

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS PENGARUH DIMENSI PADA BALOK TERHADAP NILAI KEKAKUAN DAN POLA RETAK PADA BETON BERTULANG**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



**Disusun oleh:**

**Dimas Mulia Putra**

**20120110342**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2020**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dimas Mulia Putra  
NIM : 20120110342  
Judul : Analisis pengaruh Dimensi pada Balok terhadap Nilai Kekakuan dan Pola Retak pada Beton Bertulang

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 25 November 2020

Yang membuat pernyataan



Dimas Mulia Putra

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, dipersembahkan karya kecil ini untuk orang-orang yang tersayang:

1. ayahanda dan ibunda tercinta Jemadi dan Tri Warti, yang telah membalut anak-anak nya dengan kasih sayang dan memberikan segalanya sejak dalam buaian. Terima kasih atas setiap tetes keringat perjuangan serta do'a yang selalu dipanjatkan,
2. kakak dan saudara-saudari tercinta, Dian L, Yudha, Didan, Harjo, Dian, Rangga, Putri, Dwi Prayogo, Emir, Andung, Najwa yang selalu perhatian dan memberikan dukungan kepada saudara, adik dan paman kalian ini,
3. teman-teman dekat penulis Ahmad zuhdi, Dwi Aprilianto, Egis, M. Ridwan, Adhe, Irmansyah, Chandra, Ramadhan, Desta, Sauqi yang telah memberikan dukungan, pengalaman apapun, motivasi selama studi,
4. saudara-saudara yang dipertemukan dalam tanah perantauan, terima kasih atas semangat dan perjuangan yang telah dilakukan bersama-sama, dalam suatu prinsip pertemanan "masalah penulis adalah masalah saudara semua",
5. teman-teman mahasiswa di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, khususnya angkatan 2012 pada khususnya. Sampai jumpa di puncak kejayaan, dan
6. kepada almamater penulis, semoga terus melahirkan sarjana muda mendunia yang selalu unggul dan islami.

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu, sholawat dan salam selalu dicurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabat nya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh dimensi pada balok terhadap nilai kekakuan dan pola retak pada beton bertulang.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat diselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada yang berikut ini.

1. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D.
2. Ibu Ir. Fadillawaty, S..MT. dan Fanny Monika, S.T., M. Eng.
3. Para staf prodi Teknik Sipil yang selalu membantu proses tugas akhir.
4. Kedua Orang Tua, kakak dan adik yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Ahmad zuhdi, Dwi Aprilianto, Egis, M. Ridwan, Adhe, Irmansyah, Chandra, Ramadhan, Desta dan Sauqi.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 25 November 2020

Pennyusun

Dimas Mulia Putra

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Penelitian.....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1. Penelitian Terdahulu tentang Beton Mutu Tinggi.....	4
2.2. Dasar Teori .....	40
2.2.1. Balok Beton.....	40
2.2.2. Jenis Balok pada Penelitian.....	41
2.2.3. Pembebanan .....	42
2.2.4. Lendutan (Defleksi) .....	45
2.2.5. Lebar Retak .....	45
2.2.6. Hubungan Momen dan Kurvatur .....	46
2.2.7. Kekakuan.....	48
2.2.8. <i>Response-2000</i> .....	48
BAB III. METODE PENELITIAN.....	49
3.1. Materi Penelitian.....	49
3.2. Benda Uji Balok .....	49
3.3. Tahap Penelitian .....	52
3.4. Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	53

