

795/FT.01/SKRIP/07/2008

**PERILAKU DINAMIK BALOK BETON FIBER YANG  
MENGALAMI PERENDAMAN DAN TANPA  
PERENDAMAN  
TERHADAP BEBAN TUMBUKAN TERBAGI  
MERATA BERULANG DI TENGAH BENTANG  
BALOK**

**SKRIPSI**

Oleh

**RENDY ROBINSYAH**

**04 04 01 064 3**



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

795/FT.01/SKRIP/07/2008

**PERILAKU DINAMIK BALOK BETON FIBER YANG  
MENGALAMI PERENDAMAN DAN TANPA  
PERENDAMAN  
TERHADAP BEBAN TUMBUKAN TERBAGI  
MERATA BERULANG DI TENGAH BENTANG  
BALOK**

**SKRIPSI**

Oleh

**RENDY ROBINSYAH**

**04 04 01 064 3**



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

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

# **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya-sungguhnya bahwa Skripsi dengan judul :

**PERILAKU DINAMIK BALOK BETON FIBER YANG MENGALAMI  
PERENDAMAN DAN TANPA PERENDAMAN  
TERHADAP BEBAN TUMBUKAN TERBAGI MERATA BERULANG DI  
TENGAH BENTANG BALOK**

dibuat untuk melengkapi persyaratan Sarjana Teknik Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia yaitu dengan mengikuti Mata Kuliah Skripsi. Sejauh yang saya ketahui, skripsi ini bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun perguruan tinggi atau instansi manapun kecuali pada bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 15 Juli 2008



RENDY ROBINSYAH  
04 04 01 064 3

## LEMBAR PENGESAHAN

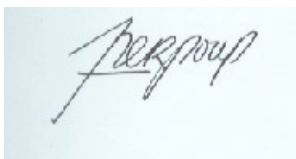
Skripsi dengan judul :

**PERILAKU DINAMIK BALOK BETON FIBER YANG MENGALAMI  
PERENDAMAN DAN TANPA PERENDAMAN  
TERHADAP BEBAN TUMBUKAN TERBAGI MERATA BERULANG DI  
TENGAH BENTANG BALOK**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan untuk 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 11 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 15 Juli 2008

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Heru Purnomo, DEA

NIP 131 654 338

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA

NIP 130 936 028

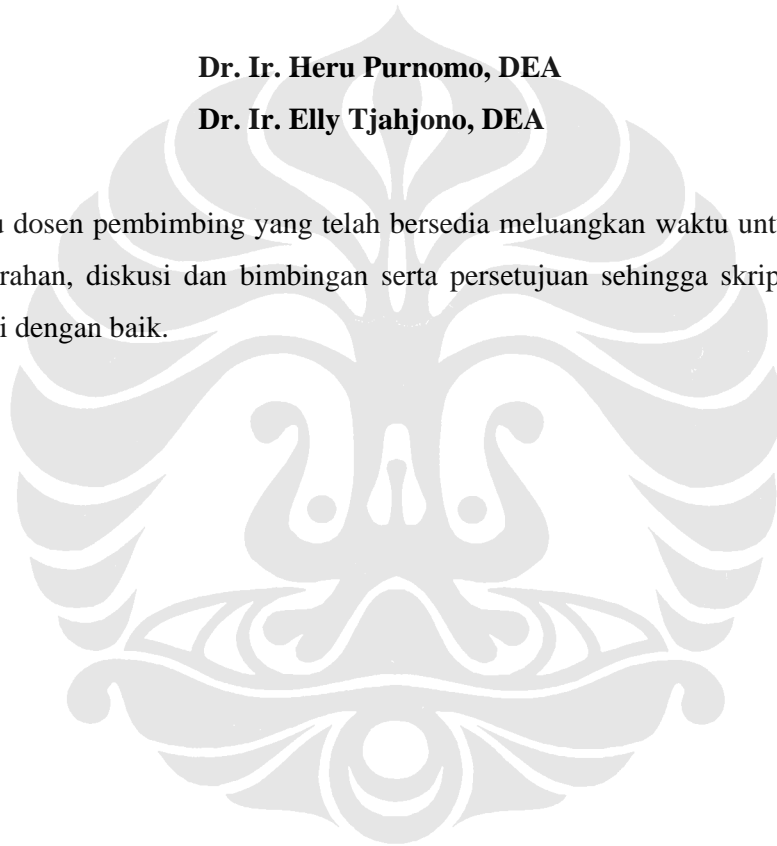
## UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada :

