya dipakai dalam konstruksi. Beton ringan biasanya digunakan sebagai dinding pemisah atau dinding isolasi. Salah satu pertimbangan pemakaian beton ringan adalah beratnya yang ringan sehingga membuat beban konstruksi lebih ringan.

Ada dua jenis beton ringan yang sering digunakan pada dinding bangunan, yaitu beton *Autocalved Aerated Concrete* (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) atau dalam penelitian ini disebut dengan beton porus. Kedua jenis beton ringan inisial terbuat dari material yang berbeda namun memiliki fungsi yang sama yaitu membuat pori/gelembung udara di dalam beton sehingga memiliki berat yang ringan. Dikutip dari Lee, Abe. (2005) beton ringan *Autocalved Aerated Concrete* (AAC) adalah beton dimana gelembung udara yang ada disebabkan oleh reaksi kimia, yaitu ketika bubuk aluminium atau aluminium pasta mengembang seperti saat proses pembuatan roti dimana ketika mikro organisme ragi bertemu dengan adonan roti yang lain akan terjadi pengembangan. Pengembangan adonan terjadi karena ragi menghasilkan gas karbondioksida (CO₂) selama fermentasi. Sama halnya dengan proses roti, dalam proses pembuatan beton *Autocalved Aerated Concrete* (AAC), adonan beton dimasukkan kedalam mesin autoclaved. Mesin autoclaved akan membuat adonan beton *Autocalved Aerated Concrete* (AAC) menjadi

mengembang dengan cara memanaskan dengan suhu yang tinggi dan menekannya dengan uap panas yang dihasilkan oleh mesin.



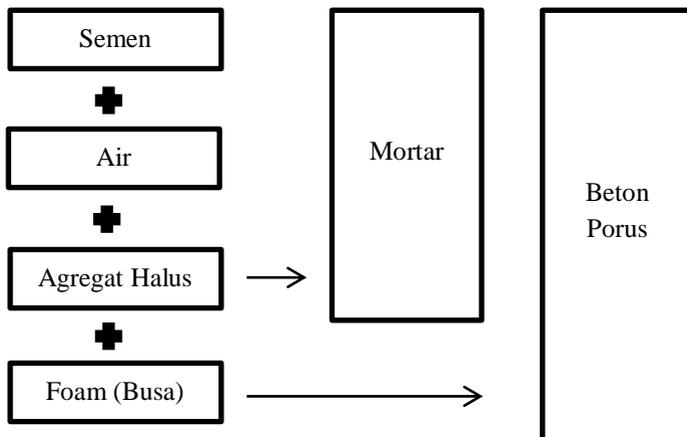
Gambar 2. 2 Mesin Autoclaved Aerated Concrete

Sedangkan menurut Kristanti, N., Tansajaya, A. (2008) beton ringan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) adalah beton yang mengalami proses secara alami, *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) adalah beton yang mana agregat kasar (kerikil) digantikan oleh gelembung udara/*foam*.

Penggunaan *foam* dalam beton dapat dianggap sebagai rongga udara yang bisa mengurangi kekuatan beton. Setiap penambahan udara 1% dari volume udara, maka kekuatan beton akan berkurang 5.5 %. (Giri, 2008). Beton dengan bahan pengisi udara mempunyai kekuatan 10% lebih kecil daripada beton tanpa pemasukan udara pada kadar semen dan workabilitas yang sama (Murdock dan Brook, 1999).

2.4. Pengertian Beton Porus

Beton porus adalah beton berdensitas rendah dengan porositas yang tinggi. Dalam penelitian ini, pengembangan material yaitu *foam* dilakukan untuk mendapatkan dinding dengan densitas yang direncanakan. *Foam concrete* adalah beton berpori yang dibuat dengan memberi campuran *foam agent* ke dalam campuran dasar (*base mix*) yaitu semen dan agregat halus.



Gambar 2. 3 Sistem Umum Campuran Semen, Mortar dan Beton Porus

2.5. Material dan Alat Pembentuk Beton Porus

2.5.1. Material Pembentuk Beton Porus

Secara sederhana beton porus dibuat dari beberapa material yaitu semen, agregat halus, air, *foam agent* dan bahan tambah lainnya.

- i. Semen

Menurut beberapa penelitian semen yang digunakan untuk membuat beton porus adalah semen portland tipe 1 murni atau dikenal sebagai *ordinary ordinary portland cement* (OPC). Syarat syarat semen portland sudah diatur dalam SNI 2049:2015.



Gambar 2. 4 Semen

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain. Semen portland jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

ii. Agregat halus

Menurut SNI 03-2834-2000, agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegritasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm.



Gambar 2. 5 Agregat Halus Pasir

iii. *Fly Ash*

Fly ash atau abu terbang merupakan sisa-sisa pembakaran batu bara yang pada umumnya dihasilkan oleh pabrik dan PLTU. *Fly ash* berbentuk bubuk yang halus. *Fly ash* merupakan material dengan sifat pozzolanik yang baik. Kandungan *fly ash* sebagian besar terdiri dari oksida-oksida silika (SiO_2), aluminium (Al_2O_3), besi (Fe_2O_3), dan kalsium (CaO), serta potasium, sodium, titanium, dan sulfur dalam jumlah sedikit (Nugraha & Antoni, 2007).



Gambar 2. 6 *Fly Ash*

iv. Air

Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah (*workable*). Dalam pembuatan beton porus, air juga diperlukan untuk membuat *foam* dengan cara mencampurkan air dengan *foam agent* di dalam mesin pembuat *foam* atau biasa disebut *foam generator*.

v. *Foam Agent*

Foam agent adalah suatu larutan pekat dari bahan surfaktan, dimana apabila akan digunakan harus dilarutkan dengan air. Salah satu bahan yang mengandung surfaktan adalah Detergent ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{OSO}_3\text{-Na}^+$). *Foam agent* saat dicampurkan dengan kalsium hidroksida yang terdapat pada agregat halus dan air akan bereaksi sehingga membentuk hidrogen. Gas hidrogen ini membentuk gelembung-gelembung udara di dalam campuran

beton tadi. Gelembung-gelembung udara ini menjadikan volumenya menjadi dua kali lebih besar dari volume semula. Di akhir proses pembusaan, hidrogen akan terlepas ke atmosfer dan langsung digantikan oleh udara. Rongga-rongga tersebutlah yang membuat bata beton menjadi ringan.



Gambar 2. 7 *Foam Agent*



Gambar 2. 8 Foam

vi. Admixture Tipe F

Admixture Tipe F (*High Range Water Reducer*) adalah bahan kimia yang berfungsi mengurangi air sampai 12% atau bahkan lebih. Dengan pemakaian bahan tambahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama atau diperoleh adukan dengan kekentalan lebih encer dengan faktor air semen yang sama, sehingga kuat tekan beton lebih tinggi. *Superplasticizer* adalah zat-zat polymer organik yang dapat larut dalam air yang telah dipersatukan dengan menggunakan proses polymerisasi yang kompleks untuk menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan

workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan *workability* yang tinggi atau menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi. Dalam pembuatan beton porus, admixture tipe F berfungsi untuk mengencerkan adonan beton porus hingga memenuhi nilai *flow* yang ditentukan.



Gambar 2. 9 Admixture Tipe F (High Range Water Reducer)

2.5.2. Alat dan Mesin Pembuat Beton Porus

Alat yang digunakan dalam pembuatan beton porus tidak berbeda jauh dengan alat-alat yang digunakan dalam pembuatan beton normal. Bedanya terletak pada mesin pembuat *foam* atau biasa disebut *foam generator* dan mesin kompresor. Pada dasarnya teknologi *foam generator* model tabung menggunakan teknologi yang biasa digunakan pada snow wash cuci mobil yang tidak ada bedanya, hanya ukuran tabung diperbesar.

Foam generator dibedakan menjadi 2 yaitu *foam generator* model tabung dan model reaktor. Cara kerja *foam generator* adalah dengan mengubah campuran *foam agent* dan air yang terletak pada pipa input dan akan menghasilkan *foam* pada pipa

output. Untuk mengaktifkannya, *foam generator* harus disambungkan ke listrik dan mesin kompresor.



Gambar 2. 10 *Foam Generator* Tipe Tabung



Gambar 2. 11 *Foam Generator* Tipe Reaktor



Gambar 2. 12 Kompresor

2.6. Beton Porus untuk Pasangan Bata Beton Dinding

Bata beton adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen portland, air dan agregat; yang dipergunakan untuk pasangan dinding. Bata beton dibedakan menjadi bata beton pejal dan bata beton berlubang. Bata beton pejal adalah bata yang memiliki penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya. Bata beton berlubang adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume batas seluruhnya.

Berdasarkan mutunya, beton pejal maupun berlubang dibedakan menjadi 4 tingkat, yaitu:

- Tingkat mutu I
- Tingkat mutu II

- Tingkat mutu III
- Tingkat mutu IV

Terdapat beberapa syarat mutu untuk bata beton yang diatur dalam SNI 03-0349-1989, diantaranya adalah pandangan luar, ukuran dan toleransi, dan syarat fisis.

2.6.1. Pandangan Fisis

Bidang permukaannya harus tidak cacat. Bentuk permukaan lain yang didesain, diperbolehkan. Rusuk-rusuknya siku satu terhadap yang lain, dan sudut rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan.

2.6.2. Ukuran Toleransi

Tabel 2. 1 Ukuran Toleransi Bata Beton

Satuan : mm

Jenis	Ukuran						Tebal dinding sekatan lubang minimum	
	Panjang		Lebar		Tebal		Luar	Dalam
Pejal	390	+3	90	± 2	100	± 2		
		-5						
Berlubang kecil	390	+3	190	+ 3	100	± 2	20	15
		-5		- 5				
Berlubang besar	390	+3	190	+ 3	200	± 3	25	20
		-5		- 5				

2.6.3. Syarat Fisis

Tabel 2. 2 Syarat Fisis Bata Beton Pejal

Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal			
		I	II	III	IV
Kuat tekan bruto rata-rata minimum	kg/cm ²	100	70	40	25
Kuat tekan bruto masing-masing benda uji minimum	kg/cm ²	90	65	35	21
Penyerapan air rata-rata maksimum	%	25	35	-	-

Tabel 2. 3 Syarat Fisis Bata Beton Berlubang

Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton berlubang			
		I	II	III	IV
Kuat tekan bruto rata-rata minimum	kg/cm ²	70	50	35	20
Kuat tekan bruto masing-masing benda uji minimum	kg/cm ²	65	45	30	17
Penyerapan air rata-rata maksimum	%	25	35	-	-

Kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda coba pecah, dibagi dengan luas ukuran nyata dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi.

2.7. Informasi dari Penelitian Mengenai Beton Porus

Dari syarat-syarat untuk bata beton di atas maka direncanakan beton porus dengan kuat tekan minimal 25 kg/cm^2 atau 2,5 MPa untuk dinding bata beton. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, telah dihasilkan berbagai macam mix desain. Hasil kuat tekan beton porus dari mix desain beberapa jurnal dapat disimpulkan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil kuat tekan tersebut.

2.7.1. Faktor Penggunaan Semen Portland Tipe I Murni

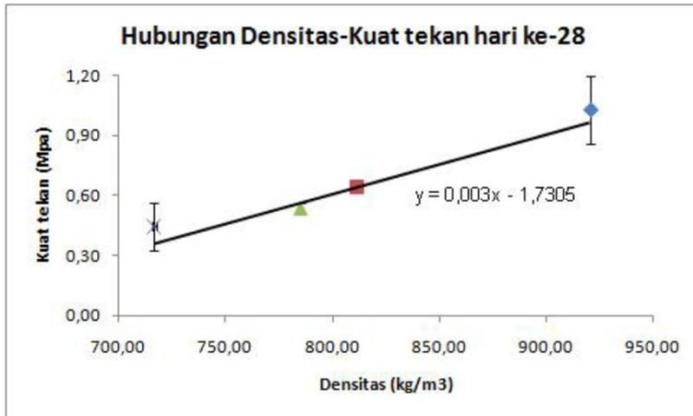
Semen portland tipe I adalah semen yang biasa dipakai untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal. Lebih tepat digunakan pada tanah dan air yang mengandung sulfat 0,0% - 0,10 %, dapat juga digunakan untuk bangunan rumah pemukiman, gedung-gedung bertingkat, dan lain-lain. Semen tipe ini jarang ditemukan di pasaran. Semen yang biasa ditemui di pasaran adalah Semen Portland Komposit. Berikut adalah hasil penelitian pembuatan beton porus dengan menggunakan semen portland komposit.

