

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
STUDI EKSPERIMENTAL TENTANG PERILAKU LENTUR
PANEL SANDWICH BETON

*The Experimental Study to The Flexural Behaviour
of Concrete Sandwich Panel*

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan
Pendidikan Tingkat Sarjana Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Semarang

Disusun oleh :

ANGELA
NIM. L2A 003 019

PUTU SASMOYO F.
NIM. L2A 003 121

Disetujui pada :

Hari :

Hari :

Tanggal :

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Purwanto, MT., MEng.

NIP. 131 932 061

Ir. R. Arwanto, MT.

NIP. 132 046 699

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Bambang Pujiyanto, MT.

NIP. 131 459 442

ABSTRAK

Beton aerasi adalah beton ringan, terdiri dari rongga – rongga udara yang tersebar secara merata di dalam bubur atau pasta semen. Panel *sandwich* beton terdiri dari beton mutu tinggi di bagian permukaan dan beton aerasi di bagian inti. Penelitian ini bertujuan meningkatkan optimalisasi struktur pracetak dengan dikembangkannya struktur panel komposit antara beton mutu tinggi dan beton aerasi sehingga didapatkan struktur beton yang ringan dan kuat. Lapisan beton mutu tinggi diberi tulangan untuk meningkatkan kekuatan dan daktilitas panel sebagai elemen struktur agar dapat menahan beban lentur. Persyaratan panel *sandwich* untuk dapat memikul beban lentur adalah komabilitas antara beban dan deformasi. Untuk itu, panel sandwich harus dapat bekerja sebagai elemen struktur komposit monolit, yaitu deformasi lateral yang terjadi pada setiap lapisan pembentuknya bernilai sama. Uji lentur dilakukan terhadap enam buah benda uji berukuran 300 mm x 900 mm x 100 mm yang ditumpu sendi – rol. Data yang dihasilkan alat LVDT yang dipasang pada benda uji, direkam oleh data logger. Variabel – variabel yang ditinjau dalam penelitian ini adalah reduksi berat, kekuatan dan daktilitas. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa reduksi berat sebesar 8 % dengan degradasi kekuatan panel sandwich beton terhadap panel beton normal sebesar 23,33 %. Sedangkan daktilitasnya mempunyai nilai sebesar 18,32

Kata kunci : beton, beton aerasi, komposit, panel *sandwich*, lentur, daktilitas

ABSTRACT

Aeration concrete is a lightweight concrete, consisting of a system of macroscopic air cells uniformly distributed in either a cement slurry or a cement grout. Concrete sandwich panels made of high – performance concrete faces and an aeration concrete core. This research aims to increasing precast structural efficiency of precast structural by enveloping composite panel structure between high strength concrete and aeration concrete so that we will get a strong and light concrete structure. The normal weight concrete layers are reinforced with reinforcements, which increase the strength and ductility of the panels as structural elements to resist flexural loading. To be able to resist lateral in-plane loading, sandwich panels require compatibility between deformation and load. Consequently, the sandwich panels should behave as monolithic composite structural elements, which means that each layer should perform equal lateral deformation. The flexural test was applied to six samples measured 300 mm x 900 mm x 100 mm on joint-roll restraint. Output data from LVDT instrument placed on sample, recorded by logger data. The variables that observed in this research are weight reduction, strength, and ductility. From this research its indicate that weight reduction is 8 % with concrete sandwich panel strength degradasion is 23,33 %. The ductility concrete sandwich panel is 18,32.

Keyword : concrete, aeration concrete, composite, sandwich panels, flexural, ductility

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih karunia dan kemurahan-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “ Studi Eksperimental Tentang Perilaku Lentur Panel *Sandwich* Beton “.

Tugas akhir ini merupakan syarat dalam menyelesaikan program studi strata-1 (S-1) pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Melalui Tugas Akhir ini banyak pengalaman dan pengetahuan yang kami peroleh terutama mengenai panel *sandwich* beton yang kemudian kami tuangkan dalam bentuk laporan Tugas Akhir yang kami harapkan dapat berguna sebagai media informasi mengenai panel *sandwich* beton kepada para pembaca.