3.5. Prosedur Pelaksanaan program <i>Response-2000</i> .....	54
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>55</b>
4.1. Lendutan (Defleksi) .....	55
4.2. Beban Maksimal .....	57
4.3. Lebar Retak Masing-masing Balok .....	58
4.4. Hubungan Momen dan Kelengkungan ( <i>Curvature</i> ).....	60
4.5. Kekakuan .....	63
4.6. Novelty Penelitian .....	65
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>66</b>
5.1. Kesimpulan .....	66
5.2. Saran .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>67</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan beban maks lentur balok kontrol .....	5
Tabel 2.2. Perbandingan beban maks lentur balok perkuatan.....	5
Tabel 2.3. Perbandingan daktilitas .....	6
Tabel 2.4. Perbandingan kekakuan .....	6
Tabel 2.5. Spesifikasi Baja BJ-37 .....	7
Tabel 2.6. Dimensi Benda uji.....	7
Tabel 2.7. Spesifikasi Benda Uji.....	26
Tabel 2.8. Data hasil pengujian balok B0 .....	34
<u>Tabel 2.9. Spek dimensi dan penampang balok castellated komposit mortar .....</u>	<u>38</u>
<u>Tabel 2.10. Kebutuhan volume campuran mortar.....</u>	<u>38</u>
Tabel 2.11. Kebutuhan bahan campuran mortar .....	38
Tabel 2.12. Batas lendutan maksimum .....	47
Tabel 3.1. Dimensi benda uji balok T .....	51
Tabel 3.2. Penulangan dan panjang benda uji balok T .....	52
Tabel 3.3. Dimensi benda uji balok I.....	53
Tabel 3.4. Penulangan dan panjang benda uji balok I.....	53
Tabel 4.1. Defleksi balok T.....	57
Tabel 4.2. Defleksi balok I.....	58
Tabel 4.3. Nilai defleksi maksimal dan beban maksimal.....	59
Tabel 4.4. Nilai Kurvatur maksimum dan Momen maksimum Balok T .....	63
Tabel 4.5. Nilai Kurvatur maksimum dan Momen maksimum Balok I .....	64
Tabel 4.6. Hasil perhitungan Kekakuan .....	66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan lendutan-beban benda uji balok perkuatan dan balok kontrol .....	4
Gambar 2.2 Kapasitas lentur BK .....	5
Gambar 2.3 Kapasitas lentur BP .....	5
Gambar 2.4 Penampang melintang balok .....	5
Gambar 2.5 Hubungan antara momen dengan <i>curvature</i> .....	5
Gambar 2.6 Hubungan kapasitas beban dengan nilai ketebalan <i>web (tw)</i> .....	6
Gambar 2.7 Hubungan lendutan maksimal dengan variasi ketebalan <i>web (tw)</i> .....	6
Gambar 2.8 Hubungan nilai kekakuan balok terhadap variasi ketebalan <i>web (tw)</i> .....	7
Gambar 2.9 Hubungan beban dan lendutan pelat dari hasil <i>Response-2000</i> .....	8
Gambar 2.10 Hubungan antara lendutan dan beban pelat dari hasil eksperimen ....	9
Gambar 2.11 Hubungan antara lendutan dan beban pelat dari hasil eksperimen ....	9
Gambar 2.12 Hubungan beban dan regangan benda uji .....	9
Gambar 2.13 Pola retak benda uji .....	10
Gambar 2.14 Hubungan lendutan rata-rata benda uji (SNI) .....	11
Gambar 2.15 Hubungan beban lendutan rata-rata ( <i>Response-2000</i> ) .....	11
Gambar 2.16 Hubungan momen kurvatur balok ( <i>Response-2000</i> ) .....	11
Gambar 2.17 Perbandingan kapasitas beban BK .....	12
Gambar 2.18 Perbandingan kapasitas beban balok monolit BM .....	12
Gambar 2.19 Perbandingan kapasitas beban balok perkuatan (BP-1) .....	12
Gambar 2.20 Perbandingan kapasitas beban balok perkuatan (BP-2) .....	13
Gambar 2.21 Pola retak BK hasil pengujian .....	13
Gambar 2.22 Pola retak BK hasil <i>Response-2000</i> .....	13
Gambar 2.23 Pola retak BM hasil pengujian .....	13
Gambar 2.24 Pola retak BM hasil <i>Response-2000</i> .....	14
Gambar 2.25 <i>Debonding</i> dan pola retak BP-2 .....	14
Gambar 2.26 Pola retak <i>BPupper estimate</i> dan <i>BPlower estimate</i> program <i>Response-2000</i> .....	14
Gambar 2.27 Kurva momen kurvatur variasi mutu beton dimensi 300x300 mm..	15
Gambar 2.28 Kurva momen kurvatur variasi mutu beton dimensi 300x600 mm..	16
Gambar 2.29 Kurva momen kurvatur variasi mutu baja tulangan longitudinal dimensi 300x300 mm.....	16
Gambar 2.30 Kurva momen kurvatur variasi mutu baja tulangan longitudinal dimensi 300x600 mm.....	16
Gambar 2.31 Kurva momen kurvatur variasi tulangan longitudinal dimensi 300x300 mm .....	17
Gambar 2.32 Kurva momen kurvatur variasi tulangan longitudinal dimensi 300x600 mm .....	17
Gambar 2.33 Kurva momen dan kurvatur untuk variasi dimensi penampang.....	17
Gambar 2.34 Defleksi balok bentang 4m dan 5m.....	19
Gambar 2.35 Defleksi pengaruh variasi jarak sengkang.....	19