Hasil Penelitian (Susanto, 2014) :

Tabel 2. 4 Hasil Penelitian (Susanto, 2014)

Air	Semen	Pasir	Mortar : Foam
0,5	1	0,67	0,4 : 0,6

0,5	1	1	0,4 : 0,6
0,5	1	1,5	0,4 : 0,6
0,5	1	2	0,4 : 0,6



Grafik 2. 1 Hasil Penelitian (Susanto, 2014)

Campuran 1 : 0,67 adalah campuran yang yang mampu menghasilkan kuat tekan tertinggi sampai di hari ke-28 dari campuran semen-pasir yang diuji.. Berdasarkan penelitian (Zulkarnain, 2010) didapatkan bahwa dengan campuran 1:1,5 saja sudah dapat menghasilkan kuat tekan 2,5 MPa di hari ke-3, namun dalam penelitian ini campuran 1 : 1,5 menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan karena ada perbedaan jenis semen yang digunakan dimana semen dalam penelitian Zulkarnain (2010) menggunakan semen OPC (Ordinary Portland Cement) yang merupakan semen Tipe 1 murni sedangkan dalam penelitian ini menggunakan semen PCC (*Portland Composite Cement*) yang masih kategori semen tipe 1 namun sudah mendapat campuran Pozzolan dan trass. Penggunaan PCC menghasilkan kuat tekan lebih rendah

dibandingkan semen OPC yang tidak diberi campuran *fly ash* dan trass (Hariawan,2007).

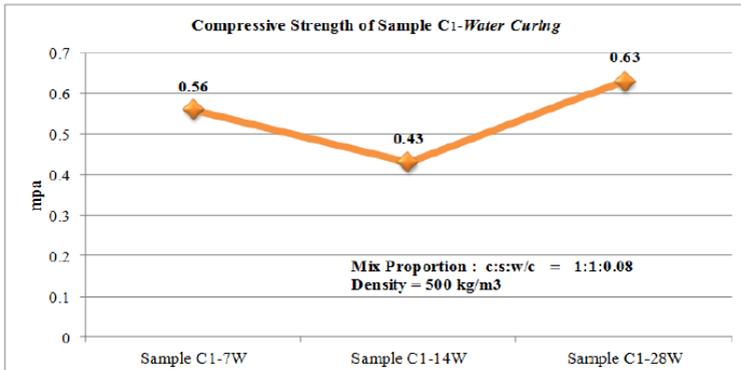
2.7.2. Faktor Penggunaan Metode *Air Curing*

Dari penelitian (Abdul Muthalib, 2014) mengenai kekuatan *foam concrete* ditinjau dari pemilihan metode curing, didapatkan perbedaan nilai kuat tekan beton *foam concrete* metode water curing dengan air curing.

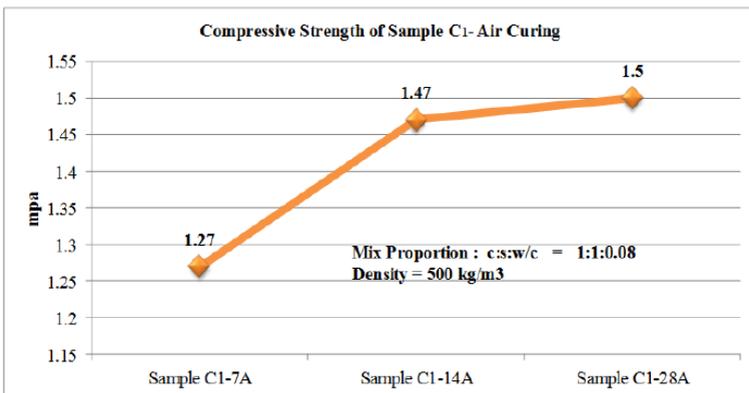
- Water curing dilakukan dengan cara merendam beton yang sudah berusia 24 jam kedalam kolam air. Perendaman tersebut dilakukan hingga akhirnya diangkat ketika beton diuji tekan pada hari yang ditentukan.
- Air curing dilakukan dengan cara menyimpan beton di ruangan bersuhu 25°C hingga akhirnya beton diuji pada hari yang ditentukan.

Penelitian (Abdul Muthalib, 2014) juga menambahkan metode gabungan antara water curing dengan air curing. Metode ini dilakukan dengan cara merendam terlebih dahulu beton yang sudah berusia 24 jam di dalam kolam berisi air kemudian mengeluarkannya dan disimpan di ruangan dengan suhu 25°C.

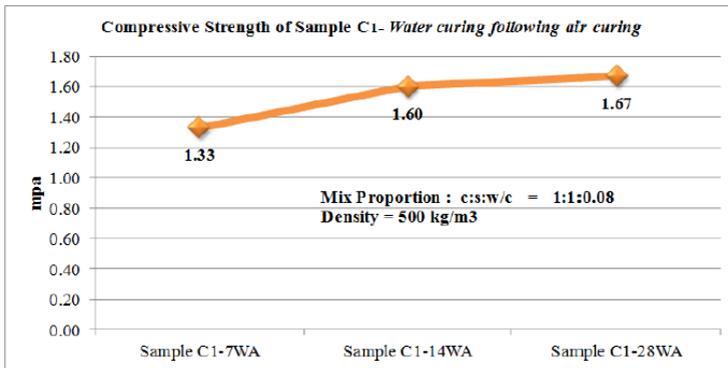
Hasil Penelitian (Abdul Muthalib, 2014) :



Grafik 2. 2 Hasil Kuat Tekan *Foam Concrete* Metode *Water Curing* (Abdul Muthalib, 2014)



Grafik 2. 3 Hasil Kuat Tekan *Foam Concrete* Metode *Air Curing* (Abdul Muthalib, 2014)



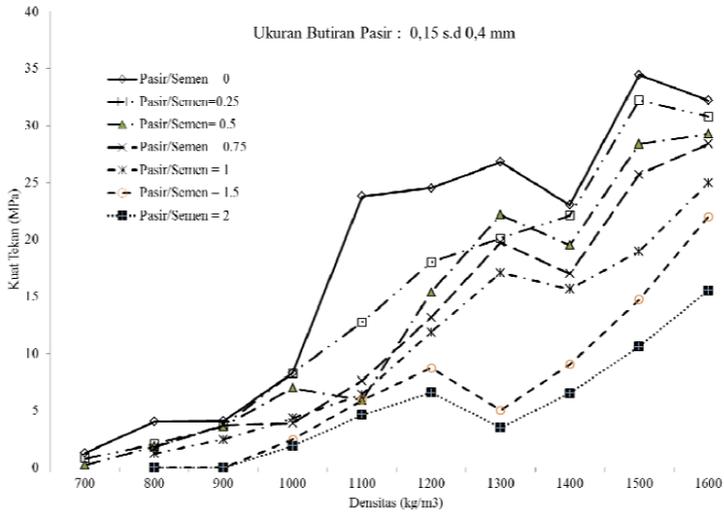
Grafik 2. 4 Hasil Kuat Tekan *Foam Concrete* Metode Water dan *Air Curing* (Abdul Muthalib, 2014)

2.7.3. Faktor Perbandingan Pasir dengan Semen

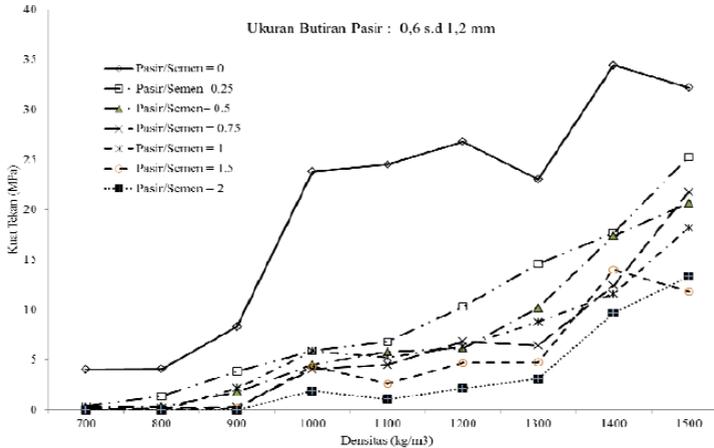
Dalam sebuah beton, semen adalah material pengikat sedangkan pasir adalah material pengisi. Sebuah desain campuran sangat dipengaruhi oleh dua material tersebut. Beton dengan kadar semen yang banyak dan kadar pasir yang sedikit akan meningkatkan kuat tekan namun secara biaya beton tersebut akan memiliki nilai yang lebih mahal. Sedangkan beton dengan kadar semen yang sedikit dan kadar pasir yang banyak akan menurunkan kuat tekan namun secara biaya beton tersebut akan memiliki nilai yang lebih murah. Kondisi tersebut bukan hanya terjadi pada beton biasa namun beton porus juga dipengaruhi oleh banyaknya kandungan semen dan pasir.

Penelitian (Bayuaji, 2013) mengenai Model Jaringan Saraf Tiruan Kuat Tekan Beton Porus dengan Material Pengisi Pasir menunjukkan terdapat perbedaan nilai kuat tekan dari beton porus dengan merubah perbandingan pasir dengan semen. Beton porus

dengan nilai pasir/semen yang besar akan menghasilkan kuat tekan yang rendah dan sebaliknya.



Grafik 2. 5 Hasil Kuat Tekan Beton Porus dengan Ukuran Pasir 0,15-0,4 mm (Bayuaji, 2013)



Grafik 2. 6 Hasil Kuat Tekan Beton Porus dengan Ukuran Pasir 0,6-1,2 mm (Bayuaji, 2013)

2.7.4. Faktor Penggunaan Agregat Halus Berupa *Fly Ash*

Dalam pembuatan beton porus, agregat halus yang digunakan adalah agregat yang memiliki ukuran yang sangat kecil. Jika agregat yang digunakan terlalu besar maka busa yang digunakan dalam campuran akan cenderung mudah meletus sehingga beton yang dihasilkan akan menyusut. *Fly ash* dipilih selain karena memiliki ukuran yang kecil dibandingkan dengan pasir juga mengurangi limbah yang dihasilkan suatu perusahaan.

Dalam penelitian *The Effect of Porosity on The Strength of Foamed Concrete* (Kearsley EP, 2001) dilakukan pembuatan beton porus dengan menggunakan agregat halus berupa *fly ash*. Terdapat dua jenis *fly ash* yang digunakan, yaitu *fly ash* dari *power station* dengan ukuran 45 μm tidak lebih dari 12,5% (pfa) dan *fly ash* yang tidak terklasifikasi (poz). Pasta semen dibuat

dengan perbandingan air semen+fly ash 0,3. Perbandingan fly ash semen 0, 1, 2, dan 3.

