

079/FT.EKS.01/SKRIP/01/2008

**STUDI PRILAKU BALOK BETON HASIL PERBAIKAN
DENGAN TEKNIK INJEKSI BERDASARKAN UJI BEBAN
TUMBUKAN**

STUDI KASUS :

**PEMBEBANAN DI TENGAH BENTANG DENGAN KOMPOSISI BALOK BETON
TANPA SERAT, BALOK BETON DENGAN SERAT METAL 1 % DARI VOLUME,
BALOK BETON PRATEGANG TANPA SERAT, BALOK BETON PRATEGANG
DENGAN KADAR SERAT METAL 1% DARI VOLUME**

SKRIPSI

Oleh

INDRA NURZAMAN
04 04 210 17Y



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

STUDI PRILAKU BALOK BETON HASIL PERBAIKAN DENGAN TEKNIK INJEKSI BERDASARKAN UJI BEBAN TUMBUKAN

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali pada bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 8 Januari 2008

Indra Nurzaman

NPM 040421017

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

STUDI PRILAKU BALOK BETON HASIL PERBAIKAN DENGAN TEKNIK INJEKSI BERDASARKAN UJI BEBAN TUMBUKAN

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 8 Januari 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 8 Januari 2008

Dosen Pembimbing

Dr.Ir.Heru Purnomo

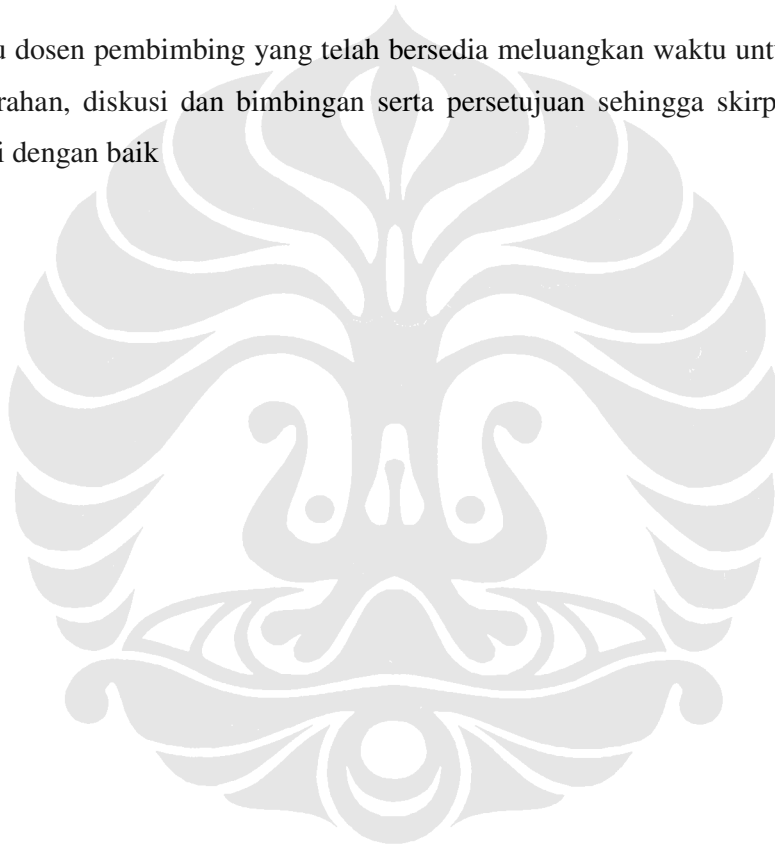
NIP 1316455338

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis terima kasih kepada :

Dr. Ir. Heru Purnomo ,DEA

Selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Karunia, Rahmat dan Hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Pada kesempatan ini saya ingin sampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak diantaranya :

