

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**EVALUASI DISTRIBUSI TEGANGAN PADA ENDBLOCK
BETON PRATEGANGAN PASCATARIK**

*EVALUATION STRESS DISTRIBUTION OF ANCHORAGE ZONE
IN POST-TENSIONED PRESTRESS CONCRETE GIRDER*

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

Disusun oleh:

ERIK FEBRIAN K

NIM. L2A002052

HERAWAN

NIM. L2A002081

Disetujui pada:

Hari :

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir.Himawan Indarto, MS

NIP. 131 596 953

Ir. Han Ay Lie, Meng

NIP. 131 459 643

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Bambang Pudjianto, MT

NIP. 131 459 442

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan berkah, rahmat dan hidayah-Nya. Sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Evaluasi Distribusi Tegangan Pada Endblock Balok Beton Prategangan Pascatarik”.

Pada kesempatan ini, penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kami baik itu berupa tenaga, pemikiran, maupun biaya dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Bapak Ir. Bambang Pudjianto, MT selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Bapak Ir. Arif Hidayat, MS selaku Ketua Bidang Akademis Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ibu Ir. Ismiyati MS, selaku dosen wali.
4. Bapak Ir. Indrastono DA, Ming, selaku dosen wali.
5. Bapak Ir. Himawan Indarto, MS selaku dosen pembimbing I
6. Ibu Ir. Han Ay Lie, Meng selaku dosen pembimbing II
7. Pihak PT. Wijaya Karya Beton, Boyolali.
8. Seluruh Civitas Akademika Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi pengembangan ilmu pengetahuan.

Demikianlah laporan ini kami susun, semoga dapat memberikan bermanfaat yang positif bagi semua pihak.

Semarang, Oktober 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAKSI	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Permasalahan	1
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Analisa.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 Endblock	5
2.1.1 Distribusi Tegangan pada <i>Endblock</i>	6
2.1.2 Isobar dan Trayektori Tegangan	8
2.1.3 Penelitian Eksperimental dan Numeris	12
2.1.4 Prilaku Daerah Angker	18
2.2. Metode Perencanaan SNI.....	20
2.3. Metode Perencanaan T.Y. Lin	22

BAB III METODE ELEMEN HINGGA

3.1 Tegangan.....	25
3.2 Respon Terhadap Tegangan.....	26

3.2.1 Hubungan Perpindahan dan Regangan	26
3.2.2 Hubungan Tegangan dan Regangan	30
3.3 Konsentrasi Tegangan.....	35
3.4 Teori Kegagalan.....	36
3.4.1 Kriteria Tegangan Geser Maximum	37
3.4.2 Teori Distorsi Energi/Teori Von Mises.....	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Strukur dan Geometri Endblock	42
4.1.1 Properti Struktur.....	42
4.1.2 Geometri Endblock	43
4.2 Konfigurasi Angkur Tunggal Konsentris.....	44
4.2.1 Analisis Elemen Hingga	44
4.2.1.1 Pemodelan Enblock	44
4.2.2 Distribusi Tegangan Elastis	55
4.2.3 Validasi Model.....	61
4.2.4 Evaluasi Distribusi Tegangan	67
4.2.4.1 Tegangan Brusting	68
4.2.4.2 Tegangan Spalling	70
4.2.4.3 Tegangan Tekan.....	71
4.3 Konfigurasi Angkur Tunggal Eksentris	72
4.3.1 Analsis Elemen Hingga.....	73
4.3.2 Distribusi Tegangan Elastis	74
4.3.3 Evaluasi Distribusi Tegangan	80
4.3.3.1 Tegangan Brusting	80
4.4 Konfigurasi Multi Angkur	84
4.4.1 Distribusi Tegangan Elastis MultiAngkur Konsentris	85
4.4.2 Distribusi Tegangan Elastis MultiAngkur Eksentris	88
4.5 Disain Endblock.....	89
4.5.1 Analisis Elemen Hingga	90
4.5.2 Analisis Metode TY.Lin	92