**Dr. Ir. Heru Purnomo, DEA**

**Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA**

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



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    LATAR BELAKANG .....	1
1.2    PERMASALAHAN PENELITIAN .....	2
1.3    BATASAN MASALAH.....	4
1.4    TUJUAN PENELITIAN.....	4
1.5    RUANG LINGKUP PENELITIAN .....	4
1.6    METODE PENELITIAN.....	5
1.7    SISTEMATIKA PENULISAN.....	5
<b>BAB II STUDI LITERATUR .....</b>	<b>7</b>
2.1    UMUM .....	7
2.2    TEORI BALOK.....	7
2.3    BETON MURNI.....	8
2.3.1    Karakteristik Umum.....	8
2.3.2    Material Penyusun .....	8
2.4    BETON METAL FIBER .....	12
2.4.1    Pendahuluan.....	12
2.4.2    Karakteristik Fiber .....	12
2.5    TEORI PEMBEBANAN DINAMIK .....	16

2.5.1	<i>Fatigue</i> (Kelelahan) .....	16
2.5.2	Konsep Momentum Linier .....	18
2.5.3	Impuls .....	19
2.5.4	Tumbukan .....	21
2.6	TEORI PENDUKUNG PERANGKAT LUNAK.....	21
2.6.1	Teori Transformasi Fourier .....	21
2.7	HIPOTESA AWAL .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>23</b>
3.1	UMUM .....	23
3.2	PERHITUNGAN CAMPURAN BETON (MIX DESIGN) .....	23
3.2.1	Perhitungan Kebutuhan Material .....	23
3.2.2	Perhitungan Campuran Komposisi Material.....	24
3.3	TEST MATERIAL .....	27
3.3.1	Kuat Tekan Silinder .....	27
3.3.2	Modulus Elastisitas .....	28
3.3.3	Poisson Ratio .....	29
3.4	PENYETELAN PERANGKAT KERAS YANG DIGUNAKAN ...	31
3.4.1	PC.....	31
3.4.2	Osciloskop.....	31
3.4.3	Coupler.....	31
3.4.4	Akselerometer .....	32
3.4.5	Benda Uji .....	32
3.4.6	Program Akuisisi .....	32
3.5	PENGUJIAN DINAMIK BENDA UJI BALOK .....	33
3.5.1	Set-up Pengukuran Alat .....	33
3.5.2	Tahap Pengujian.....	33
3.5.3	Teknik Pengambilan Data.....	34
<b>BAB IV ANALISA HASIL FREKUENSI PROGRAM AKUISISI.....</b>		<b>35</b>
4.1	UMUM .....	35
4.2	PENGUJIAN MATERIAL.....	35
4.3	PEMERIKSAAN STRUKTUR .....	38
4.4	PERHITUNGAN BEBAN IMPULS .....	39