1. Kedua orang tua beserta saudara-saudara tercinta, yang telah memberi dorongan berupa cinta, do'a, moral serta materiil.
2. Eyang Iti, yang telah memberikan perhatian, kasih sayang, motivasi dan doa.
3. Bapak Heru Purnomo yang telah membimbing dan mengarahkan dalam pembuatan skripsi ini.
4. Bapak Syahril A. Rahim dan Ibu Essy selaku dosen penguji atas masukan-masukan yang bermanfaat.
5. Bapak Apri selaku asisten Lab Struktur yang tiada lelah dan bosan untuk selalu membantu dan menemani dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Teman seperjuangan Bambang, Irene, Armanto ,Agus, Arya, Shinta atas semua masukan dan bantuannya.
7. Teman satu '*kontrakan*' (Oki, Trihadi dan Tebe) dan juga Sisy atas kameranya serta semua teman-teman seperjuangan ekstensi sipil 2004 atas semua diskusi, masukan dan *supportnya*.
8. Teman-teman PPSE Sipil dan seluruh dosen serta staf Departemen Teknik Sipil UI yang turut memberi dukungan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, bimbingan, kritik dan saran akan sangat dihargai oleh penulis demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, semoga penelitian dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan bagi pembaca sekalian.

Depok, Januari 2008

Indra Nurzaman
NPM 04 04 21 017y

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR SIMBOL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERMASALAHAN PENELITIAN	2
1.3 MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 METODE PENELITIAN	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II STUDI LITERATUR	4
2.1 PENGERTIAN BETON	4
2.2 JENIS-JENIS BETON	5
2.2.1 Beton Serat	5
2.2.1.1 Serat Metal	6
A. Bentuk Serat Metal	7
B. Ukuran Serat Metal	7
C. Kadar Serat Metal	8
2.2.1.2 Interaksi Antara Serat dengan Pasta Semen	9
A. Matriks Homogen tanpa Retak	10
B. Matriks Homogen dengan Retak	10
C. Komposisi Matriks	11

<i>D. Konsep Serat Berkekuatan Tinggi</i>	12
2.3 BETON PRATEGANG	12
2.3.1 <i>Tiga Konsep Dasar Beton Prategang</i>	12
2.3.1.1. <i>Konsep Beton Elastis</i>	13
2.3.1.2. <i>Konsep Gaya Dalam</i>	13
2.3.1.3. <i>Konsep Beban Berimbang</i>	15
2.3.2 <i>Sistem Balok Pratarik</i>	17
2.3.3 <i>Kehilangan Gaya Pratarik</i>	18
2.3.3.1. <i>Perpendekan Elastis</i>	19
2.3.3.2. <i>Relaksasi dari Tegangan Baja</i>	19
2.3.3.3. <i>Gesekan dalam Unsur Pasca Tarik</i>	20
2.3.3.4. <i>Perencanaan Praktis Kehilangan-Total</i>	21
2.3.4. <i>Keuntungan dan Kerugian Beton Pratarik</i>	22
2.4. BEBAN BERULANG DAN FATIK	25
2.5. IMPULS	26
2.6. SIFAT MEKANIK BETON	26
2.6.1. <i>Tegangan Lentur Balok Beton Homogen</i>	27
2.6.2. <i>Tegangan Geser</i>	29
2.6.3. <i>Tegangan dan Lendutan Akibat Beban Tumbukan</i>	31
2.7. KERUSAKAN BETON	32
2.7.1. <i>Retak pada beton</i>	33
2.8. PERBAIKAN BETON DENGAN INJEKSI	34
2.8.1 <i>Hasil Pengujian Kamada et al</i>	35
2.9. POLIMER RESIN EPOKSI	37
BAB III METODELOGI PENELITIAN	37
3.1. PENDAHULUAN	37
3.2. PERBAIKAN BENDA UJI	37
3.2.1. <i>Pola Kerusakan</i>	38
3.2.2. <i>Alat dan Bahan</i>	38
3.2.2.1 <i>Alat</i>	39
3.3. METODE PELAKSANAAN PERBAIKAN	39
3.3.1. <i>Injeksi Beton Menggunakan Epoksi</i>	40