Gambar 2.36 Defleksi akibat kombinasi rasio tulangan pokok .....	19
Gambar 2.37 Nilai defleksi benda uji bentang 4 m.....	20
Gambar 2.38 Nilai defleksi benda uji bentang 5 m.....	20
Gambar 2.39 Nilai beban maksimum variasi bentang benda uji .....	20
Gambar 2.40 Beban maksimal variasi jarak sengkang .....	21
Gambar 2.41 Beban maksimal variasi rasio tulangan pokok.....	21
Gambar 2.42 Kekakuan benda uji balok dengan variasi bentang .....	21
Gambar 2.43 Kekakuan benda uji balok dengan variasi jarak sengkang.....	22
Gambar 2.44 Nilai kekakuan akibat variasi rasio tulangan .....	22
Gambar 2.45 Nilai momen benda uji bentang 4 m dan 5 m .....	22
Gambar 2.46 Momen pengaruh variasi sekgang.....	23
Gambar 2.47 Nilai momen dengan variasi rasio tulangan pokok .....	23
Gambar 2.48 Hubungan momen kurvatur balok benda uji bentang 4 m .....	23
Gambar 2.49 Hubungan momen kurvatur balok benda uji bentang 5 m .....	24
Gambar 2.50 Pola retak benda uji P16.....	24
Gambar 2.51 Penampang memanjang dan melintang balok (BK).....	25
Gambar 2.52 Set-up pengujian.....	25
Gambar 2.53 Hasil Analisis balok uji berdasarkan program <i>Response-2000</i> .....	25
Gambar 2.54 Hubungan lendutan-beban benda uji ( <i>Response-2000</i> ).....	25
Gambar 2.55 Hubungan momen kurvatur benda uji ( <i>Response-2000</i> ).....	26
Gambar 2.56 Hubungan beban-lendutan eksperimen .....	26
Gambar 2.57 Hubungan beban-lendutan hasil eksperimen dan program <i>Response-2000</i> .....	26
Gambar 2.58 Perbandingan beban-regangan tulangan benda uji balok.....	26
Gambar 2.59 Perbandingan pola retak hasil eksperimen dan hasil program <i>Response-2000</i> .....	27
Gambar 2.60 Penampang benda uji .....	27
Gambar 2.61 Setup pengujian .....	28
Gambar 2.62 Hubungan beban-lendutan masing-masing benda uji .....	28
Gambar 2.63 Perbandingan kapasitas beban.....	28
Gambar 2.64 Hubungan rasio penulangan <i>wire rope</i> dan daktilitas .....	29
Gambar 2.65 Pola retak balok kontrol (BK) .....	29
Gambar 2.66 Pola retak balok perkuatan tipe 1 (BP1).....	29
Gambar 2.67 Pola retak balok perkuatan tipe 2 (BP2).....	29
Gambar 2.68 Penampang melintang (a), memanjang (b) balok B0.....	33
Gambar 2.69 Penampang melintang (a), memanjang (b) balok B1 .....	33
Gambar 2.70 Penampang melintang (a), memanjang (b) balok B2.....	33
Gambar 2.71 Penampang melintang (a), memanjang (b) balok B3 .....	33
Gambar 2.72 Penampang melintang (a), memanjang (b) balok B4.....	33
Gambar 2.73 Pola keruntuhan balok B0 .....	33
Gambar 2.74 Perbandingan lendutan-beban hasil eksperimen dan analisis B0.....	34
Gambar 2.75 Keruntuhan B1 .....	34
Gambar 2.76 Perbandingan lendutan-beban hasil eksperimen dan analisis B1.....	34
Gambar 2.77 Keruntuhan B2 .....	35
Gambar 2.78 Perbandingan lendutan-beban hasil eksperimen dan analisis B2.....	35