Tabel 2. 5 The Effect of Porosity on The Strength of Foamed Concrete (Kearsley EP, 2001)

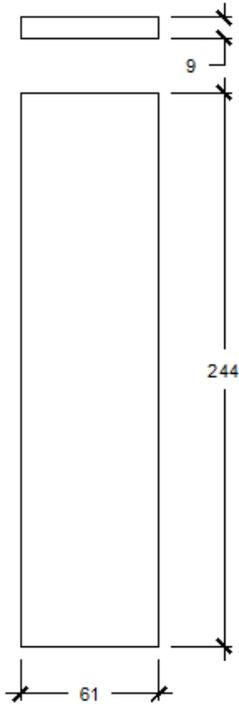
Mix number	Type of ash	Target density (kg/m ³)	alc	w/c	w/binder	Compressive strength (365 days) (MPa)		Dry density (kg/m ³)	Saturated density (kg/m ³)
						Measured strength (365 days) (%)	Measured porosity (%)		
1	none	full	0	0.30	0.30	85.4	28.2	1958.3	2057.5
2	none	full	0	0.40	0.40	78.9	31.0	1817.3	1968.5
3	none	full	0	0.60	0.60	46.7	37.2	1450.3	1753.0
4	plfa	full	1	0.60	0.30	80.3	29.8	1751.0	1920.0
5	plfa	full	2	0.86	0.29	81.5	27.0	1715.5	1889.5
6	plfa	full	3	1.17	0.29	58.1	30.6	1570.8	1819.0
7	plfa	1500	1	0.60	0.30	39.5	43.3	1287.3	1530.5
8	plfa	1500	2	0.86	0.29	35.6	43.6	1273.3	1509.5
9	plfa	1500	3	1.17	0.29	36.1	43.1	1274.3	1531.5
10	plfa	1250	1	0.60	0.30	19.8	48.4	1055.8	1304.5
11	plfa	1250	2	0.86	0.29	18.4	52.5	1023.5	1254.0
12	plfa	1250	3	1.17	0.29	19.1	49.5	1040.8	1318.5
13	plfa	1000	1	0.60	0.30	9.2	59.3	833.0	1079.0
14	plfa	1000	2	0.86	0.29	8.6	62.6	820.8	1064.5
15	plfa	1000	3	1.17	0.29	7.1	61.9	810.0	1111.0
16	poz	full	1	0.60	0.30	93.4	31.7	1695.5	1871.5
17	poz	full	2	0.86	0.29	78.7	31.6	1561.0	1800.0
18	poz	full	3	1.17	0.29	63.1	33.2	1524.5	1789.0
19	poz	1500	1	0.60	0.30	37.0	43.0	1341.5	1545.5
20	poz	1500	2	0.86	0.29	41.3	41.1	1327.0	1537.5
21	poz	1500	3	1.17	0.29	38.8	38.2	1308.5	1560.5
22	poz	1250	1	0.60	0.30	19.8	50.0	1058.0	1303.0
23	poz	1250	2	0.86	0.29	19.8	51.1	1055.0	1281.0
24	poz	1250	3	1.17	0.29	17.6	48.3	1014.0	1280.5
25	poz	1000	1	0.60	0.29	7.0	58.7	823.5	1097.5
26	poz	1000	2	0.86	0.29	7.5	60.6	849.5	1088.0
27	poz	1000	3	1.17	0.29	5.8	62.6	772.5	1023.5

2.8. Dinding Ringan Pracetak dengan Bahan Pengisi Beton Porus

Direncanakan rumah sederhana tipe 36 dengan dimensi rumah 6 m x 6 m. Pembangunan rumah tersebut menggunakan metode pracetak. Untuk menghemat biaya, proses pemasangan komponen-komponen pracetak dikondisikan seminimal mungkin menggunakan alat berat bahkan tidak menggunakan alat berat sama sekali. Dengan tidak menggunakan alat berat maka komponen-komponen pracetak harus memiliki berat yang ringan sehingga komponen tersebut dapat diangkat dan dipasang hanya dengan tenaga pekerja yang berjumlah satu sampai dua orang. Jadi dalam penelitian ini akan direncanakan beton porus dengan densitas yang rendah namun tetap memenuhi syarat minimum kuat tekan.

2.9. Densitas Beton Porus untuk Dinding Ringan Pracetak

Dinding Ringan Pracetak pada rumah sederhana ini direncanakan berbentuk sebuah panel-panel. Dari panel-panel dinding yang ada, diambil contoh panel dinding yang memiliki volume yang paling besar, yaitu :



Gambar 2. 13 Panel Dinding

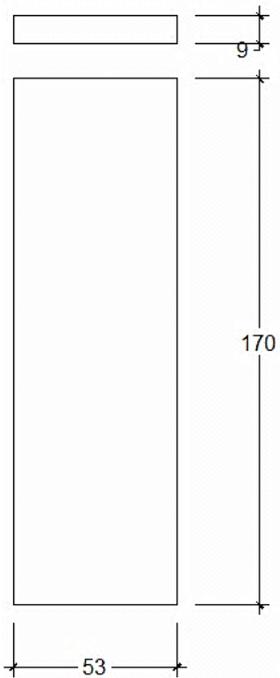
Dari gambar di atas maka dapat direncanakan densitas beton porus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume dinding} &= 2,4 \times 0,6 \times 0,09 \\
 &= 0,134 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Asumsi tiga orang pekerja dapat mengangkat beban sebesar 105 kg.

$$\begin{aligned}\text{Densitas rencana} &= \frac{105}{0,134} \\ &= 783,6 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Untuk keperluan penelitian dan pengujian, panel dinding dibuat sesuai dengan kemampuan mesin uji di Laboratorium Struktur Teknik Sipil ITS. Berikut adalah panel untuk keperluan pengujian :



Gambar 2. 14 Panel Dinding untuk Pengujian

2.10. Desain Campuran Beton Porus

Belum ada metode standar untuk merancang komponen campuran beton porus (Kearsley and Mostert, 2005). Untuk beton normal, aplikator hanya menentukan kuat tekan tertentu dan rasio air semen yang disesuaikan dengan standar yang digunakan. Namun, beton porus selain kuat tekan juga harus memperhatikan densitas karena prosentase volume udara sebagai variabel yang variatif menentukan densitasnya. Pengurangan volume rongga akan menghasilkan peningkatan kuat tekan dan densitas beton porus.

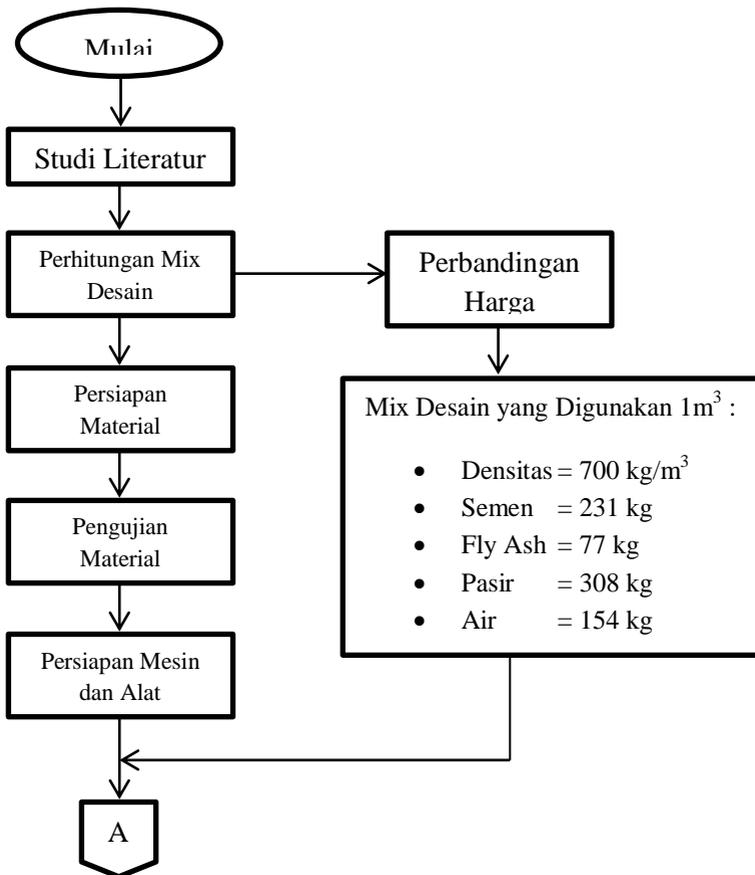
Penambahan pasir di komposisi campuran akan memberikan nilai ekonomis beton porus, namun karena pasir bersifat pengisi maka akan mengurangi kekuatan. Untuk beton porus dengan densitas rendah diperlukan pembatasan jumlah pasir yang dimasukkan ke proporsi campuran beton karena jumlah pasir yang berlebihan akan mengganggu stabilitas beton porus dalam campuran (Hamidah et al., 2005).

Desain campuran beton porus pada penelitian ini didapat dari menentukan densitas rencana beton porus. Perbandingan semen dan agregat halus ditentukan dengan mempertimbangkan harga sehingga dinding ringan pracetak yang dihasilkan dapat lebih murah dari produk dinding yang ada sekarang.

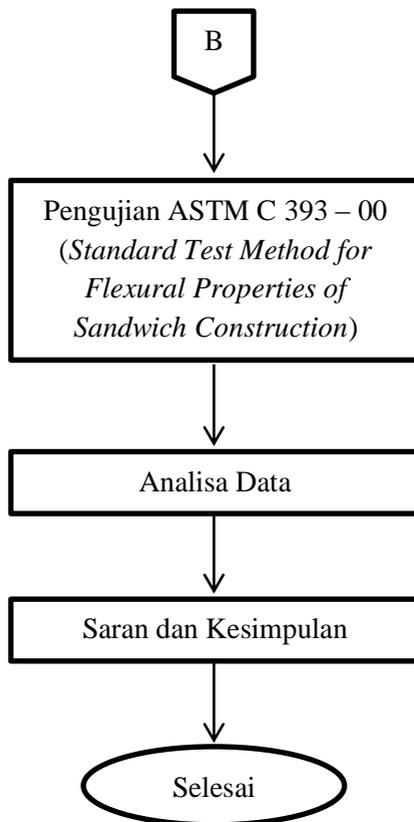
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan ialah eksperimen laboratorium, dimana seluruh kegiatan penelitian dan standar perhitungan dilakukan dengan skala laboratorium. Berikut adalah diagram alir tahapan penelitian yang akan kami lakukan







3.1. Studi Literatur

Pertama yang harus dilakukan dalam menyusun tugas akhir ini adalah melakukan studi literatur mengenai beton porous, *foam concrete*, bata ringan CLC (*Cellular Lightweight Concrete*) dan segala macam jurnal penelitian yang telah membahas masalah beton ringan. Selain itu untuk dapat menghasilkan produk hasil yang baik maka dilakukan pengamatan terhadap produk yang telah ada, sehingga diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menghasilkan produk yang lebih baik dari produk yang telah ada.

3.2. Perhitungan Mix Desain

Perhitungan mix desain beton porous ditentukan dari densitas rencana, perbandingan pasir semen dan perbandingan air semen. Semua mix desain direncanakan menghasilkan beton porous dengan densitas 700 kg/m^3 . Perbandingan pasir semen ditentukan dari perhitungan harga produk yang akan dihasilkan. Direncanakan produk yang dihasilkan dapat lebih murah dari produk dinding yang sudah ada.

3.2.1. Mix Desain Beton Porus 1 Semen : 1 Pasir

$$\text{Densitas rencana} = 700 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Perbandingan pasir semen} = 1$$

$$\text{Perbandingan air semen} = 0,5$$

$$\text{Semen} = 100 \text{ kg} / 3,14$$

$$= 31,85 \text{ liter}$$

$$\text{Pasir} = 100 \text{ kg} / 2,56$$

$$= 39,06 \text{ liter}$$

$$\text{Air} = 50 \text{ kg} / 1$$

$$= 50 \text{ liter}$$

$$\text{Total} = \text{Semen} + \text{Pasir} + \text{Air}$$

$$= 31,85 + 39,06 + 50$$

$$= 120,91 \text{ liter}$$

Densitas semen, pasir dan air per 1 m^3 atau 1000 liter

$$\text{Semen} = \frac{1000}{120,91} \times 100$$

$$= 827,06 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = \frac{1000}{120,91} \times 100$$

$$= 827,06 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = \frac{500}{120,91} \times 100$$

$$= 413,53 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas} = \text{Semen} + \text{Pasir} + \text{Air}$$

$$= 827,06 + 827,06 + 413,53$$

$$= 2067,66 \text{ kg/m}^3$$

Kadar foam dan mortar untuk mencapai dansitas rencana 700 kg/m³

$$\text{Kadar foam} = 1 - \frac{700}{2067,66}$$

$$= 0,661$$

$$\text{Kadar mortar} = 1 - \text{Kadar foam}$$

$$= 1 - 0,661$$

$$= 0,339$$

$$\text{Volume rencana} = 1 \text{ m}^3$$

$$= 1000 \text{ liter}$$

$$\text{Faktor penambahan} = 1,1$$

$$\text{Volume akhir} = 1,1 \times 1000$$

$$= 1100 \text{ liter}$$

Kebutuhan foam dan mortar untuk volume rencana

$$\text{Foam} = 0,661 \times 1100$$

$$= 727,598 \text{ liter}$$

$$\text{Mortar} = 0,339 \times 1100$$

$$= 372,4 \text{ liter}$$

Kebutuhan semen, pasir, dan air dalam mortar

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= \frac{372,4}{1000} \times 827,06 \\ &= 308 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pasir} &= \frac{372,4}{1000} \times 827,06 \\ &= 308 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= \frac{372,4}{1000} \times 413,53 \\ &= 154 \text{ kg}\end{aligned}$$