3.3.2. Penyambungan Beton	43
3.4. PROSEDUR PENGUJIAN TUMBUKAN SEDERHANA.	
3.4.1. Skematik Uji Beban Tumbukan	45
3.4.2. Peralatan Pengujian	46
3.4.3. Tahapan Pengujian	47
3.4.3.1. Uji Palu Elektrik	47
3.4.3.2. Uji Beban Tumbukan	49
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	49
4.1 DATA TEKNIS BENDA UJI AWAL	49
4.1.1. Kuat Tekan Beton	50
4.1.2. Modulus Elastisitas & Nisbah Poisson Beton	51
4.2 GAMBARAN KERUSAKAN AWAL	51
4.2.1 Rekapitulasi lokasi kerusakan pada balok Ratna R	51
A. Balok Tanpa Serat (BTS)	52
B. Balok Serat 1 % (BS)	54
C. Balok Pratarik tanpa Serat (BPTS)	55
D. Balok Pratarik Serat 1% (BPS)	57
4.3. PERHITUNGAN MOMENTUM	58
4.3.1. Durasi Pembebanan	59
4.4. PERHITUNGAN FREKUENSI NATURAL	60
4.5. PENGOLAHAN DATA FREKUENSI	60
4.5.1. Frekuensi Alami	60
4.5.1.1. Pengujian Awal	61
4.5.1.2. Pengujian sesudah perbaikan	61
A. Perhitungan SAP 2000	62
A.1 Modelisasi struktur balok tanpa pratarik	63
A.2 Modelisasi struktur balok pratarik	64
A.3 Frekuensi Hasil Modelisasi Struktur	65
A.4 Ragam Getar	66
B. Uji Palu Elektrik	67
4.5.2. FREKUENSI DARI UJI BEBAN TUMBUKAN	67
4.5.2.1 Frekuensi Balok Tanpa Serat (BTS)	67

A. Balok Tanpa Serat 1 (BTS-1)	70
B. Balok Tanpa Serat 2 (BTS-2)	73
C. Balok Tanpa Serat 3 (BTS-3)	77
4.5.2.2 Frekuensi Balok Serat 1% (BS 1%)	77
A. Balok Serat 1 (BS-1)	80
B. Balok Serat 2 (BS-2)	83
C. Balok Serat 3 (BS-3)	87
4.5.2.3 Frekuensi Balok Pratarik Tanpa Serat (BPTS)	85
A. Balok Pratarik Tanpa Serat 1 (BPTS-1)	87
B. Balok Pratarik Tanpa Serat 2 (BPTS-2)	90
C. Balok Pratarik Tanpa Serat 3 (BPTS-3)	92
4.5.2.4 Frekuensi Balok Pratarik Serat 1 % (BPS 1%)	96
A. Balok Pratarik Serat 1 (BPS-1)	96
B. Balok Pratarik Serat 2 (BPS-2)	99
C. Balok Pratarik Serat 3 (BPS-3)	101
4.6. RESUME HASIL PENGUJIAN BENDA UJI PERBAIKAN	105
BAB V KESIMPULAN & SARAN	107
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN	111
<i>Lampiran A Hasil Percobaan dan Perhitungan Ratna Restiana 2007</i>	111
<i>Lampiran B Spesifikasi Teknis Conbextra EP dan Nitobound</i>	124

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Bentuk Serat Metal 7
Gambar 2.2.	Interaksi serta dan matriks 9
Gambar 2.3	Interaksi serat dan matriks, matriks retak 10
Gambar 2.4	Konsep beban berimbang dari pratekan 14
Gambar 2.5	Tahap perilaku sampai dengan beban kerja – balok pratarik 17
Gambar 2.6	Pola Khas Beban Berulang 23
Gambar 2.7	Diagram S-N 24
Gambar 2.8	Distribusi tegangan Elastis dan Inelastis pada balok homogen 27
Gambar 2.9	Distribusi tegangan sepanjang bidang horizontal 28
Gambar 2.10	Distribusi tegangan geser pada penampang balok segiempat 29
Gambar 2.11	Lendutan balok akibat dampak 30
Gambar 2.12	Tiga Metode Retak 32
Gambar 2.13	Skematik pengujian balok awal dan hasil perbaikan 34
Gambar 2.14	Beban vs Lebar Retak pada balok awal dan hasil perbaikan 34
Gambar 2.15	Kuat lentur pada balok awal dan hasil perbaikan 35
Gambar 3.1	Alat injeksi 38
Gambar 3.2	Packer 38
Gambar 3.3	Proses pemasangan saluran masuk / inlet port 40
Gambar 3.4	Proses pemasangan pada titik inlet melalui packer 41
Gambar 3.5	Proses pelaksanaan injeksi 42
Gambar 3.6.	Letak Accelerometer A dan B 44
Gambar 3.7	Tampilan beban impuls dalam komputer 44
Gambar 3.8	Skematik Pengujian Beban Tumbukan 45
Gambar 3.9	Alat Penjatuh & Klem yang telah dimodifikasi 47
Gambar 3.10	Sinyal percepatan pada pengujian awal 48
Gambar 3.11	Sinyal percepatan pada saat retak 48
Gambar 4.2.1	Sketsa lokasi patah dan kerusakan benda uji BTS-1 51
Gambar 4.2.2	Sketsa lokasi patah dan kerusakan benda uji BTS-2 52
Gambar 4.2.3	Sketsa lokasi patah dan kerusakan benda uji BTS-3 52