Gambar 2.79 Keruntuhan B3 .....	35
Gambar 2.80 Perbandingan lendutan-beban hasil eksperimen dan analisis B3.....	36
Gambar 2.81 Keruntuhan B4 .....	36
Gambar 2.82 Perbandingan lendutan-beban hasil eksperimen dan analisis B4.....	36
Gambar 2.83 Balok castellated modifikasi komposit mortar.....	37
Gambar 2.84 Letak pemasangan LVDT di balok castellated modifikasi mortar...	38
Gambar 2.85 Hubungan regangan-tegangan baja (a) Profil IWF150.75.5.7, (b) Siku 30.30.3, (a) Tulangan Ø22 mm dan (d) Tulangan Ø16 mm .....	38
Gambar 2.86 Hubungan lendutan-beban balok castellated modifikasi komposit..	38
Gambar 2.87 Hubungan beban-lendutan balok castellated modifikasi komposit..	39
Gambar 2.88 Pola penyebaran retak hingga terjadi kegagalan pada benda uji.....	39
Gambar 2.89 Penampang balok T dan L.....	42
Gambar 2.90 PC I Girder .....	43
Gambar 2.91 Jenis retakan pada beton.....	47
Gambar 2.92 Perilaku Defleksi akibat Pembebanan.....	48
Gambar 2.93 Deformasi elemen struktur akibat pembebanan Lentur .....	48
Gambar 2.94 Hubungan Trilinier Momen-Kurvatur.....	48
Gambar 2.95 Tampilan awal program <i>response-2000</i> .....	49
<u>Gambar 3.1</u> Balok uji T1 .....	51
<u>Gambar 3.2</u> Balok uji T2.....	51
<u>Gambar 3.3</u> Balok uji T3.....	51
<u>Gambar 3.4</u> Balok uji T4.....	51
<u>Gambar 3.5</u> Balok uji T5.....	51
<u>Gambar 3.6</u> Balok uji I1 .....	52
<u>Gambar 3.7</u> Balok uji I2.....	52
<u>Gambar 3.8</u> Balok uji I3.....	52
<u>Gambar 3.9</u> Balok uji I4.....	52
<u>Gambar 3.10</u> Balok uji I5.....	53
<u>Gambar 3.11</u> Bagan alir penelitian.....	54
<u>Gambar 3.12</u> Bagan alir <i>Response-2000</i> .....	55
<u>Gambar 4.1</u> Defleksi benda uji balok T bentang 6 m .....	57
<u>Gambar 4.2</u> Defleksi benda uji balok I bentang 6 m.....	58
<u>Gambar 4.3</u> Defleksi maksimal balok beton .....	59
<u>Gambar 4.4</u> Retak balok T1 .....	59
<u>Gambar 4.5</u> Retak balok T2 .....	60
<u>Gambar 4.6</u> Retak balok T3 .....	60
<u>Gambar 4.7</u> Retak balok T4 .....	60
<u>Gambar 4.8</u> Retak balok T5 .....	60
<u>Gambar 4.9</u> Retak balok I1 .....	60
<u>Gambar 4.10</u> Retak balok I2 .....	60
<u>Gambar 4.11</u> Retak balok I3 .....	60
<u>Gambar 4.12</u> Retak balok I4 .....	61
<u>Gambar 4.13</u> Retak balok I5 .....	61
<u>Gambar 4.14</u> Perbandingan lebar retak.....	61
<u>Gambar 4.15</u> Dimensi balok T1 .....	62

<u>Gambar 4.16</u> Dimensi balok I1 .....	63
<u>Gambar 4.17</u> Nilai momen dan kurvatur balok T .....	64
<u>Gambar 4.18</u> Nilai momen dan kurvatur balok I .....	64
<u>Gambar 4.19</u> Hubungan beban dengan penurunan balok T .....	65
<u>Gambar 4.20</u> Hubungan beban dengan penurunan balok I .....	65