4.5.3 Analisis Metode SNI.....	97
4.5.4 Komparasi Analisis Angkur Tunggal.....	101

BAB V_KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan	102
5.2. Saran	103

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR NOTASI

DAFTAR INDEKS

LAMPIRAN-LAMPIRAN

1. LAMPIRAN DATA
2. LAMPIRAN LEMBAR ASISTENSI
3. LAMPIRAN SURAT MENYURAT

Daftar Tabel

Tabel 4. 1. Nilai Perbandingan Tegangan Pada Daerah Angkur FEM 2D dan 3D **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 2 Tegangan maksimum endblock Angkur tunggal konsentris **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 3 Normalisasi tegangan maksimum endblock **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 4 Tegangan maksimum Angkur tunggal eksentris .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 5 Komparasi nilai tegangan **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Zona Lokal dan Zona Umum pada Endblock	7
Gambar 2. 3 Trayektori Tegangan untuk Angkur pada Pusat Penampang	9
Gambar 2. 4 Distribusi Tegangan Transversal Untuk Angkur Tunggal	9
Gambar 2. 5 Distribusi Tegangan Transversal Untuk Satu Angkur	11
Gambar 2. 6 Trayektori Tegangan dan Isobar untuk Angkur Eksentris	12
Gambar 2. 7 Isobar Tegangan Transversal untuk Endblock Multi Angku	12
Gambar 2. 12 Contoh Model Penunjang dan Pengait	21
Gambar 2. 13 Penyebaran gaya tekan pada plat angker	23
Gambar 2. 14 Distribusi Tegangan Endblock (TY. Lin, 1981)	24
Gambar 3. 1 Tegangan-tegangan elemen kubus dalam koordinat lokal	25
Gambar 3. 2 Deformasi elemen segi empat, proyeksi kubus pada bidang x-y	28
Gambar 3. 3 Deformasi geser pada suatu titik	29
Gambar 3. 4 Kriteria luluh berdasarkan tegangan geser maksimum	39
Gambar 3. 5 Kriteria luluh berdasarkan energi distorsi maksimum	40
Gambar 3. 5 Permukaan luluh untuk status tegangan tiga dimensi	41
Gambar 4. 1 Geometri Endblock untuk Angkur Konsentris	43
Gambar 4. 2 Model end Block 2 Dimensi	45
Gambar 4. 3 Model End Block 2 Dimensi Kombinasi dengan Elemen Segitiga ..	46
Gambar 4. 4 Model Geometri dan pembebanan	46
Gambar 4. 5 Properti Beton	46
Gambar 4. 6 Properti Baja	47
Gambar 4. 7 Area section beton	47
Gambar 4. 8 Area section plat baja	48
Gambar 4. 9 Model 3 Dimensi 1 Angkur konsentris	49
Gambar 4. 10 <i>Deformed Shape</i> Endblock	49
Gambar 4. 11 Tegangan 1-1 (S 1-1)	50
Gambar 4. 12 Tegangan 2-2 (S 2-2)	50
Gambar 4. 13 Tegangan 3-3 (S 3-3)	50