4.5	PENENTUAN BEBAN TUMBUKAN.....	42
4.6	DURASI PEMBEBANAN .....	44
4.7	ANALISA FREKUENSI.....	45
4.8	PEMBAHASAN GRAFIK REKAMAN PERCEPATAN .....	56
<b>BAB V ANALISA POLA RETAK BALOK.....</b>		<b>57</b>
5.1	BALOK TANPA RENDAM 0% .....	57
5.2	BALOK TANPA RENDAM 1% .....	64
5.3	BALOK TANPA RENDAM 2% .....	68
5.4	BALOK TANPA RENDAM 3% .....	71
5.5	BALOK RENDAM 0% .....	75
5.6	BALOK RENDAM 1% .....	78
5.7	BALOK RENDAM 2% .....	81
5.8	BALOK RENDAM 3% .....	84
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>		<b>91</b>
6.1	KESIMPULAN.....	91
6.2	SARAN.....	93
DAFTAR ACUAN .....		xvii
DAFTAR PUSTAKA .....		xx
LAMPIRAN .....		xxi

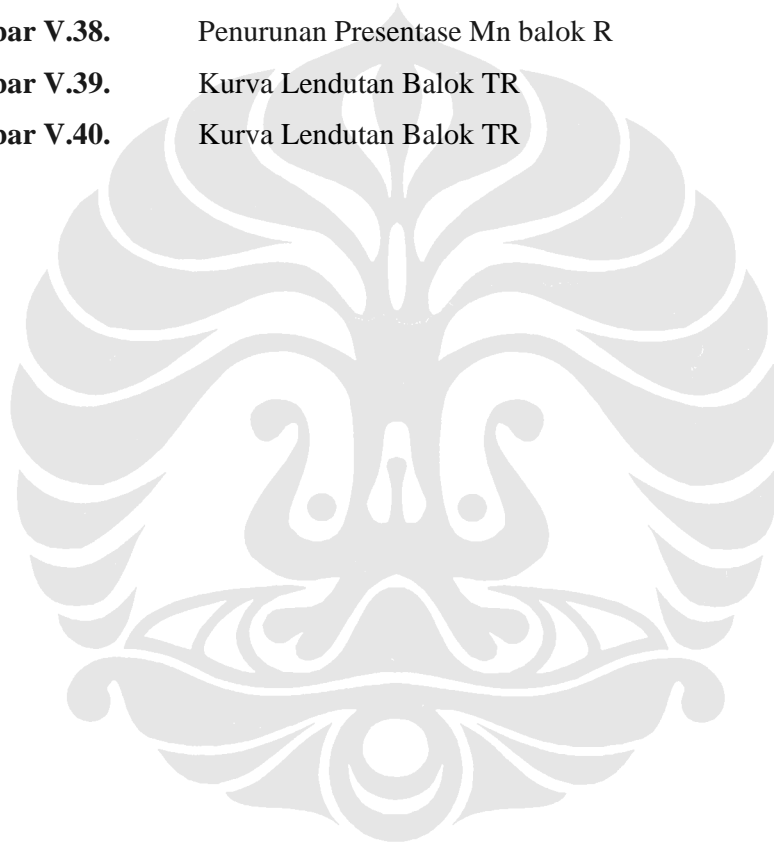


## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar II. 1.</b>	Jenis-jenis serat metal	14
<b>Gambar II.2.</b>	Kurva S-N	17
<b>Gambar II.3.</b>	Gaya sebagai fungsi waktu melukiskan impuls	19
<b>Gambar II.4.a</b>	Usaha untuk gaya impuls	20
<b>Gambar II.4.b</b>	Usaha untuk gaya F yang tetap	20
<b>Gambar III. 1.</b>	Modulus Elastisitas	29
<b>Gambar III.2.</b>	Specimen rectangular akibat gaya tekan aksial	29
<b>Gambar III.3.</b>	Instrumentasi alat yang digunakan	33
<b>Gambar IV.1.</b>	Kuat tekan dan berat jenis	37
<b>Gambar IV.2.</b>	Modulus Elastisitas dan Poisson ratio	37
<b>Gambar IV.3.a</b>	Potongan memanjang	39
<b>Gambar IV.3.b</b>	Potongan melintang	39
<b>Gambar IV.4.</b>	Modelisasi SAP2000 sebelum retak	39
<b>Gambar IV.5.</b>	Grafik Rigorous Analysis of One Degree System	40
<b>Gambar IV.6.</b>	Grafik Beban Tumbukan	42
<b>Gambar IV.7.</b>	Waktu jatuh beban	43
<b>Gambar IV.8.</b>	Percepatan peluru	44
<b>Gambar IV.9.</b>	Simulasi penelitian	46
<b>Gambar IV.10.</b>	Grafik frekuensi vs Jum.Tumbukan Balok TR 0%	47
<b>Gambar IV.11.</b>	Grafik frekuensi vs Jum.Tumbukan Balok TR 1%	48
<b>Gambar IV.12.</b>	Grafik frekuensi vs Jum.Tumbukan Balok TR 2%	49
<b>Gambar IV.13.</b>	Grafik frekuensi vs Jum.Tumbukan Balok TR 3%	50
<b>Gambar IV.14.</b>	Grafik frekuensi vs Jum.Tumbukan Balok R 0%	51
<b>Gambar IV.15.</b>	Grafik frekuensi vs Jum.Tumbukan Balok R 1%	52