Gambar 4.2.4	Sketsa lokasi patah dan kerusakan benda uji BS-1	53
Gambar 4.2.5	Sketsa lokasi patah dan kerusakan benda uji BS-2	53
Gambar 4.2.6	Sketsa lokasi patah dan kerusakan benda uji BS-2	53
Gambar 4.2.7	Sketsa lokasi patah dan kerusakan benda uji BPTS-1	54
Gambar 4.2.8	Sketsa lokasi patah dan kerusakan benda uji BPTS-2	54
Gambar 4.2.9	Sketsa lokasi patah dan kerusakan benda uji BPTS-3	55
Gambar 4.2.10	Sketsa lokasi patah dan kerusakan benda uji BPS-1	55
Gambar 4.2.11	Sketsa lokasi patah dan kerusakan benda uji BPS-2	56
Gambar 4.2.12	Sketsa lokasi patah dan kerusakan benda uji BPS-3	56
Gambar 4.3.1	Waktu tempuh palu penumbuk ke benda uji	57
Gambar 4.3.2	<i>Impuls</i> dari tumbukan palu elektrik	58
Gambar 4.4.1	Permodelan struktur	59
Gambar 4.4.2	Modelisasi balok di SAP 2000	61
Gambar 4.4.3	Input kabel pratarik pada SAP 2000	66
Gambar 4.4.4	Ragam getar balok awal hasil dari SAP 2000	67
Gambar 4.5.1	Kondisi patah benda uji BTS-1 pada pengujian awal	68
Gambar 4.5.2	Frekuensi BTS- 1 pada pengujian awal dan akhir	69
Gambar 4.5.3	Lokasi keruntuhan pada benda uji perbaikan BTS-1	69
Gambar 4.5.4	Kondisi patah benda uji BTS-2 pada pengujian awal	70
Gambar 4.5.5	Ragam getar benda uji BTS-2	71
Gambar 4.5.6	Frekuensi BTS-2 pada pengujian awal dan akhir	72
Gambar 4.5.7	Lokasi keruntuhan pada benda uji perbaikan BTS-2	72
Gambar 4.5.8	Kondisi patah benda uji BTS-3 pada pengujian awal	73
Gambar 4.5.9	Ragam getar benda uji BTS-3	74
Gambar 4.5.10	Frekuensi BTS-3 pada pengujian awal dan akhir	74
Gambar 4.5.11	Perambatan retak pada benda uji BTS-3 sebelum runtuh	75
Gambar 4.5.12	Lokasi keruntuhan pada benda uji perbaikan BTS-3	75
Gambar 4.5.13	Perbandingan pukulan antara benda uji BTS perbaikan	76
Gambar 4.5.14	Pola retak pada benda uji BS-1 pengujian awal	77
Gambar 4.5.15	Kondisi benda uji BS-1 setelah perbaikan	77
Gambar 4.5.16	Ragam getar benda uji BS-1	78