Penambahan *fly ash*

$$\begin{aligned}\text{Fly ash} &= \text{Semen} \times 25\% \\ &= 308 \times 25\% \\ &= 77 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kebutuhan semen, *fly ash*, pasir, air, dan *foam* untuk densitas 700 kg/m³ dan perbandingan pasir semen 1 dengan volume 1m³ adalah :

$$\text{Semen} = 231 \text{ kg}$$

$$\text{Fly ash} = 77 \text{ kg}$$

40

Pasir = 308 kg

Air = 154 kg

Foam = 727,598 liter

Kebutuhan semen, *fly ash*, pasir, air, dan *foam* untuk densitas 700 kg/m³ dan perbandingan pasir semen 1 dengan volume 1m² adalah :

Semen = 23,1 kg

Fly ash = 7,7 kg

Pasir = 30,8 kg

Air = 15,4 kg

Foam = 72,75 liter

3.2.2. Mix Desain Beton Porus 1 Semen : 0,5 Pasir

Densitas rencana = 700 kg/m³

Perbandingan pasir semen = 0,5

Perbandingan air semen = 0,5

Semen = 100 kg / 3,14

= 31,85 liter

$$\begin{aligned}\text{Pasir} &= 50 \text{ kg} / 2,56 \\ &= 19,53 \text{ liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= 50 \text{ kg} / 1 \\ &= 50 \text{ liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total} &= \text{Semen} + \text{Pasir} + \text{Air} \\ &= 31,85 + 19,53 + 50 \\ &= 101,38 \text{ liter}\end{aligned}$$

Densitas semen, pasir dan air per 1 m^3 atau 1000 liter

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= \frac{1000}{101,38} \times 100 \\ &= 986,4 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pasir} &= \frac{1000}{101,38} \times 100 \\ &= 493,2 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= \frac{500}{101,38} \times 100 \\ &= 493,2 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Densitas} &= \text{Semen} + \text{Pasir} + \text{Air} \\ &= 986,4 + 493,2 + 493,2\end{aligned}$$

$$= 1972,81 \text{ kg/m}^3$$

Kadar *foam* dan mortar untuk mencapai dansitas rencana 700 kg/m³

$$\begin{aligned} \text{Kadar foam} &= 1 - \frac{700}{1972,81} \\ &= 0,645 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar mortar} &= 1 - \text{Kadar foam} \\ &= 1 - 0,645 \\ &= 0,355 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume rencana} &= 1 \text{ m}^3 \\ &= 1000 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor penambahan} = 1,1$$

$$\begin{aligned} \text{Volume akhir} &= 1,1 \times 1000 \\ &= 1100 \text{ liter} \end{aligned}$$

Kebutuhan *foam* dan mortar untuk volume rencana

$$\begin{aligned} \text{Foam} &= 0,645 \times 1100 \\ &= 709,69 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\text{Mortar} = 0,355 \times 1100$$

$$= 390,31 \text{ liter}$$

Kebutuhan semen, pasir, dan air dalam mortar

$$\text{Semen} = \frac{390,31}{1000} \times 986,4$$

$$= 385 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = \frac{390,31}{1000} \times 493,2$$

$$= 192,5 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = \frac{390,31}{1000} \times 493,2$$

$$= 192,5 \text{ kg}$$

Penambahan *fly ash*

$$\text{Fly ash} = \text{Semen} \times 25\%$$

$$= 385 \times 25\%$$

$$= 96,25 \text{ kg}$$

Kebutuhan semen, *fly ash*, pasir, air, dan *foam* untuk densitas 700 kg/m³ dan perbandingan pasir semen 1 dengan volume 1m³ adalah :

$$\text{Semen} = 288,75 \text{ kg}$$

Fly ash = 96,25 kg

Pasir = 192,5 kg

Air = 192,5 kg

Foam = 709,69 liter

Kebutuhan semen, *fly ash*, pasir, air, dan *foam* untuk densitas 700 kg/m³ dan perbandingan pasir semen 1 dengan volume 1m² adalah :

Semen = 28,88 kg

Fly ash = 9,63 kg

Pasir = 19,25 kg

Air = 19,25 kg

Foam = 70,97 liter

3.3. Perbandingan Harga

Direncanakan produk yang dihasilkan dapat lebih murah dari produk dinding yang sudah ada. Harga-harga yang dipakai adalah berdasarkan HSPK Perubahan III 2016 Surabaya. Item yang dibandingkan adalah dinding ringan pracetak dari beton porus perbandingan pasir semen 1, dinding ringan pracetak dari beton porus perbandingan pasir semen 0,5, dinding merah 1PC : 2PP tebal ½ bata, dinding merah 1PC : 3PP tebal ½ bata, dinding merah 1PC : 4PP tebal ½ bata, dinding merah 1PC : 5PP tebal ½

bata, dan dinding bata ringan AAC (Autoclaved Aerated Concrete).

3.3.1. Harga Dinding Pracetak Beton Porus 1PC : 1PP

Harga papan semen 1 m²

$$\text{Luas} = 2,44 \times 1,22$$

$$= 2,9768 \text{ m}^2$$

$$\text{Harga} = \text{Rp } 79.700 \quad (\text{HSPK Perubahan III 2016})$$

$$\text{Harga 1 m}^2 = \frac{79700}{2,9768}$$

$$= \text{Rp } 26.774$$

Harga Foam

$$\text{Harga foam agent} = \text{Rp } 18.000$$

1 liter foam agent menghasilkan campuran 21 liter campuran foam+air. 1 liter campuran menghasilkan 500 liter foam.

$$\text{Harga foam} = \frac{\text{Rp } 18.000}{21 \times 40}$$

$$= \text{Rp } 1,71$$

Harga Fly Ash

$$\text{Harga 40kg} = \text{Rp } 16.000$$

$$\text{Harga 1kg} = \text{Rp } 400$$

Harga bahan beton porus 1PC : 1PP 1m² tebal 10 cm

Semen = 23,1 kg = 0,462 sak

Fly Ash = 7,7 kg

Pasir = 30,8 kg = 0,0115 m³

Foam = 73,08 liter

Harga berdasarkan HSPK Perubahan III 2016

Semen = 0,462 sak x Rp 69.100 = Rp 31.924

Fly Ash = 7,7 kg x Rp 400 = Rp 3.080

Pasir = 0,0115 m³ x Rp 225.100 = Rp 2.586

Air = 15,4 liter x Rp 28 = Rp 431

Foam = 72,75 liter x Rp 1,7 = Rp 125

Papan = 2 lembar x Rp 26.774 = Rp 53.547

Total = Rp 91.695

3.3.2. Harga Dinding Pracetak Beton Porus 1PC : 0,5PP

Harga papan semen 1 m²

Luas = 2,44 x 1,22

= 2,9768 m²

Harga = Rp 79.700 (HSPK Perubahan III 2016)

$$\begin{aligned} \text{Harga 1 m}^2 &= \frac{79700}{2,9768} \\ &= \text{Rp } 26.774 \end{aligned}$$

Harga Foam

Harga foam agent = Rp 18.000

1 liter foam agent menghasilkan campuran 21 liter campuran foam agent+air. 1 liter campuran menghasilkan 500 liter foam.

$$\begin{aligned} \text{Harga foam} &= \frac{\text{Rp } 18.000}{21 \times 40} \\ &= \text{Rp } 1,71 \end{aligned}$$

Harga Fly Ash

Harga 40kg = Rp 16.000

Harga 1kg = Rp 400

Harga bahan beton porus 1PC : 0,5PP 1m² tebal 10 cm

Semen = 28,87 kg = 0,577 sak

Fly Ash = 9,62 kg

Pasir = 19,25 kg = 0,0072 m³

Foam = 71,17 liter

Harga berdasarkan HSPK Perubahan III 2016

Semen	= 0,577 sak	x	Rp 69.100	= Rp 39.905
Fly Ash	= 9,62 kg	x	Rp 400	= 3.850
Pasir	= 0,0072 m ³	x	Rp 225.100	= Rp 1.616
Air	= 19,25 liter	x	Rp 28	= Rp 539
Foam	= 70,97 liter	x	Rp 1,7	= Rp 122
Papan	= 2 lembar	x	Rp 26.774	= Rp 53.547
Total	= Rp 99.580			

3.3.3. Harga Dinding Produk yang Sudah Ada

Harga berdasarkan HSPK Perubahan III 2016 dan AHSP PUPR 2016.

- Dinding merah 1PC : 2PP tebal ½ bata = Rp 104.742
- Dinding merah 1PC : 3PP tebal ½ bata = Rp 98.863
- Dinding merah 1PC : 4PP tebal ½ bata = Rp 95.572
- Dinding merah 1PC : 5PP tebal ½ bata = Rp 93.507
- Dinding bata ringan tebal 10 cm dengan mortar siap pakai

Bata ringan	= 0,1	x	Rp 840.000	
			= Rp 84.000	
Mortar	= 0,068	x	Rp 114.000	

= Rp 7.182

Total = Rp 91.182

Jadi jika dibandingkan dengan dinding merah 1PC : 2PP tebal ½ bata, 1PC : 3PP tebal ½ bata, 1PC : 4PP tebal ½ bata, 5PC : 2PP tebal ½ bata, dan bata ringan AAC (Autocalved Aerated Concrete) maka mix desain yang bisamenghasilkan produk yang lebih murah adalah beton porus dengan perbandingan pasir semen 1.

3.4. Persiapan Material

Penelitian ini dilakukan di PT. Varia Usaha Beton karena volume yang dibutuhkan akan berukuran besar sehingga ketersediaan material juga harus dipertimbangkan. PT. Varia Usaha Beton juga memiliki mesin *foam generator* dan kompresor yang mendukung penelitian.

Material yang disediakan oleh PT. Varia Usaha Beton untuk membuat beton porus adalah semen, agregat halus, air, *foam agent*, dan *fly ash*. Agregat halus yang bisa digunakan dengan volume besar adalah pasir lumajang dan abu batu. Maka dari itu perlu dilakukan penyeleksian agregat halus yang menghasilkan mutu beton porus yang terbaik.



Gambar 3. 1 Pasir Lumajang



Gambar 3. 2 Abu Batu

3.5. Pengujian Material

Pengujian material bertujuan untuk mengetahui data-data bahan yang akan digunakan sebagai pembentuk beton. Pengujian material antara lain:

3.5.1. Pengujian Agregat Halus

- Uji Berat Jenis Pasir Lumajang dan Abu Batu
Berat jenis pasir bertujuan untuk mengukur berat jenis pasir dalam kondisi SSD (kering permukaan). Persamaan untuk menghitung berat jenis pasir :

$$BJ = \frac{w1}{(w1 + w2) - w3} \times BJ \text{ air}$$

Keterangan :

$$BJ = 1 \text{ gram/cm}^3$$

$w1$ = berat pasir

$w2$ = berat labu takar + air

$w3$ = berat labu takar + pasir + air

- Uji Kebersihan Pasir Lumajang dan Abu Batu Terhadap Lumpur
Uji kebersihan agregat halus terhadap lumpur dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur dalam persen. Menurut SNI 03-1750-1990 kadar lumpur dalam agregat halus kurang dari 5%.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{\text{tinggi lumpur}}{\text{Tinggi Agregat Halus}} \times 100\%$$

- Uji Kelembapan/Kadar Air Agregat Halus
Kelembaban pasir bertujuan untuk mengukur kelembapan / kadar air pasir dengan cara kering.

$$\text{Kelembaban} = \frac{(\text{berat objek} + \text{cawan}) - (\text{berat objek} + \text{cawan sudah dioven})}{(\text{berat objek} + \text{cawan sudah dioven})} \times 100\%$$

- Uji Air Resapan Pasir
Pengujian ini dilakukan Untuk mengetahui kadar air resapan dalam pasir yaitu adalah peningkatan massa pasir akibat air menembus ke dalam pori-pori partikel, selama jangka waktu yang ditentukan, tetapi tidak termasuk air ada permukaan luar dari partikel, dinyatakan sebagai persentase dari massa kering. Persamaan untuk menghitung air resapan :

$$\text{Air Resapan} = \frac{(w1 - w2)}{W2} \times 100\%$$

Keterangan :

W1 = berat agregat SSD (gr)

W2 = berat agregat oven (gr)

3.5.2. Pengujian *Fly Ash*

Untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu *sample* dapat dilakukan pengesanan *XRF (X-Ray Fluoresence)*. Standar pengklasifikasian jenis *fly ash* diatur dalam ASTM C 618 dan ACI Part 1 226-3R.