<b>Gambar IV.16.</b>	Grafik frekuensi vs Jum.Tumbukan Balok R 2%	54
<b>Gambar IV.17.</b>	Grafik frekuensi vs Jum.Tumbukan Balok R 3%	55
<b>Gambar IV.18.</b>	Frekuensi awal (Benda uji belum retak)	56

<b>Gambar IV.19.</b>	Frekuensi akhir (Benda uji sudah retak)	56
<b>Gambar V.1.</b>	Potongan memanjang balok TR 0%	57
<b>Gambar V.2.</b>	Distribusi tegangan regangan elastis Balok TR 0%	58
<b>Gambar V.3.</b>	Tampak retak balok TR 0%	59
<b>Gambar V.4.</b>	Distribusi tegangan regangan retak Balok TR 0%	59
<b>Gambar V.5.</b>	Penurunan Presentase Mn balok TR 0%	60
<b>Gambar V.6.a</b>	F resultan jatuh beban impuls balok TR 0%	61
<b>Gambar V.6.b</b>	Potongan Memanjang Balok TR 0%	61
<b>Gambar V.6.c</b>	Potongan Melintang Balok TR 0%	61
<b>Gambar V.7.</b>	Modelisasi Struktur 3D Setelah Retak	61
<b>Gambar V.8.</b>	Grafik Rigorous Analysis of One Degree System	62
<b>Gambar V.9.</b>	Model penampang balok TR 1%	64
<b>Gambar V.10.</b>	Distribusi tegangan regangan elastis Balok TR 1%	64
<b>Gambar V.11.</b>	Foto keretakan TR 1%	65
<b>Gambar V.12.</b>	Penurunan Presentase Mn balok TR 1%	66
<b>Gambar V.13.</b>	Model penampang balok TR 2%	68
<b>Gambar V.14.</b>	Distribusi tegangan regangan elastis Balok TR 2%	68
<b>Gambar V.15.</b>	Foto keretakan TR 2%	69
<b>Gambar V.16.</b>	Penurunan Presentase Mn balok TR 2%	70
<b>Gambar V.17.</b>	Model penampang balok TR 3%	71
<b>Gambar V.18.</b>	Distribusi tegangan regangan elastis Balok TR 3%	71
<b>Gambar V.19.</b>	Foto keretakan TR 3%	72
<b>Gambar V.20.</b>	Penurunan Presentase Mn balok TR 3%	73
<b>Gambar V.21.</b>	Model penampang balok R 0%	75
<b>Gambar V.22.</b>	Distribusi tegangan regangan elastis Balok R 0%	75
<b>Gambar V.23.</b>	Foto keretakan R 0%	76
<b>Gambar V.24.</b>	Penurunan Presentase Mn balok R 0%	77
<b>Gambar V.25.</b>	Model penampang balok R 1%	78
<b>Gambar V.26.</b>	Distribusi tegangan regangan elastis Balok R 1%	78
<b>Gambar V.27.</b>	Foto keretakan R 1%	79
<b>Gambar V.28.</b>	Penurunan Presentase Mn balok R 1%	80
<b>Gambar V.29.</b>	Model penampang balok R 2%	81