Didalam pelaksanaan penelitian dan penyelesaian laporan ini, kami sebagai penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak. Pda kesempatan ini, dengan penuh rasa hormat kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Bambang Pudjianto, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Bapak Ir. Arif Hidayat, CES., MT. selaku coordinator bidang akademik Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Bapak Dr. Ir. Nuroji, MT., selaku pemberi ide dan pembimbing dalam pelaksanaan tugas akhir.
3. Bapak Ir. Purwanto, MT., MEng., selaku dosen pembimbing I.
4. Bapak Ir. Arwanto, MT., selaku dosen pembimbing II sekaligus dosen wali 2151
5. Bapak Ir. Moga Narayudha, SP1. selaku dosen wali 2149
6. Bapak Pardi selaku laborant pada Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
7. Bapak Didid Romantika Suchendar, selaku pihak dari CV. Jati Kencana Beton yang telah memberi informasi dalam penelitian ini.
8. Seluruh Civitas Akademia Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang tidak dapat kami sebut satu – persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kami sangat mengahrapka adanya saran dan kritik yang bersifat membangun untuk menyempurnakan laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, kami persembahkan Laporan Tugas Akhir ini untuk Almamater tercinta dan rekan mahasiswa, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, September 2007

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GRAFIK.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Hipotesis.....	4
1.6 Sistematika Penulisan Laporan.....	4
BAB II STUDI PUSTAKA.....	6
2.1 Pendahuluan.....	6
2.2 Asumsi Dasar.....	6
2.3 Beton Ringan.....	7
2.4 Panel Komposit <i>Sandwich</i>.....	16
2.4.1 Ikatan Antara Beton Lapisan Kulit dan	
Lapisan Inti.....	20
2.5 Struktur Balok Komposit.....	21
2.6 Daktilitas.....	23
2.7 Jenis Retak.....	24
2.8 Jenis Keruntuhan.....	25

BAB III	PERENCANAAN PENELITIAN	
	3.1 Tinjauan Umum.....	27
	3.2 Pengujian Material.....	29
	3.3 Struktur Benda Uji.....	30
	3.4 Perencanaan Campuran Beton.....	31
BAB IV	PELAKSANAAN PENELITIAN.....	34
	4.1 Tinjauan Umum.....	34
	4.2 Persiapan Pembuatan Benda Uji.....	34
	4.3 Proses Pembuatan Benda Uji.....	36
	4.3.1 Pembuatan Beton Aerasi.....	36
	4.3.2 <i>Setting</i> Cetakan Panel <i>Sandwich</i> Beton.....	38
	4.3.3 Pembuatan Beton Mutu Tinggi.....	38
	4.4 Perawatan Benda Uji.....	40
	4.5 Pengujian Benda Uji.....	41
	4.5.1 Kekuatan Tekan.....	41
	4.5.2 Pembebanan Pada Balok.....	42
BAB V	HASIL DAN ANALISA DATA	
	5.1 Kuat Tekan Beton.....	44
	5.1.1 Hasil Uji Kuat Tekan beton Aerasi.....	44
	5.1.2 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi.....	45
	5.2 Kuat Lentur Panel <i>Sandwich</i> Beton.....	45
	5.2.1 Hasil Uji Lentur Panel <i>Sandwich</i> Beton.....	46
	5.2.2 Analisa Perbandingan Panel <i>Sandwich</i> Beton – Panel Beton Normal.....	62
	5.2.2.1 Reduksi Berat.....	62
	5.2.2.2 Kekakuan Panel <i>Sandwich</i> Beton.....	62
	5.2.2.3 Kekakuan Panel Beton Normal.....	65
	5.2.2.4 Perbandingan Kekakuan, Kekuatan dan Daktilitas Panel <i>Sandwich</i> Beton – Panel Beton Normal.....	67
	5.3 Pengamatan Visual Pola Retak.....	69

BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	
	6.1 Kesimpulan.....	70
	6.2 Saran.....	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

SURAT – SURAT

LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kuat tekan beton ringan.....	10
Tabel 2.2	Tipe dan sifat berbagai jenis beton ringan.....	15
Tabel 3.1	Karakteristik semen Portland komposit.....	27
Tabel 3.2	Karakteristik agregat halus dan kasar.....	28
Tabel 5.1	Hasil uji kuat tekan beton aerasi pada berbagai umur.....	42
Tabel 5.2	Hasil uji kuat tekan beton mutu tinggi pada berbagai umur.....	43
Tabel 5.3	Hasil uji lentur panel sandwich beton 1 umur 28 hari.....	45
Tabel 5.4	Hasil uji lentur panel sandwich beton 2 umur 28 hari.....	47
Tabel 5.5	Hasil uji lentur panel sandwich beton 3 umur 28 hari.....	49
Tabel 5.6	Hasil uji lentur panel sandwich beton 4 umur 28 hari.....	51
Tabel 5.7	Hasil uji lentur panel sandwich beton 5 umur 28 hari.....	53
Tabel 5.8	Hasil uji lentur panel sandwich beton 6 umur 28 hari.....	56
Tabel 5.9	Hasil uji lentur panel sandwich beton umur 28 hari berbagai keadaan.....	60
Tabel 5.10	Lendutan rata – rata panel sandwich beton pada P leleh.....	60
Tabel 5.11	Perbandingan nilai EI, P_y , δ_y	64