3.5.3. Pengujian *Foam*

Pengujian *foam* dilakukan untuk mengetahui *foam* tersebut sudah siap dicampur dengan mortar atau belum. *Foam* yang baik adalah *foam* yang tidak terlalu banyak mengandung udara dan juga tidak terlalu banyak mengandung air. Dalam Pedoman Spesifikasi Material Ringan Mortar Busa untuk Konstruksi Jalan yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR disebutkan bahwa nilai densitas *foam* sebesar $0,05 \text{ t/m}^3 - 0,085 \text{ t/m}^3$.

3.6. Koreksi Proporsi Campuran

Berdasarkan SNI 03-2834-2000 pasal 4.2.3.8 apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat.

Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan dihitung menurut rumus sebagai berikut :

$$\text{Air} = B - (C_k - C_a) \times C/100$$

$$\text{Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times C/100$$

B = jumlah air

C = jumlah agregat halus

C_a = absorpsi air pada agregat halus (%)

C_k = kandungan air dalam agregat halus (%)

3.7. Prosedur Pembuatan Beton Porus

3.7.1. Tahap Persiapan Alat dan Mesin

- Molen



Gambar 3. 3 Molen

- *Foam Generator*



Gambar 3. 4 *Foam Generator*

- Kompresor



Gambar 3. 5 Kompresor

- Bekisting Silinder



Gambar 3. 6 Bekisting Silinder 15 cm

- Bekisting Dinding



Gambar 3. 7 Bekisting Panel Dinding

- Timbangan



Gambar 3. 8 Timbangan

- Gelas volume 1 L



Gambar 3. 9 Gelas Volume 1 Liter

- **Gelas Ukur**



Gambar 3. 10 Gelas Ukur

- **Pelat, ring flow dan penggaris**



Gambar 3. 11 Pelat, ring flow dan penggaris

3.7.2. Tahap Pengaturan Mesin



Gambar 3. 12 Pengaturan *Foam Generator*

- Kabel *Foam Generator* disambungkan ke sumber listrik.
- Pipa/selang udara *Foam Generator* disambungkan ke kompresor. Kompresor yang digunakan minimal 6 bar.



Gambar 3. 13 Campuran *Foam Agent* dan Air

- Pipa/selang input dimasukkan ke campuran *foam agent* + air. Perbandingan *foam agent* : air adalah 1 : 20. Aduk dengan rata.
- Aktifkan *Foam Generator* maka busa akan keluar melalui pipa/selang output.

3.7.3. Tahap Persiapan Material (Mortar)

- Agregat Halus



Gambar 3. 14 Pasir Lumajang

Persiapan agregat halus yang akan digunakan. Agregat halus yang digunakan adalah pasir lumajang dan abu batu. Untuk hasil yang lebih baik agregat halus disaring sehingga ukuran agregat yang besar dapat disingkirkan. Pada penelitian ini pasir lumajang dan abu batu disaring dengan saringan ukuran 2,36 mm. Setelah itu ditimbang sesuai dengan mix desain.

- Semen



Gambar 3. 15 Semen

Persiapan semen yang akan digunakan. Semen yang digunakan adalah semen tipe I, Ordinary Portland Cement (OPC), semen PPC, atau semen PCC dan dalam kondisi yang baik.

- *Fly Ash*



Fly ash yang digunakan dalam penelitian ini adalah *fly ash* dari PT. Tjiwi Kimia. *Fly ash* ini dimasukkan kelas F.

- Air



Gambar 3. 16 Air

Persiapan air sesuai dengan nilai faktor air semen yang telah direncanakan. Banyaknya air hanya digunakan dalam pembuatan campuran mortar.

- Admixture Tipe F



Gambar 3. 17 Admixture Tipe F

Admixture tipe f ditambahkan ke campuran mortar supaya mortar tersebut dapat memenuhi nilai flow yang diatur dalam Pedoman Spesifikasi Material Ringan Mortar Busa untuk Konstruksi Jalan yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR. Kadar admixture tipe f adalah sebanyak 1% dari berat semen.

- *Foam*



Gambar 3. 18 Menimbang Densitas *Foam*

Foam tidak boleh terlalu encer atau terlalu berangin. *Foam* dibuat dari perbandingan *foam* agent air 1 : 20. Jika busa yang dihasilkan memiliki berat 55 – 85 kg/m³ maka busa sudah memenuhi dan siap dipakai. Atur tekanan udara pada kompresor hingga *foam* memenuhi standar.

3.7.4. Tahap Pembuatan Benda Uji

- Timbang semen, pasir, *fly ash* dan air sesuai mix desain.



Gambar 3. 19 Mempersiapkan Material

- Masukkan semua material kedalam molen dan campur hingga rata.

- Tambahkan admixture tipe F dan putar molen hingga pasta beton terlihat lebih encer/cair.



Gambar 3. 20 Pengujian Flow

- Setelah tercampur rata, ambil pasta beton lalu lakukan pengetesan flow. Jika nilai flow sudah mencapai 24 – 27 cm maka pasta beton siap untuk dicampur dengan busa.



Gambar 3. 21 *Foam* Dimasukkan ke Campuran Mortar

- Campur pasta beton dengan dengan busa. Campur hingga rata. Setelah rata, adonan beton dimasukkan wadah volume 1L lalu timbang hingga sesuai densitas rencana. Jika densitas masih terlalu besar maka adonan ditambah busa lagi.



Gambar 3. 22 Menimbang Densitas Beton Basah

- Beton yang sudah memiliki densitas sesuai rencana siap di tuangkan pada bekisting/cetakan yang telah disiapkan.



Gambar 3. 23 Menuangkan Beton ke Bekisting

- Beton yang sudah didalam cetakan tidak perlu dirojok karena tujuannya untuk membuat pori/rongga.



Gambar 3. 24 Membuka Bekisting

- Beton yang sudah berada di bekisting/cetakan selama 1 – 2 hari dibuka dan dilakukan curing.

3.8. Perawatan Benda Uji Beton Porus



Gambar 3. 25 Perawatan Benda Uji

Beton yang sudah berumur 1 – 2 hari dikeluarkan dari cetakan kemudian dilakukan perawatan dengan metode air curing. Air curing dilakukan dengan cara membungkus beton dengan plastik dan diikat dengan rapat kemudian beton yang sudah terbungkus dengan plastik tersebut disimpan di tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung hingga dibuka pada hari pengujian. Hal ini dilakukan untuk menjaga beton dari kehilangan air akibat penguapan.

3.9. Pengujian Benda Uji

3.9.1. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan didasarkan pada peraturan SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan hancur dari silinder atau kubus beton yang mewakili beton dalam desain campuran. Pengujian ini dilakukan pada saat beton berumur 28 hari.

Kekuatan tekan dihitung dengan rumus :

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

Dimana :

F_c' = Kekuatan tekan (N/mm^2)

P = Beban tekan (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm^2)



Gambar 3. 26 Mesin Uji Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan di Laboratorium PT. Varia Usaha Beton dan Laboratorium Beton Diploma Teknik Sipil.

3.9.2. Pengujian Absorpsi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui penyerapan air bata beton ringan. Beberapa tahap dalam pengujian absorpsi bata beton (SNI 03-0349-1989) adalah sebagai berikut :

1. Bata beton ringan diovenkan pada suhu $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
2. Timbang bata dalam keadaan kering oven.
3. Rendam bata tersebut dalam air selama 24 jam.
4. Angkat bata dari rendaman, kemudian tiriskan selama kurang lebih 1 menit.
5. Timbang bata beton dalam keadaan basah dengan menyeka permukaan bata lebih dulu dengan kain lembab.

6. Hitung masing-masing penyerapan air genteng dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Penyerapan air} = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

Dimana :

A = Berat beton dalam keadaan kering (setelah dioven)

B = Berat beton dalam keadaan basah

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton, persyaratan nilai penyerapan air maksimum adalah 25 % untuk tingkat mutu I dan 35% untuk tingkat mutu II. Untuk mutu III dan IV nilai absorpsi tidak dibatasi.

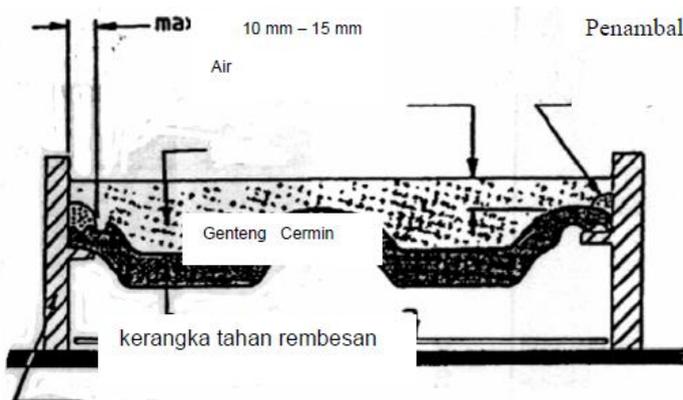


Gambar 3. 27 Pengujian Absorpsi

3.9.3. Pengujian Ketahanan Terhadap Rembesan Air (impermeabilitas)

Pada Penelitian ini akan dilakukan pendekatan terhadap pengujian ketahanan terhadap rembesan air dengan menggunakan SNI 0096:2007 mengenai genteng beton. Pengujian ini dilakukan untuk dapat mengetahui apakah komponen panel dinding ini tahan terhadap rembesan air atau tidak. Peralatan, prosedur, dan standar yang digunakan hampir sama dengan pengujian ketahanan rembesan air pada genteng beton. Beberapa tahap dalam pengujian adalah sebagai berikut :

1. Siapkan benda uji.
2. Letakkan benda uji pada rangka uji dan beri lapisan pasta penambal pada sekeliling benda uji.
3. Tuang air 10 mm – 15 mm dari permukaan atas benda uji.
4. Pengujian berlangsung selama 20 jam \pm 5 menit dalam suhu ruangan berkisar 15°C – 30°C dan kelembapan 40%.
5. Catat ada atau tidak adanya tetesan air yang jatuh pada permukaan cermin.





Gambar 3. 28 Alat Uji Ketahanan Terhadap Rembesan

Komponen dikatakan tahan terhadap rembesan air ketika sudah diisi air setinggi 10 mm – 15 mm selama 20 jam tidak adanya tetesan air yang jatuh pada permukaan.

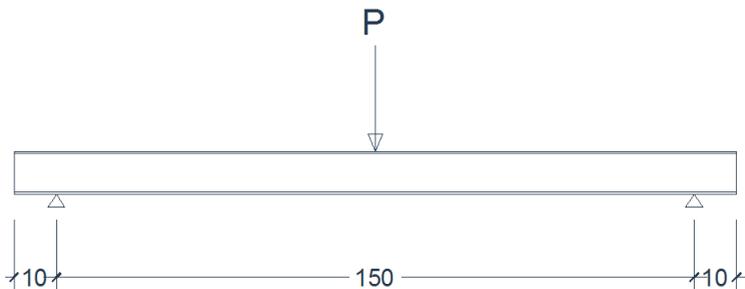
3.9.4. Pengujian Flexural Properties of Sandwich Constructions

Pengujian Flexural Properties of Sandwich Constructions didasarkan pada peraturan ASTM C 393-00. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat lentur dari konstruksi sandwich. Konstruksi sandwich yang akan diuji pada penelitian ini adalah panel dinding ringan pracetak. Panel dinding pracetak ini disebut konstruksi sandwich karena pada bagian kedua sisinya dilapisi papan kalsium / papan semen.

