

SKRIPSI

**DESAIN BALOK TINGGI DENGAN *STRUT TIE*
MODEL DAN STUDI PERILAKU DENGAN ATENA 3D**



GITA INDAH PUSPITASARI WAHYUDI

NPM : 2014410016

PEMBIMBING : Dr. Djoni Simanta, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JULI 2018

SKRIPSI

**DESAIN BALOK TINGGI DENGAN *STRUT TIE*
MODEL DAN STUDI PERILAKU DENGAN ATENA 3D**



GITA INDAH PUSPITASARI WAHYUDI

NPM : 2014410016

BANDUNG, 5 JULI 2018

PEMBIMBING

Dr. Djoni Simanta, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JULI 2018

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Gita Indah Puspitasari Wahyudi

NPM : 2014410016

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : *Desain Balok Tinggi dengan Strut Tie Model dan Studi Perilaku dengan Atena 3D* adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 5 Juli 2018



Gita Indah Puspitasari Wahyudi

2014410016

DESAIN BALOK TINGGI DENGAN *STRUT TIE* MODEL DAN STUDI PERILAKU DENGAN ATENA 3D

Gita Indah Puspitasari Wahyudi

NPM : 2014410016

Pembimbing : Dr. Djoni Simanta, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JULI 2018**

ABSTRAK

Pada perancangan sebuah penampang balok struktur dapat dibagi menjadi dua daerah, dimana daerah B (beam atau Bernoulli) dan daerah D (discontinuity, disturbance) yang merupakan daerah terjadinya distribusi regangan non linier yang disebabkan oleh diskontinuitas geometri, statika dengan atau tanpa diskontinuitas geometri. Pada dasarnya strut and tie model mengasumsikan aliran gaya – gaya dalam struktur beton terutama daerah yang mengalami distorsi dapat didekati sebagai suatu rangka batang yang terdiri dari Strut (batang tekan atau penunjang) dan Tie (Batang tarik atau pengikat). Balok tinggi dapat digambarkan sebagai suatu rangkaian batang – batang tarik (Tie), batang – batang tekan (Strut), beban – beban yang bekerja serta tumpuan – tumpuan yang saling berhubungan melalui titik – titik simpul (Nodes).

Untuk mengetahui perilaku dari balok tinggi dapat dilakukan pada pengujian eksperimental, akan tetapi pengujian eksperimental akan memakan biaya serta waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak berbasis metode elemen hingga (finite element method), Atena 3D.

Dari hasil analisis, perbedaan sudut yang cukup tinggi tersebut disebabkan oleh pada perhitungan manual STM hanya menggunakan asumsi tinggi rangka batang dibandingkan dengan jarak lengan momen, selain itu setelah dianalisis kembali dengan tinggi balok yang berbeda, menunjukkan bahwa tinggi dari balok tinggi itu sendiri berpengaruh terhadap sudut antara batang tekan dan batang tarik yang dihasilkan oleh analisis program. Keruntuhan terjadi pada variasi beban Pu (2353 kN) saat pembebanan sebesar 3869 kN. Pada variasi beban 1,1 Pu (2788,5 kN) keruntuhan terjadi saat pembebanan sebesar 3839 kN. Pada variasi beban 1,2 Pu (3042 kN) keruntuhan terjadi saat pembebanan sebesar 4258 kN. Pada variasi beban 1,3 Pu (3295,5 kN) keruntuhan terjadi saat pembebanan sebesar 4224 kN. Dan yang terakhir, Pada variasi beban 1,4 Pu (3549 kN) keruntuhan terjadi saat pembebanan sebesar 4335 kN. Pola keretakan beberapa variasi beban yang dihasilkan oleh analisis program Atena 3D berupa pola retak geser-lentur.

Kata kunci: *strut, tie*, balok tinggi, program Atena 3D.

DEEP BEAM DESIGN WITH STRUT TIE MODEL AND BEHAVIOR STUDIES WITH ATENA 3D

Gita Indah Puspitasari Wahyudi
NPM : 2014410016

Advisor : Dr. Djoni Simanta, Ir., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JULY 2018

ABSTRACT

In the design of a structural beam the structure can be divided into two regions, where area B (beam or Bernoulli) and area D (discontinuity, disturbance) are part of a non-linear distribution which is rolled by geometric discontinuities, static with or without geometric discontinuities. Basically the strut and tie model assumes a force-style force in texture can be used to form a rod consisting of a Strut and Tie. Deep beams can be reflected tie, strut, loads and node points.

To know the behaviour of the deep beam can be done on experimental, but experimental testing will take a considerable cost and time. Therefore, the analysis is performed using finite element method (finite element method), Atena 3D.

From the analysis, the high angle difference is caused by the manual calculation of STM using only the height assumption of the stem frame compared to the distance of the arm of the moment, in addition after being re-analyzed with different beam height, indicating that the height of the high beam itself affects the angle between the compression strut and the pull tie generated by the program analysis. The collapse occurs in a P_u weights variation (2353 kN) when the loading is 3869 kN. At the load variation of 1,1 P_u (2788,5 kN) the collapse occurred at the loading of 3839 kN. In the variation of 1.2 P_u load (3042 kN) the collapse occurs when the loading is 4258 kN. In the variation of the P_u weighing load (3295.5 kN) occurs when loading of 4224 kN. And finally, On the load variation 1.4 P_u (3549 kN) collapse occurs when loading of 4335 kN. The crack pattern of some load variations generated by the analysis of the 3D Atena program is in the form of a shear-cracking pattern.