Gambar 4.5.17	Frekuensi BS-1 pada pengujian awal dan akhir	78
Gambar 4.5.18	Lokasi keruntuhan dan tahapan retak BS-1 perbaikan	79
Gambar 4.5.19	Pola retak pada benda uji BS-2 pengujian awal	80
Gambar 4.5.20	Kondisi benda uji BS-2 setelah perbaikan	80
Gambar 4.5.21	Ragam getar benda uji BS-2	80
Gambar 4.5.22	Frekuensi BS-2 pada pengujian awal dan akhir	81
Gambar 4.5.23	Lokasi keruntuhan dan tahapan retak BS-2 perbaikan	81
Gambar 4.5.24	Pola retak pada benda uji BS-3 pengujian awal	82
Gambar 4.5.25	Kondisi benda uji BS-3 setelah perbaikan	83
Gambar 4.5.26	Ragam getar benda uji BS-3	83
Gambar 4.5.27	Frekuensi BS-3 pada pengujian awal dan akhir	84
Gambar 4.5.28	Lokasi keruntuhan dan sketsa retak BS-3 perbaikan	85
Gambar 4.5.29	Perbandingan pukulan antara benda uji BS perbaikan	86
Gambar 4.5.30	Kondisi benda uji BPTS-1 setelah injeksi	87
Gambar 4.5.31	Ragam getar benda uji BPTS-1	88
Gambar 4.5.32	Frekuensi BPTS-1 pada pengujian awal dan akhir	88
Gambar 4.5.33	Lokasi keruntuhan dan tahapan retak BPTS-1 perbaikan	89
Gambar 4.5.34	Kondisi benda uji BPTS-2 setelah perbaikan injeksi	90
Gambar 4.5.35	Frekuensi BPTS-2 pada pengujian awal dan akhir	90
Gambar 4.5.36	Lokasi keruntuhan dan sketsa retak BPTS-2perbaikan	90
Gambar 4.5.37	Retak pada BPTS-3 pada pengujian awal	91
Gambar 4.5.38	Ragam getar benda uji BPTS-3	92
Gambar 4.5.39	Frekuensi BPTS-3 pada pengujian awal dan akhir	93
Gambar 4.5.40	Lokasi keruntuhan dan sketsa retak BPTS-3 perbaikan	94
Gambar 4.5.41	Perbandingan pukulan antara benda uji BPTS perbaikan	95
Gambar 4.5.42	Perambatan retak BPS-1 pada pengujian awal	96
Gambar 4.5.43	Kondisi benda uji BPS-1 setelah perbaikan	96
Gambar 4.5.44	Ragam getar benda uji BPS-1	97
Gambar 4.5.45	Frekuensi BPS-1 pada pengujian awal dan akhir	97
Gambar 4.5.46	Lokasi keruntuhan dan sketsa retak BPS-1 perbaikan	98
Gambar 4.5.47	Kondisi BPS-2 setelah perbaikan dengan injeksi	99
Gambar 4.5.48	Ragam getar benda uji BPS-2	99

Gambar 4.5.49	Frekuensi BPS-2 pada pengujian awal dan akhir	100
Gambar 4.5.50	Lokasi keruntuhan dan sketsa retak BPS-2 perbaikan	101
Gambar 4.5.51	Kerusakan BPS-3 pada pengujian awal	101
Gambar 4.5.52	Kondisi benda uji BPS-3 setelah perbaikan	102
Gambar 4.5.53	Frekuensi BPS-3 pada pengujian awal dan akhir	102
Gambar 4.5.54	Lokasi keruntuhan dan sketsa retak BPS-3 perbaikan	104
Gambar 4.5.55	Perbandingan pukulan antara benda uji BPS perbaikan	104
Gambar 4.6.1	Perbandingan penurunan frekuensi VS jumlah pukulan dari perwakilan keempat jenis benda uji	105



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Perencanaan Praktis Persen Kehilangan Total Prategang 7
Tabel 2.2.	Batasan Lebar Retak Menurut PBI 1971 9
Tabel 2.3	Properti dari Poliester & Epoksi 10
Tabel 4.1	Kuat tekan benda uji kubus 49
Tabel 4.2	Kuat tekan benda uji silinder 50
Tabel 4.3	Modulus Elastisitas & Poisson Ratio 50
Tabel 4.4	Jenis kerusakan semua benda uji hasil penelitian awal 51
Tabel 4.5	Perhitungan momentum 57
Tabel 4.6	<i>Impuls</i> dari tumbukan palu elektrik 58
Tabel 4.7	<i>Frekuensi alami benda uji pada pengujian awal</i> 60
Tabel 4.8	Frekuensi alami benda uji BTS dan BS yang telah diperbaiki dihitung dengan SAP 2000 63
Tabel 4.9	Frekuensi alami benda uji BPTS dan BPS yang telah diperbaiki dihitung dengan SAP 2000 64
Tabel 4.10	Perbandingan frekuensi alami benda uji pada pengujian awal Ratna dan benda uji setelah diperbaiki hasil pengujian palu elektrik dan perhitungan SAP 66
Tabel 4.11	Perbandingan frekuensi benda uji BTS pada awal uji tumbukan 76
Tabel 4.12	Perbandingan jumlah pukulan antara benda uji BTS 76
Tabel 4.13	Tahap keretakan & lebar retak BS-1 pada pengujian awal dan setelah perbaikan 79
Tabel 4.14	Tahap keretakan & lebar retak BS-2 pada pengujian awal dan setelah perbaikan 82
Tabel 4.15	Tahap keretakan & lebar retak BS-3 pada pengujian awal dan setelah perbaikan 85
Tabel 4.16	Perbandingan frekuensi benda uji BS pada awal uji tumbukan 86
Tabel 4.17	Perbandingan frekuensi retak benda uji BS Ratna dan Indra 86
Tabel 4.18	Tahap keretakan BPTS-1 pada pengujian awal dan setelah perbaikan 89