Pengujian Flexural Properties of Sandwich Constructions bertujuan untuk menentukan kekakuan konstruksi sandwich, kekuatan geser inti, dan modulus geser atau daya tekan / tarik.



Gambar 3. 29 Pengujian Flexural Properties of Sandwich Constructions



Gambar 3. 30 Pengaturan Single Point Load

Prosedur pengujian Flexural Properties of Sandwich Constructions adalah sebagai berikut :

1. Atur perlengkapan pembebanan seperti pada gambar 3.30.
2. Ukur dimensi dari benda uji dan panjang span dalam satuan mm atau inchi dengan presisi $\pm 0,5\%$.

3. Terapkan beban dengan kostan hingga terjadi beban masimum.

Pengujian Pengujian Flexural Properties of Sandwich Constructions dilakukan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil ITS.

BAB IV

HASIL DAN ANALISA DATA

4.1. Umum

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil-hasil dengan kesimpulan selama pengerjaan tugas akhir di laboratorium mengenai beton porous.

Metode hasil dan analisa data ini akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dilakukan pembahasan mengenai hasil pemeriksaan material.

4.2. Hasil Pengujian Material

Adapun hasil dari tes material yang digunakan adalah sebagai berikut :

4.2.1. Berat Jenis

Dalam penelitian beton porous, agregat halus yang digunakan adalah pasir lumajang, abu batu.

- Berat Jenis Pasir Lumajang

$$\text{Berat pasir} = 500 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Pasir + Air} = 1205 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Air} = 900 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Pasir} &= \frac{500}{500 + 900 - 1205} \\ &= 2,56 \end{aligned}$$

- Berat Jenis Abu Batu

$$\text{Berat Abu Batu} = 500 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Abu Batu + Air} &= 1396 \text{ gr} \\
 \text{Berat Air} &= 1086 \text{ gr} \\
 \text{Berat Jenis Abu Batu} &= \frac{500}{500+1086 - 1396} \\
 &= 2,63
 \end{aligned}$$

- Berat Jenis Semen

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Semen} &= 250 \text{ gr} \\
 \text{Berat Minyak} &= 394,3 \text{ gr} \\
 \text{Berat Semen + Minyak} &= 580,7 \text{ gr} \\
 \text{Bera Jenis Semen} &= \frac{250}{250+394,3 - 580,7} \\
 &= 3,14
 \end{aligned}$$

4.2.2. Kebersihan Agregat Halus terhadap Lumpur (SNI 03-1750-1990)

- Kebersihan Pasir Lumajang terhadap Lumpur

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi Lumpur} &= 0,1 \text{ cm} \\
 \text{Tinggi pasir} &= 6 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Lumpur} &= \frac{\text{Tinggi Lumpur}}{\text{Tinggi Pasir}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1}{6,1} \times 100\% \\
 &= 1,6\%
 \end{aligned}$$

- Kebersihan Abu Batu terhadap Lumpur

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi Lumpur} &= 0,25 \text{ cm} \\
 \text{Tinggi pasir} &= 6 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Lumpur} &= \frac{\text{Tinggi Lumpur}}{\text{Tinggi Pasir}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,25}{6} \times 100\% \\
 &= 4.16\%
 \end{aligned}$$

4.2.3. Kelembapan/Kadar Air Agregat Halus

- Kelembapan/Kadar Air Pasir Lumajang
 Berat Pasir Lumajang = 500 gr
 Berat Kering = 473,93 gr
 Kelembapan = $\frac{\text{Berat Pasir} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Kering}} \times 100\%$
 = $\frac{500 - 473,93}{473,93} \times 100\%$
 = 5,5%
- Kelembapan/Kadar Air Abu Batu
 Berat Pasir Lumajang = 500 gr
 Berat Kering = 465,4 gr
 Kelembapan = $\frac{\text{Berat Pasir} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Kering}} \times 100\%$
 = $\frac{500 - 465,4}{465,4} \times 100\%$
 = 7,4%

4.2.4. Air Resapan/Absorpsi Agregat Halus

- Air Resapan Pasir Lumajang
 Berat SSD = 500 gr
 Berat Kering = 495 gr
 Resapan = $\frac{\text{Berat SSD} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Kering}} \times 100\%$
 = $\frac{500 - 495}{495} \times 100\%$

$$= 1,01\%$$

- Air Resapan Abu Batu

$$\text{Berat SSD} = 500 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Kering} = 483 \text{ gr}$$

$$\text{Resapan} = \frac{\text{Berat SSD} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Kering}} \times 100\%$$

$$= \frac{500 - 483}{495} \times 100\%$$

$$= 3,52\%$$

4.2.5. Uji XRF *fly ash* (ASTM C 618 dan ACI part I 226-3R)

Fly Ash yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari PT. Tjiwi Kimia. Kesimpulan hasil analisa adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian XRF *Fly Ash*

Parameter	Hasil Analisa (%)
Silicon dioxide (SiO ₂)	89,66
Alumunium Oxide (Al ₂ O ₃)	
Iron Oxide (Fe ₂ O ₃)	
Calcium Oxide (CaO)	2,92
Sulfur Trioxide (SO ₃)	0,54
Moisture Content	-
Loss on Ignition	-
Sodium Dioxide (Na ₂ O)	1,02

Dari hasil analisa di atas dapat dilihat bahwa material *fly ash* dari PT. Tjiwi Kimia tergolong dalam *fly ash* kelas F berdasarkan

ASTM C 618 dan ACI part I 226-3R. Dikarenakan kandungan Calcium Oxide (CaO) dalam *fly ash* kurang dari 10%.

4.2.6. Uji Densitas *Foam* (Kementrian PUPR : Pedoman Spesifikasi Material Ringan Mortar Busa untuk Konstruksi Jalan)

$$\begin{aligned} \text{Volume wadah} &= 1 \text{ L} \\ \text{Berat Foam} &= 78 \text{ gr} \\ \text{Densitas} &= \frac{78}{1} \\ &= 78 \text{ gr/L} \\ &= 0,078 \text{ t/m}^3 \end{aligned}$$

Analisa data hasil uji material beton porous :

Hasil pengujian berat jenis agregat halus didapatkan pasir lumajang memiliki berat jenis sebesar 2,76 dan abu batu sebesar 2,63. Hal ini akan mempengaruhi jumlah *foam* dalam kandungan beton porous. Beton porous yang menggunakan pasir lumajang akan memerlukan lebih banyak *foam* dibandingkan beton porous yang menggunakan abu batu.

Hasil pengujian kebersihan agregat halus terhadap lumpur dilakukan supaya agregat yang akan digunakan sudah memenuhi peraturan yang ada. Kadar lumpur pada pasir lumajang memiliki nilai 1,67% dan pada abu batu memiliki nilai 4,16%. Nilai kadar lumpur menurut SNI 03-1750-1990 adalah <5%. Dapat disimpulkan bahwa kedua agregat tersebut memenuhi standar.

Hasil analisa uji XRF dapat dilihat bahwa material *fly ash* dari PT. Tjiwi Kimia tergolong dalam *fly ash* kelas F berdasarkan ASTM C 618 dan ACI part I 226-3R. Dikarenakan kandungan Calcium Oxide (CaO) dalam *fly ash* kurang dari 10%.

Hasil pengujian densitas *foam* menghasilkan nilai densitas foam sebesar $0,078 \text{ t/m}^3$. Pada Pedoman Spesifikasi Material Ringan Mortar Busa untuk Konstruksi Jalan yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR disebutkan bahwa nilai densitas *foam* sebesar $0,005 \text{ t/m}^3 - 0,085 \text{ t/m}^3$. Dapat disimpulkan bahwa *foam* yang digunakan sudah memenuhi standar.

4.3. Koreksi Proporsi Campuran (SNI 03-2834-2000 pasal 4.2.3.8)

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat.

$$\text{Air} = B - (Ck - Ca) \times C/100$$

$$\text{Agregat halus} = C + (Ck - Ca) \times C/100$$

$$B = \text{jumlah air}$$

$$C = \text{jumlah agregat halus}$$

$$Ca = \text{absorpsi air pada agregat halus (\%)}$$

$$Ck = \text{kadar air dalam agregat halus (\%)}$$

Koreksi Proporsi Campuran Pasir Lumajang

$$\text{Absorpsi} = 1,01 \%$$

$$\text{Kadar air} = 5,5 \%$$

$$\text{Air} = 154 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat halus} = 308 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi air} &= B - (C_k - C_a) \times C/100 \\ &= 154 - (0,055 - 0,0101) \times 308/100 \\ &= 153,86 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times C/100 \\ &= 308 + (0,055 - 0,0357) \times 308/100 \\ &= 307,86 \text{ kg} \end{aligned}$$

Koreksi Proporsi Campuran Abu Batu

$$\text{Absorpsi} = 3,52 \%$$

$$\text{Kadar air} = 7,4 \%$$

$$\text{Air} = 154 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat halus} = 308 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koreksi air} &= B - (C_k - C_a) \times C/100 \\
 &= 154 - (0,074 - 0,0352) \times 308/100 \\
 &= 153,9 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koreksi agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times C/100 \\
 &= 308 + (0,074 - 0,0352) \times 308/100 \\
 &= 307,9 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4.4. Hasil Uji Kuat Tekan dan Densitas

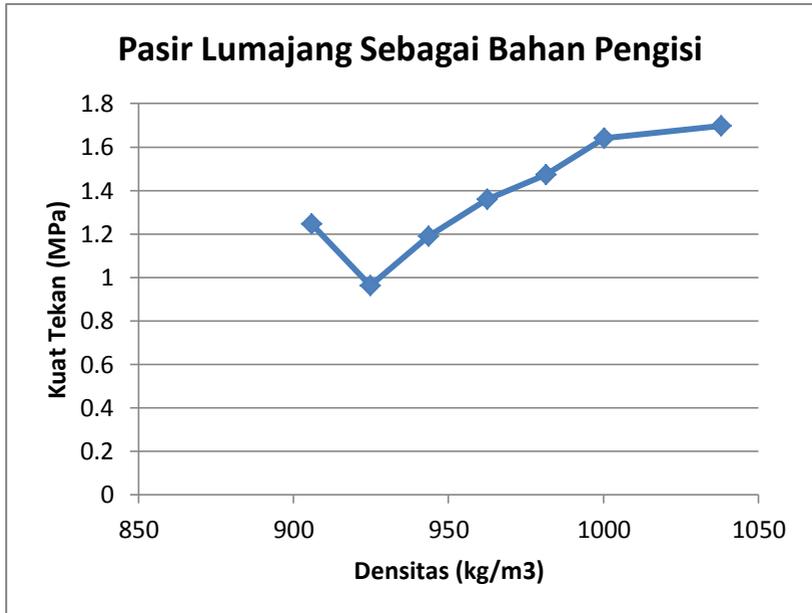
Pada sub bab ini akan dibahas mengenai tes kuat tekan beton porus. Berikut akan ditampilkan hasil tes dari kuat tekan beton porus yang dilakukan di Laboratorium PT. Varia Usaha Beton dan Laboratorium Struktur Departemen Teknik Infrastruktur Sipil – Fakultas Vokasi – ITS Surabaya.