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1	Hubungan antara kepadatan dan konduktivitas panas beton ringan.....	7
Grafik 2.2	Hubungan antara kepadatan dan kekuatan beton ringan umur 28 hari.....	8
Grafik 2.3	Hubungan kuat desak dan berat jenis untuk adukan semen yang dicampuri udara.....	14
Grafik 5.1	Hubungan lendutan – gaya panel <i>sandwich</i> 1.....	46
Grafik 5.2	Hubungan lendutan – gaya panel <i>sandwich</i> 2.....	48
Grafik 5.3	Hubungan lendutan – gaya panel <i>sandwich</i> 3.....	50
Grafik 5.4	Hubungan lendutan – gaya panel <i>sandwich</i> 4.....	53
Grafik 5.5	Hubungan lendutan – gaya panel <i>sandwich</i> 5.....	56
Grafik 5.6	Hubungan lendutan – gaya panel <i>sandwich</i> 6.....	59
Grafik 5.7	Hubungan gaya leleh – lendutan panel <i>sandwich</i> beton.....	62
Grafik 5.8	Hubungan gaya leleh – lendutan panel <i>sandwich</i> – normal.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi beton ringan.....	9
Gambar 2.2	Struktur beton sandwich.....	16
Gambar 2.3a	Panel <i>sandwich</i> komposit penuh.....	22
Gambar 2.3b	Panel <i>sandwich</i> komposit sebagian.....	22
Gambar 2.3c	Panel sandwich tidak komposit.....	23
Gambar 3.1	Prosedur pelaksanaan penelitian.....	26
Gambar 3.2	Struktur panel <i>sandwich</i> beton.....	29
Gambar 4.1	Alat cetak benda uji dari papan kayu.....	33
Gambar 4.2	Pembuatan tulangan di Bengkel Laksana.....	33
Gambar 4.3	Tulangan mulai dibentuk.....	33
Gambar 4.4	Alat cetak dan tulangan.....	33
Gambar 4.5	Pembuatan pasta semen.....	35
Gambar 4.6	Pembuatan buih.....	35
Gambar 4.7	Pencampuran buih ke dalam pasta semen.....	35
Gambar 4.8	Pengecoran beton aerasi.....	35
Gambar 4.9	Beton aerasi yang permukaannya telah dikasarkan.....	35
Gambar 4.10	Alat cetak, tulangan, dan stereoform yang telah dilumuri minyak.....	36
Gambar 4.11	Beton aerasi diatas stereoform setebal 3 cm.....	36
Gambar 4.12	Tulangan dipasang.....	36
Gambar 4.13	<i>Setting</i> cetakan panel <i>sandwich</i> beton telah siap.....	36
Gambar 4.14	Slump test.....	37
Gambar 4.15	Pengecoran beton mutu tinggi tahap I.....	38
Gambar 4.16	Proses pemadatan.....	38
Gambar 4.17	Cetakan dibalik.....	38
Gambar 4.18	Stereoform diambil.....	38
Gambar 4.19	Tulangan bawah dikaitkan dengan tulangan atas.....	38
Gambar 4.20	Pengecoran beton mutu tinggi tahap II (sisi bawah).....	38
Gambar 4.21	Uji kuat tekan beton.....	39
Gambar 4.22	Tampak depan <i>set-up</i> pengujian.....	40
Gambar 4.23	Tampak samping <i>set-up</i> pengujian.....	41
Gambar 4.24	Foto <i>set-up</i> alat pengujian.....	41

Gambar 4.25	<i>Data logger</i>	41
Gambar 5.1	Pola retak panel <i>sandwich</i> beton.....	66
Gambar 5.2	Pola retak panel <i>sandwich</i> beton sample 5.....	66

DAFTAR ISTILAH

ACI	: <i>American Concrete Institute</i>
ASTM	: <i>American Society for Testing and Material</i>
DOE	: <i>Development of Environment</i>
FAS	: Faktor Air Semen
HSC	: <i>High Strength Concrete</i>
LWC	: <i>Lightweight Concrete</i>
PCC	: <i>Portland Composite Cement</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SSD	: <i>Saturated Surface Day</i>

DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan bidang kontak	(m ²)
E	= kekakuan	(N/mm ²)
f _c	= Kuat tekan	(Mpa)
I	= Momen Inersia	(mm ⁴)
M	= Momen luar	(Nmm)
P	= Gaya	(N)
P _y	= Gaya leleh	(N)
P _u	= Gaya ultimate	(N)
W	= Tahanan momen	(mm ³)
V	= Volume	(m ³)
γ	= Berat jenis	(kg/m ³)
σ	= Tegangan lentur	(Mpa)
μ	= Daktilitas	
δ	= Lendutan	(mm)
δ _u	= Lendutan ultimate	(mm)
δ _y	= Lendutan pada saat leleh	(mm)