Tabel 4.19	Tahap keretakan BPTS-2 pada pengujian awal dan setelah perbaikan	91
Tabel 4.20	Tahap keretakan BPTS-3 pada pengujian awal dan setelah perbaikan	93
Tabel 4.21	Perbandingan frekuensi benda uji BPTS pada awal uji tumbukan	94
Tabel 4.22	Perbandingan frekuensi retak benda uji BPTS Ratna dan Indra	95
Tabel 4.23	Tahap keretakan BPS-1 pada pengujian awal dan setelah perbaikan	98
Tabel 4.24	Tahap keretakan BPS-2 pada pengujian awal dan setelah perbaikan	100
Tabel 4.25	Tahap keretakan BPS-3 pada pengujian awal dan setelah perbaikan	103
Tabel 4.26	Perbandingan frekuensi retak benda uji BPS Ratna dan Indra	104
Tabel 4.27	Perbandingan tahapan retak tiap jenis benda uji perbaikan	105

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Percobaan dan Perhitungan Ratna Restiana, 2007.	
1.1 Perhitungan Beban Impuls	111
1.2 Data Teknis Benda Uji Hasil Percobaan	114
1.2.1 Kuat Tekan Beton	
1.2.1.1. Kuat Tekan Benda Uji Kubus	114
1.2.1.2 Kuat Tekan Benda Uji Silinder	116
1.2.2 Analisa Kuat Tekan	117
1.3 Modulus Elastisitas Beton	117
1.3.1. Analisa Modulus Elastisitas Nisbah dan Poisson	119
1.4 Frekuensi Alami Benda Uji	
1.4.1 Uji Palu Eletrik	120
1.4.2 Perhitungan menggunakan rumus	121
1.5 Menentukan Tinggi Jatuh Hingga Benda Uji Mengalami Keruntuhan	
1.5.1 Beton Tanpa Serat	122
1.5.2 Beton Serat	123
Lampiran 2. Brosur produk Fosroc	
- <i>ConbextraEP</i>	124
- <i>Nitobound</i>	125

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
f_u	Tegangan tarik material
f_y	Tegangan leleh material
F	Gaya
A	Luas penampang
I	Inersia
E	Modulus Elastisitas / Young Modulus
M	Momen
M_y	Momen arah sumbu y
$f' c$	Kuat tekan maksimum
T_o	Gaya pratarik pada pusat penampang
f_{pu}	Tegangan leleh material
T_f	Gaya pratarik akhir dalam tendon
dx	Suatu segmen dari tendon
l	Panjang Bentang
R	Jari-jari kelengkungan
S	Tegangan gagal
N	Jumlah pukulan
ϵ_l	regangan
m	massa
dv	Pertambahan kecepatan
dt	Pertambahan waktu
v_0	Kecepatan awal
y_0	Perpindahan awal
b	Lebar balok
t	waktu
f_s	Tegangan geser horizontal
δ	Lendutan balok
V_S	Gaya geser vertikal
V_{avg}	Gaya geser rata-rata
v_{max}	Gaya maksimum
q	Beban merata
τ	Tegangan geser
ν	Rasio <i>poisson</i>
P	Beban terpusat yang ada
x,y	Fungsi geometri titik-titik terhadap sumbu x dan y
σ_{st}	Tegangan Akibat lendutan statik
σ_d	Tegangan Akibat lendutan dinamik
h	Tinggi jatuh
z	Momen lembam balok
U	Energi total
g	Percepatan gravitasi