<b>Gambar V.30.</b>	Distribusi tegangan regangan elastis Balok R 2%	81
<b>Gambar V.31.</b>	Foto keretakan R 2%	82
<b>Gambar V.32.</b>	Penurunan Presentase Mn balok R 2%	83
<b>Gambar V.33.</b>	Model penampang balok R 3%	84
<b>Gambar V.34.</b>	Distribusi tegangan regangan elastis Balok R 3%	84
<b>Gambar V.35.</b>	Foto keretakan R 3%	85
<b>Gambar V.36.</b>	Penurunan Presentase Mn balok R 3%	86
<b>Gambar V.37.</b>	Penurunan Presentase Mn balok TR	88
<b>Gambar V.38.</b>	Penurunan Presentase Mn balok R	88
<b>Gambar V.39.</b>	Kurva Lendutan Balok TR	89
<b>Gambar V.40.</b>	Kurva Lendutan Balok TR	89



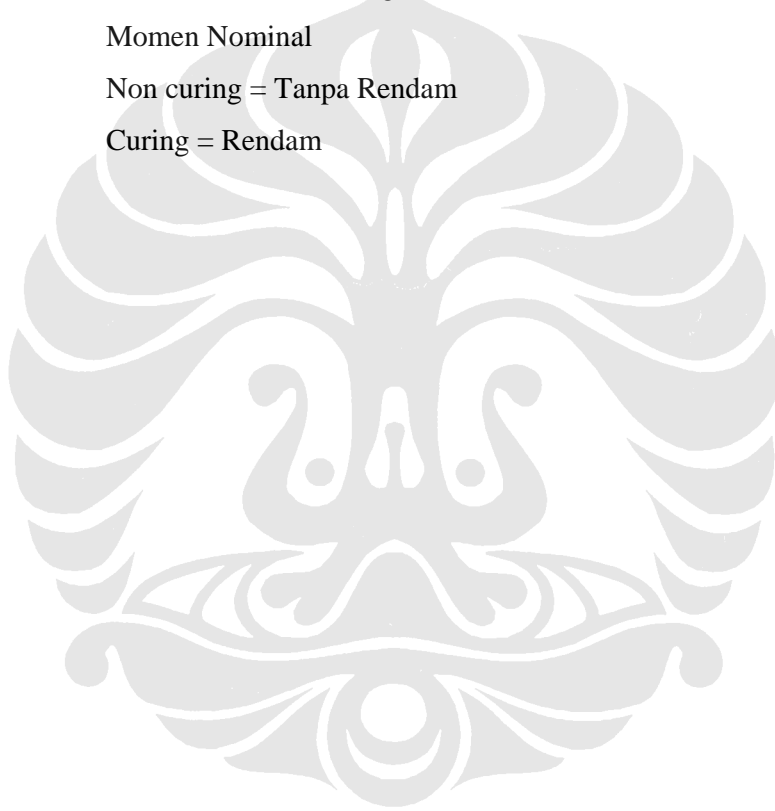
## DAFTAR TABEL

<b>Tabel II.1</b>	Syarat Agregat Halus dengan Metode AASHTO	8
<b>Tabel II.2</b>	Ukuran Gradasi Agregat Halus	9
<b>Tabel II.3</b>	Syarat Agregat Kasar dengan Metode AASHTO	9
<b>Tabel II.4</b>	Ukuran Gradasi Agregat Kasar	10
<b>Tabel II.5</b>	Tipe Semen	11
<b>Tabel III.1</b>	Jumlah Kebutuhan Sampel Silinder	23
<b>Tabel III.2</b>	Jumlah Kebutuhan Balok	24
<b>Tabel III.3</b>	Perhitungan mix desain	26
<b>Tabel IV.1</b>	Kuat Tekan dan Berat Jenis Silinder Beton	36
<b>Tabel IV.2</b>	Modulus Elastisitas dan Poisson Ratio	36
<b>Tabel IV.3</b>	Perhitungan Vibrasi Bebas dengan SAP2000	38
<b>Tabel IV.4</b>	Hasil Frekuensi dan Periode SAP2000	39
<b>Tabel IV.5</b>	Waktu Tempuh Palu Menumbuk ke Benda Uji	43
<b>Tabel IV.6</b>	Gaya Impuls	44
<b>Tabel IV.7</b>	Frekuensi Vibrasi Bebas	45
<b>Tabel IV.8</b>	Frekuensi Balok TR 0%	46
<b>Tabel IV.9</b>	Frekuensi Balok TR 1%	47
<b>Tabel IV.10</b>	Frekuensi Balok TR 2%	48
<b>Tabel IV.11</b>	Frekuensi Balok TR 3%	50
<b>Tabel IV.12</b>	Frekuensi Balok R 0%	51