4.4.1. Uji Kuat Tekan dan Densitas Beton Porus dengan Agregat Halus Pasir Lumajang Umur 14 Hari

Tabel 4. 2 Hasil Uji Kuat Tekan dan Densitas Beton Porus dengan Agregat Halus Pasir Lumajang Umur 14 Hari

No	Densitas (kg/m ³)	P (N)	A (mm ²)	Kuat Tekan (MPa)
1	905.874	22000	17662.5	1.245577
2	924.7464	17000		0.962491
3	943.6188	21000		1.18896

4	962.4912	24000	1.358811
5	981.3635	26000	1.472045
6	1000.236	29000	1.641897
7	1037.981	30000	1.698514

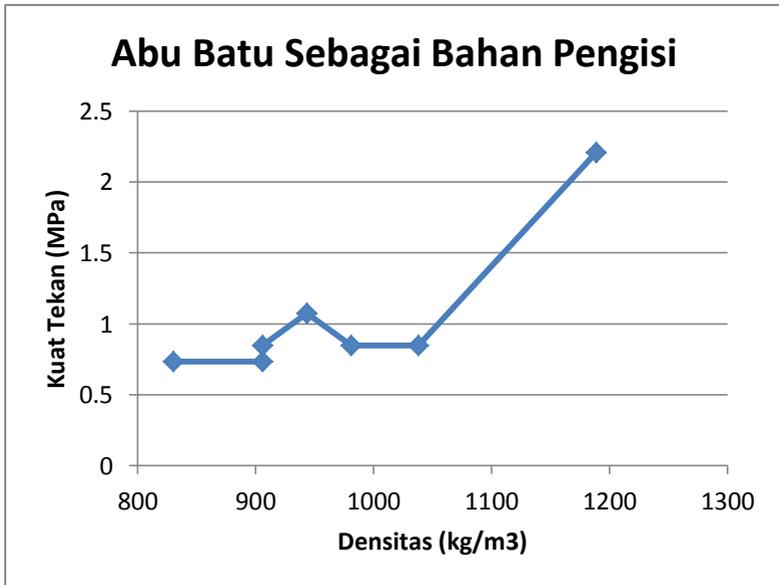


Grafik 4. 1 Hasil Uji Kuat Tekan dan Densitas Beton Porus dengan Agregat Halus Pasir Lumajang Umur 14 Hari

4.4.2. Uji Kuat Tekan dan Densitas Beton Porus dengan Agregat Halus Abu Batu Umur 14 Hari

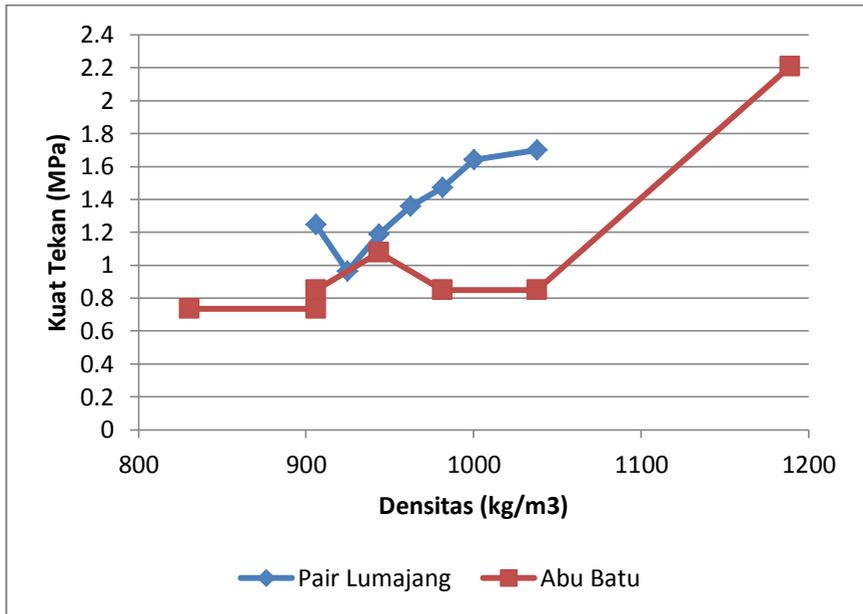
Tabel 4. 3 Hasil Uji Kuat Tekan dan Densitas Beton Porus dengan Agregat Halus Abu Batu Umur 14 Hari

No	Densitas (kg/m ³)	P (N)	A (mm ²)	Kuat Tekan (MPa)
1	830.3845	13000	17662.5	0.736023
2	905.874	13000		0.736023
3	905.874	15000		0.849257
4	943.6188	19000		1.075725
5	981.3635	15000		0.849257
6	1037.981	15000		0.849257
7	1188.96	39000		2.208068



Grafik 4. 2 Hasil Uji Kuat Tekan dan Densitas Beton Porus dengan Agregat Halus Abu Batu Umur 14 Hari

4.4.3. Perbandingan Kuat Tekan Beton Porus Pasir Lumajang dengan Beton Porus Abu Batu



Grafik 4. 3 Perbandingan Kuat Tekan Beton Porus Pasir Lumajang dengan Beton Porus Abu Batu

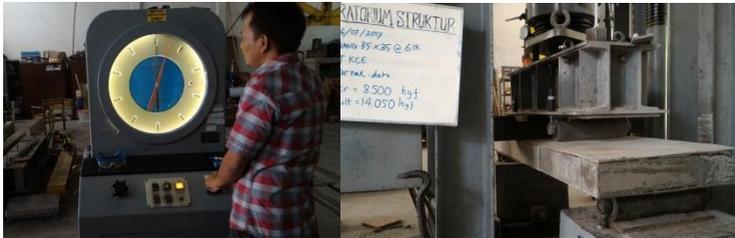
Analisa data hasil uji kuat tekan beton porus :

Hasil uji kuat tekan dari beton porus dapat disimpulkan bahwa beton porus dengan material pasir lumajang memiliki hasil kuat tekan lebih baik dibandingkan beton porus dengan material abu batu. Hal tersebut dapat dilihat dari grafik perbandingan hasil dari keduanya. Lebih spesifiknya adalah beton porus dengan pasir lumajang dan abu batu yang sama memiliki densitas 981 kg/m³ memiliki hasil yang berbeda. Beton porus dengan pasir lumajang memiliki kuat tekan 1,47 MPa sedangkan beton porus dengan abu batu memiliki kuat tekan 0,85 MPa.

Hasil uji kuat tekan dari kedua material tersebut dapat disimpulkan bahwa densitas beton porus sangat mempengaruhi hasil kuat tekan. Semakin tinggi nilai densitas maka semakin tinggi pula nilai kuat tekannya dan sebaliknya. Hal tersebut dapat dilihat dari grafik. Lebih spesifiknya adalah beton porus dengan pasir lumajang sebagai bahan pengisi yang memiliki densitas 924 kg/m³ menghasilkan kuat tekan 0,96 MPa dan densitas 1037 kg.m³ menghasilkan 1,7 MPa.

4.5. Hasil Pengujian Panel Dinding Pracetak Beton Porus

4.5.1. Hasil Uji Lentur (ASTM C 393-00 : Flextural Properties of Sandwich Constructions)



Gambar 4. 1 Hasil Pengujian Lentur (Flexural Properties of Sandwich Constructions)

Dari pengujian Flexural Properties of Sandwich Construction yang dilakukan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil ITS didapatkan hasil $P = 153$ kg.

Panjang = 0,53 m

Lebar = 0,1 m

Tinggi = 1,7 m

Berat = 93,18 kg

$$\text{Densitas} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}}$$

$$\text{Densitas} = \frac{93,18}{0,53 \times 0,1 \times 1,7}$$

$$\text{Densitas} = 1034,2 \text{ kg/m}^3$$

$$\tau = \frac{P}{(d + c)b}$$

τ = tegangan geser inti (MPa)

P = beban (N)
 = 153 kg
 = 1500,93 kg

d = ketebalan sandwich (mm)
 = 100 mm

c = ketebalan inti (mm)
 = 90 mm

b = panjang sandwich (mm)
 = 530 mm

$$\tau = \frac{P}{(d + c)b}$$

$$\tau = \frac{1500,93}{(100 + 90)530}$$

$$\tau = 0,015 \text{ MPa}$$

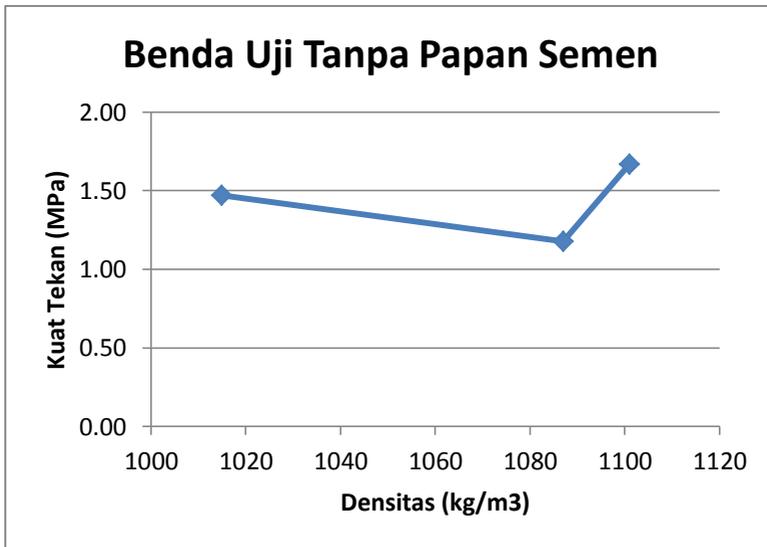
Dari hasil tegangan geser inti tersebut dapat dipergunakan sebagai data perhitungan struktur yang menggunakan panel dinding tersebut.

4.5.2. Hasil Uji Kuat Tekan Umur 28 Hari

- Benda Uji Tanpa Papan Semen

Tabel 4. 4 Hasil Uji Tekan Benda Uji Tanpa Papan Semen

No	Densitas (kg/m ³)	P (kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan (MPa)
1	1101	1700	100	17	1.67
2	1087	1200		12	1.18
3	1014.9	1500		15	1.47
Rata-rata				14.67	1.44

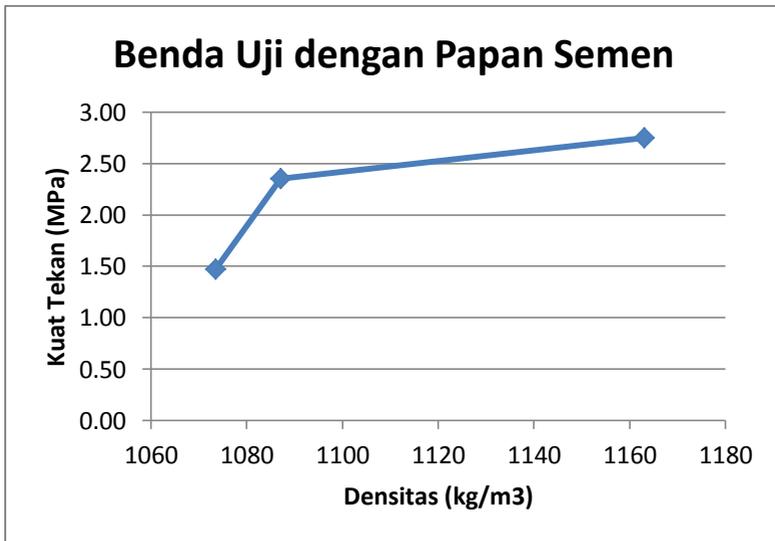


Grafik 4. 4 Hasil Uji Tekan Benda Uji Tanpa Papan Semen

- Benda Uji dengan Papan Semen

Tabel 4. 5 Hasil Uji Tekan Benda Uji dengan Papan Semen

No	Densitas (kg/m ³)	P (N)	A (cm ²)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan (MPa)
1	1073.5	1500	100	15	1.47
2	1087.1	2400		24	2.35
3	1163.1	2800		28	2.75
Rata-rata				22.33	2.19



Grafik 4. 5 Hasil Uji Tekan Benda Uji dengan Papan Semen

Dari sampel yang diambil dari komponen dinding, didapatkan hasil rata-rata kuat tekan benda uji tanpa papan semen sebesar 14,67 kg/cm². Benda uji dengan papan semen menghasilkan rata-rata kuat tekan sebesar 22,33 kg/cm². Hasil tersebut masih belum

memenuhi syarat kuat tekan bata beton SNI 03-0349-1989 dimana syarat minimum kuat tekan rata-rata bata beton pejal mutu I sebesar 90 kg/cm^2 , mutu II sebesar 65 kg/cm^2 , mutu III sebesar 35 kg/cm^2 , dan mutu IV sebesar 25 kg/cm^2 .