Gambar 4. 14 Tegangan 1-2 (S 1-2)	50
Gambar 4. 15 Tegangan 2-3 (S 2-3)	51
Gambar 4. 16 Tegangan 1-3 (S 1-3)	51
Gambar 4. 17 Perbandingan Tegangan Brusting 2D dan 3D $a/h=0.2$	52
Gambar 4. 18 Grafik Perbandingan tegangan brusting hasil analisis 2D dan 3D..	53
Gambar 4. 19 Grafik Hubungan Spalling Stress terhadap a/h	54
Gambar 4. 20 Grafik Hubungan Tegangan Tekan vs Terhadap a/h	55
Gambar 4. 21 Distribusi Tegangan beban konsentris $a=0$, (a. S11, b. S22, c. S12) .	56
Gambar 4. 22 Kontur Tegangan beban konsentris $a=0.1$ (a. S11, b. S22, c. S12).	57
Gambar 4. 23 Kontur Tegangan beban konsentris $a=0.2$ (a. S11, b. S22, c. S12).	58
Gambar 4. 24 Kontur Tegangan beban konsentris $a=0.3$ (a. S11, b. S22, c. S12).	59
Gambar 4. 25 Kontur Tegangan beban konsentris $a=0.4$ (a. S11, b. S22, c. S12).	60
Gambar 4. 26 Kontur Tegangan beban konsentris $a=0.5$ (a. S11, b. S22, c. S12).	61
Gambar 4. 27 Kontur tegangan $a=0.2h$ (Burdet, 1990)	62
Gambar 4. 28 Kontur tegangan $a=0.4h$ (Burdet, 1990)	63
Gambar 4. 29 Distribusi Tegangan Hasil Analisis Metode Elemen Hingg	63
Gambar 4. 30 Komparasi Tegangan Brusting, $a/h=0$	63
Gambar 4. 31 Komparasi Tegangan Brusting, $a/h=0.1$	64
Gambar 4. 32 Komparasi Tegangan Brusting, $a/h=0.2$	64
Gambar 4. 33 Komparasi Tegangan Brusting, $a/h=0.3$	65
Gambar 4. 34 Komparasi Tegangan Brusting, $a/h=0.4$	65
Gambar 4. 35 Komparasi a/h terhadap Tegangan Brusting Maksimum.....	66
Gambar 4. 36 Komparasi a/h terhadap gaya brusting.....	66
Gambar 4. 37 Komparasi Tegangan Spalling Maximum	67
Gambar 4. 38 Grafik Tegangan Brusting pada axis penampang.....	69
Gambar 4. 39 Grafik hubungan antara a/h terhadap tegangan brusting maks	70
Gambar 4. 40 Grafik hubungan antara a/h terhadap tegangan spalling maks.....	70
Gambar 4. 41 Grafik hubungan a/h terhadap tegangan tekan maksimum.....	71
Gambar 4. 42 Konfigurasi Gaya Prategang di Dalam dan di Luar Kern.....	72
Gambar 4. 43 Daerah Brusting, Spalling, dan tarik lentur Angkur eksentris	Error!

Bookmark not defined.

Gambar 4. 44 Distribusi tegangan elastis $a/h=0.2$, $e/h=0.1$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 45 Distribusi tegangan elastis $a/h=0.2$, $e/h=0.2$. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 46 Distribusi tegangan elastis $a/h=0.2$, $e/h=0.3$. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 47 Distribusi tegangan elastis $a/h=0.3$, $e/h=0.1$ (a. s11 b. s22, c.s12)
.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 48 Distribusi tegangan elastis $a/h=0.3$, $e/h=0.2$ (a. s11, b.s22, c.s12)
.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 49 Distribusi tegangan elastis $a/h=0.3$, $e/h=0.3$ (a.s11, b.s22, c.s12)
.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 4 Tegangan maksimum Angkur tunggal eksentris. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 50 Grafik he/h terhadap tegangan brusting maximum, $a/h=0.2$... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 51 Grafik hubungan e/h terhadap tegangan brusting, $a/h=0.3$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 52 Tegangan brusting maksimum terhadap e/h . **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 53 Korelasi e/h terhadap T_{burst}/P**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 54 Korelasi e/h terhadap tegangan spalling maksimum..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 55 Korelasi e/h terhadap tegangan tekan **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 57 Distribusi Tegangan Transversal, $a/h=0.2$, $2s=0.3$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 58 Distribusi Tegangan Transversal, $a/h=0.2$, $2s=0.4$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 59 Distribusi Tegangan Transversal, $a/h=0.2$, $2s=0.5$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 60 Distribusi Tegangan Transversal, $a/h=0.2$, $2s=0.6$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 61 Distribusi Tegangan Transversal, $a/h=0.2$, $2s=0.7$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 62 Multiple Angkur eksentris $s_1=-0.1h$ $s_2=0.3h$.. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 63 Tegangan S_{11} **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 64 Tegangan S_{22}**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 65 Tegangan S_{12}**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 66 Isobar Tegangan**Error! Bookmark not defined.**