<b>Tabel IV.13</b>	Frekuensi Balok R 1%	52
<b>Tabel IV.14</b>	Frekuensi Balok R 2%	53
<b>Tabel IV.15</b>	Frekuensi Balok R 3%	54
<b>Tabel V.1</b>	Lendutan Balok TR 0%	63
<b>Tabel V.2</b>	Momen Nominal Balok TR 1%	65
<b>Tabel V.3</b>	Regangan Balok TR 1%	66
<b>Tabel V.4</b>	Lendutan Balok TR 1%	67

<b>Tabel V.5</b>	Momen Nominal Balok TR 2%	69
<b>Tabel V.6</b>	Regangan Balok TR 2%	70
<b>Tabel V.7</b>	Lendutan Balok TR 2%	70
<b>Tabel V.8</b>	Momen Nominal Balok TR 3%	73
<b>Tabel V.9</b>	Regangan Balok TR 3%	73
<b>Tabel V.10</b>	Lendutan Balok TR 3%	74
<b>Tabel V.11</b>	Momen Nominal Balok R 0%	76
<b>Tabel V.12</b>	Regangan Balok R 0%	77
<b>Tabel V.13</b>	Lendutan Balok R 0%	77
<b>Tabel V.14</b>	Momen Nominal Balok R 1%	79
<b>Tabel V.15</b>	Regangan Balok R 1%	80
<b>Tabel V.16</b>	Lendutan Balok R 1%	80
<b>Tabel V.17</b>	Momen Nominal Balok R 2%	82
<b>Tabel V.18</b>	Regangan Balok R 2%	83
<b>Tabel V.19</b>	Lendutan Balok R 2%	84
<b>Tabel V.20</b>	Momen Nominal Balok R 3%	86
<b>Tabel V.21</b>	Regangan Balok R 3%	86
<b>Tabel V.22</b>	Lendutan Balok R 3%	87

## DAFTAR SINGKATAN

TR	Tanpa Rendam
R	Rendam
ME	Modulus Elastisitas ( $\text{Kg/cm}^2$ )
Mn	Momen Nominal
NC	Non curing = Tanpa Rendam
C	Curing = Rendam



## DAFTAR NOTASI



$f_c'$	Kuat Tekan Silinder Beton (MPa)
$\nu$	Poisson Ratio
$f_{cr}$	Modulus Tarik Beton (MPa)
$\epsilon_{cc}$	Regangan tekan beton
$\epsilon_{ct}$	Regangan tarik beton
$f_{cc}$	Tegangan tekan beton (MPa)
$f_{ct}$	Tegangan tarik beton (MPa)
$\omega_n$	Frekuensi Circular (rad/sec)
$E$	Modulus Elastisitas Beton (MPa)
$I$	Inersia Penampang Balok ( $\text{mm}^4$ )
$I(t)$	Impuls