4.5.3. Hasil Uji Absorbsi

Tabel 4. 6 Hasil Uji Absorbsi

Nomer	Berat Kering (kg)	Berat SSD (kg)	Absorbsi (%)
1	1.0735	1.303	21.379
2	1.0871	1.268	16.641
3	1.1631	1.362	17.101
Rata-rata			18.37337

Dari sampel yang diambil dari komponen dinding, didapatkan hasil rata-rata penyerapan air sebesar 18,37%. Hasil tersebut sudah memenuhi syarat penyerapan air bata beton untuk pasangan dinding menurut SNI 03-0349-1989 dan termasuk bata beton mutu I bahkan lebih baik dari mutu I. Dimana nilai maksimal untuk penyerapan air bata beton mutu II adalah 35% dan mutu I adalah 25%.

4.5.4. Hasil Uji Ketahanan Terhadap Rembesan Air



Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Ketahanan Terhadap Rembesan Air

Pada pengujian ketahanan terhadap rembesan air dilakukan pendekatan terhadap pengujian ketahanan terhadap rembesan air pada genteng beton SNI 0096:2007. Setelah benda uji diisi air di bagian sisi atas dan dibiarkan selama 20 jam, hasilnya adalah tidak terdapat tetesan air yang jatuh dari bawah benda uji bahkan air masih menggenang pada bagian atas benda uji. Disimpulkan bahwa komponen dinding tahan terhadap rembesan air.

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari rangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari pengujian yang dilakukan pada benda uji dari mix desain 1 pasir : 1 semen, densitas 700kg/m^3 , rasio air semen 0.5.
2. Hasil kuat tekan beton porus berbanding lurus dengan nilai densitas. Semakin besar nilai densitas maka semakin besar nilai kuat tekan. Dari pembuatan benda uji panel dinding didapatkan tegangan geser inti 0.015 MPa, rata-rata nilai absorpsi 18.37%, rata-rata kuat tekan 22.33 kg/cm^2 , dan tidak terjadi rembesan air dimana hasil tersebut belum memenuhi standar. SNI 03-0349-1989 menyebutkan bahwa syarat minimum kuat tekan rata-rata bata beton pejal mutu I sebesar 90 kg/cm^2 , mutu II sebesar 65 kg/cm^2 , mutu III sebesar 35 kg/cm^2 , dan mutu IV sebesar 25 kg/cm^2 .
3. Dari harga panel dinding ringan pracetak beton porus dengan mix desain yang dipakai menghasilkan harga Rp 88.489,80/ m^2 . Jika dibandingkan harga Wallplus Rp 196.350/ m^2 , panel dinding ringan pracetak 2.2 kali lebih murah dibandingkan produk Wallplus.

5.2. Saran

1. Hasil yang tidak memenuhi syarat kuat tekan beton porus dapat ditingkatkan dengan memperbanyak kandungan

semen pada mix desain, menggunakan agregat selain pasir lumajang dan abu batu, dan menggunakan agregat halus, ukuran lebih kecil, dan meningkatkan densitas rencana.

2. Untuk mendapat data yang lebih baik maka dalam setiap pengujian kuat tekan dan penyerapan air (absorpsi), diperbanyak dalam pembuatan benda uji.
3. Dalam proses praktikum, tahap yang harus diperhatikan adalah pengaturan mesin *foam* generator dan kompresor. Pengaturan alat yang tidak sesuai akan menghasilkan *foam* yang terlalu cair atau terlalu berangin. Kondisi *foam* yang terlalu cair akan bersifat seperti air dalam campuran sedangkan kondisi *foam* yang terlalu berangin akan meletus ketika bercampur dengan material mortar. *Foam* yang baik dan siap dicampur dengan mortar harus memiliki nilai densitas yang memenuhi syarat. Dalam Pedoman Spesifikasi Material Ringan Mortar Busa untuk Konstruksi Jalan yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR disebutkan bahwa nilai densitas *foam* sebesar $0,05 \text{ t/m}^3 - 0,085 \text{ t/m}^3$.
4. Untuk menghasilkan berat dinding ringan pracetak yang lebih ringan maka diperlukan agregat halus yang memiliki berat jenis yang lebih ringan, seperti pasir silika.
5. Dalam praktikum masih ditemui beton porus yang mengalami susut. Susut pada beton porus dipengaruhi kualitas *foam* agent. Kualitas *foam* yang buruk akan cenderung pecah ketika dicampur dengan mortar.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. Standard Test Method for Flexural Properties of Sandwich Constructions (ASTM C 393-00)
- Badan Standarisasi Nasional. 1989. Bata Beton untuk Pasangan Dinding (SNI 03-0349-1989).
- Badan Standarisasi Nasional. 2007. Genteng Beton (SNI 00:2007).
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 03-1974-1990).
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan (SNI 03-3449-2002).
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. Tata Cara Pembuatan Kaping untuk Benda Uji Silinder Beton (SNI 6369:2008).
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal (SNI 03-2834-2004).
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013).
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. Semen portland (SNI 2049:2015).
- Bayuaji, Ridho dkk. 2013. Model Jaringan Saraf Tiruan Kuat Tekan Beton Porus dengan Material Pengisi Pasir.

- Deventer, J. S. J. V., J.L. Provis, Duxson, P. & Lukey, G. C. (2007) Reaction mechanisms in the geopolymeric conversion of inorganic waste to useful products. *Journal of Hazardous Materials* Volume 139, Pages 506-513.
- Hawirko, George. 2016. Investigating Polystyrene Concrete Composites. <https://discuss.seasteading.org/t/investigating-polystyrene-concrete-composites/1448>.
- Kearsley, EP. 2001. The Effect of Porosity on The Strength of Foamed Concrete.
- Kementrian PUPR. 2016. Analisa Harga Satuan Pekerjaan 2016.
- Mulyono, Tri. 2003. Teknologi Beton. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- Muthalib, Abdul. 2014. Strength Development Of Foamed Concrete.
- Nugraha, Paul. 2007. Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- Pemerintah Kota Surabaya. 2016. Harga Satuan Pokok Kegiatan.
- Remetwa, Rhara. 2015. Bahan Kimia untuk Meningkatkan Mutu Beton. <http://rhararemetwa.blogspot.co.id/2015/01/bahan-kimia-untuk-meningkatkan-mutu.html>.
- Zulkarnain, Fahrial dkk. 2011. Performance and Characteristic Foamed Concrete Mix design with Silica Fume for Housing Development. *International Journal of Academic Research* Vol 3. No.2 March ,2011, Part IV.

LAMPIRAN

Hasil XRF Fly Ash

KESIMPULAN HASIL ANALISA

Fly Ash
 Analisis Kimia
 Chemical Analysis
 30 April 2015
 Diakses Upt

parameter	Hasil Analisa (%)	Standar Berdasarkan SNI PSL 1218					
		N	V	C	N	V	C
Silica (SiO ₂)	89.66	70	70	50	-	70	50
Alumina (Al ₂ O ₃)	2.92	-	-	-	-	-	>10
Calcium Oxide (CaO) 1%	0.54	4	5	5	-	5	5
Sulfur trioxide (SO ₃) max. %	-	3	3	3	-	3	3
Magnesium Content max. %	-	10	6	6	-	6	6
Loss on ignition max. %	1.02	-	1.5	1.5	-	1.5	1.5
Sodium Oxide (Na ₂ O) max. %	-	-	-	-	-	-	-

Dari hasil analisis di atas dapat dilihat bahwa material Fly ash dari PT. Tiawi Kema tergolong ke dalam Fly ash kelas F. Ditunjukkan lambang serpihan Calcium Oxide (CaO) dalam Fly ash tersebut kurang dari 10%.

Standard reference:-
 - ACI Manual of Concrete Practice part 1 - 1994
 - ASTM C 618 - 03 Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural for use in concrete

Harga Wallplus

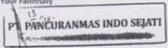
WALL
 PANELE BINGKAI

PT PANCURANMAS INDO SEJATI
 Pasar Modern Puracik Permai Ruko No.85
 Jln Raya Darmo Permai III Surabaya
 Phone : 031 - 99020325
 Hp : 081234621014-15
 Email : info@wallplus.co.id

PRICELIST
 No : 008/X/2015/SALES-PRICUMUM

No	Description	Dimension (m)	Unit Price (IDR)/m ²	PPN 10%	Price (IDR)/m ²
1	WallPanel 50	2.44 x 0.61	Rp 178,500	Rp 17,850	Rp 196,350
2	WallPanel 75	2.44 x 0.61	Rp 233,000	Rp 23,300	Rp 256,300
3	WallPanel 90	2.44 x 0.61	Rp 260,500	Rp 26,050	Rp 286,550

Term and Condition :
 Price including to VAT 10%
 Purchase must be in panel (3 Panel = 1.4884 m²)
 PO will be processed after Payment
 Supply Only
 Loco Factory Wallplus
 Price are subject to change without prior notice

Your Faithfully

PT PANCURANMAS INDO SEJATI
 Alif Fauzi
 General Manager
 PT PANCURANMAS INDO SEJATI

Harga Fly Ash

Harga Fly Ash:

- Kemasan 15 kg seharga Rp. 7.500,00
- Kemasan 20 kg seharga Rp. 8.500,00
- Kemasan 25 kg seharga Rp. 9.500,00
- Kemasan 40 kg seharga Rp. 16.000,00

Harga di atas berlaku untuk pembeli di Malang Raya. Untuk pembeli di luar Malang Raya akan dikenakan biaya tambahan seperti biaya kirim dan ongkos bongkar muat sesuai kesepakatan.

Selain itu, Harga fly ash dapat bervariasi karena dipengaruhi oleh beberapa hal seperti kemasan yang diinginkan, domisili pembeli, pemesanan secara langsung ke tempat kami, maupun biaya pengiriman dan bongkar muat. Untuk mendapatkan informasi yang lebih lengkap, silahkan klik [Harga Fly Ash](#).

Reservasi & Pemesanan:

Untuk melakukan pemesanan atau sekedar bertanya, silahkan hubungi kontak kami berikut:

Kartu AS: 085100382347

Kartu IM3: 085755072200

Kartu Simpati: 082232802828

Dapatkan fly ash dengan kualitas terjamin dan harga bersaing hanya di [FLY ASH ONLINE](#)

Harga Foam Agent

BukaLapak

[Kategori](#) -

Home > Rumah Tangga > Furniture & Interior > Foaming Agent Bata Ringan CLC HAL 303



Favoritkan

STOK HABIS

Foaming Agent Bata Ringan CLC HAL 303

Rp18.000

Nikmati Cicilan 0% dengan belanja minimum Rp500.000 di lapak PT. Hansa Agro Lestari

Daftar

✓ Jaminan 100% Aman
 Uang pasti kembali. Sistem pembayaran bebas penipuan. [Selengkapnya.](#)

PELAPAK



PT Hansa Agro Lestari

0% (3 feedback)

📍 Bojor

Waktu kirim: 3 orang

Pelanggan: Menerima 0 dari 3 (0%)

Login terakhir: 28 Februari 2017

Bergabung: 10 Mei 2014

PENGIRIMAN: **REGULER** KILAT

 ✓

✉ Chat Pelapak

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Admira Zehra Syhastani. Penulis lahir di Kediri pada 9 Februari 1995. Penulis adalah anak kedua dari orang tua Bapak Hamim Thohari dan Ibu Titik Sumarsidah. Agama penulis adalah islam. Penulis tinggal di Jalan Pamenang Desa Nambaan Kecamatan Ngasem Kabupaten Kediri Jawa Timur.

Riwayat pendidikan penulis diantaranya adalah SDN Burengan 2 Kediri, MTs Assalam Surakarta, SMAN 2 Pare Kabupaten Kediri dan sebagai mahasiswa DIV Teknik Infrastruktur Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Selama menjadi mahasiswa penulis mengikuti organisasi Jama'ah Masjid Al-Azhar Kampus ITS Manyar dari tahun 2013 sampai 2015. Selama melakukan penelitian tugas akhir ini, hasil penelitian diikuti penulis dalam acara pameran Hari Pendidikan Nasional 2017 dan acara *The Future of Cement Industries in Indonesia 2017*.

Atas seizin Allah Yang Maha Esa, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir penelitian ini dengan judul “Studi Pemanfaatan Beton Porus pada Panel Dinding *Non Finishing*”. Semoga dari tugas akhir ini mampu memberi kontribusi baik dalam dunia pendidikan.