Keywords: strut, tie, deep beam, program Atena 3D.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan penyertaanNya selama penulis menjalani penyusunan skripsi yang berjudul *Desain Balok Tinggi dengan Strut Tie Model dan Studi Perilaku dengan Atena 3D* akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini merupakan syarat kelulusan studi S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung tempat penulis menjalankan studinya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari hambatan, baik selama proses persiapan, pelaksanaan, pengujian, maupun penulisan. Oleh karenanya penulis sangat berterima kasih atas saran, kritik, serta dorongan yang diberikan oleh berbagai pihak selama proses pembuatan skripsi ini hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sedalam – dalamnya kepada :

1. Dr. Djoni Simanta, Ir., M.T selaku dosen pembimbing yang selalu membantu dan membimbing serta memberi masukan dan saran selama proses pembuatan skripsi ini.
2. Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T. dan Ibu Buen Sian, Ir., M.T. selaku penguji atas segala masukan dan saran pada skripsi ini.
3. Orang tua penulis Ir. Dudy Wahyudi dan Lina Mahfiana yang senantiasa memberi doa, dorongan semangat dan bantuan yang tiada hentinya dalam proses penelitian skripsi ini.
4. Kakak dari penulis Megafiany Kartika Lestari Wahyudi, S.H. yang selalu mengingatkan untuk segera menyelesaikan perkuliahan ini agar mendapatkan kehidupan yang sesungguhnya.
5. Almira Januarita Kusumadewi, teman satu bimbingan yang selalu berada didalam kondisi yang sama, suka, senang, duka, ataupun sedih.
6. Teman – teman seperjuangan teknik sipil Laurentia Inez, Aisyah Arifin, Bella Siti Fauziah, Ressa Regina, Astrid Marion, Annisa Soliha, Gina Gestiana atas canda, tawa, dan drama selama perkuliahan.

7. Teman – teman, Rizka Adlina Veriza dan Riva Rosvita Izmi atas segala dukungan dan doanya selama proses penulisan berlangsung.
8. Teknik Sipil 2014 atas kebersamaannya selama 4 tahun studi di Universitas Katolik Parahyangan.
9. Semua pihak yang telah membantu dan mendoakan yang tak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Penulis menerima segala bentuk saran dan kritik yang membangun dan berharap skripsi ini dapat berguna untuk penelitian dan penerapan kelak di masa yang akan datang.

Bandung, 5 Juli 2018

Penulis,



Gita Indah Puspitasari Wahyudi

2014410016

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Pembatasan Masalah	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-4
1.6 Diagram Alir	1-4
1.7 Sistematika Penulisan	1-5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Distribusi Tegangan dan Trajektori Tegangan Utama	2-1
2.1.1 Distribusi Tegangan	2-1
2.1.2 Trajektori Tegangan Utama	2-2
2.1.3 Distribusi Tegangan dan Trajektori Tegangan Utama pada Beton	2-2
2.2 Daerah D dan Daerah B	2-3
2.2.1 Penentuan Daerah D dan B	2-4
2.3 Pemodelan Pada Daerah D dan B	2-5
2.3.1 Batang Tekan – Strut	2-6

2.3.2	Batang Tarik – Tie	2-7
2.4	Perancangan <i>Strut Tie Model</i>	2-7
2.4.1	Desain Strut – Tie Menurut ACI 318M-14 Appendix C	2-10
2.5	Balok Tinggi.....	2-11
2.5.1	Kriteria Desain untuk Geser pada Balok Tinggi	2-12
2.5.2	Kriteria Desain untuk Lentur pada Balok Tinggi.....	2-13
BAB 3 PEMODELAN PADA PROGRAM ATENA 3D.....		3-1
3.1	Program Atena 3D.....	3-1
3.2	Material Beton pada Atena 3D.....	3-1
3.2.1	Constitutive Model SBETA (CCSbeta Material).....	3-1
3.2.2	Fracture Plastic Constitutive Model.....	3-12
3.3	Material Tulangan pada Atena 3D	3-14
3.3.1	Hubungan Tegangan-Regangan Bilinier.....	3-14
3.3.2	Hubungan Tegangan-Regangan Multilinier.....	3-15
3.4	Finite Element Mesh.....	3-16
3.5	Analisis Non-linear Atena 3D	3-16
3.5.1	Metode Newton-Raphson Penuh.....	3-16
3.5.2	Metode Newton-Raphson Modifikasi	3-19
BAB 4 PEMODELAN BALOK TINGGI PADA ATENA 3D.....		4-1
4.1	Pemodelan Balok Tinggi	4-1
4.1.1	Data Pemodelan Balok Tinggi	4-1
4.1.2	Data Pembebanan.....	4-2
4.2	Data Material Uji Numerik.....	4-2
4.2.1	Data Material Beton	4-2
4.2.2	Data Material Pelat Baja (<i>Steel Plates</i>).....	4-3
4.2.3	Data Material Tulangan Baja	4-3

4.3	Langkah Pengujian Numerik.....	4-4
4.3.1	<i>Pre-Processing</i>	4-4
4.3.2	<i>Analysis Progress</i>	4-9
4.3.3	Post-Processing	4-10
BAB 5 PEMBAHASAN DAN HASIL ANALISIS		5-1
5.1	Perbandingan Sudut dari Berbagai Variasi Beban	5-1
5.2	Studi Perilaku Balok Tinggi	5-5
5.2.1	Hubungan Beban - Peralihan	5-5
5.2.2	Pola Retakan.....	5-8
5.2.3	Perbandingan antara Pola Retak pada Balok Tinggi dengan Tulangan Badan dan Tanpa Tulangan Badan	5-10
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....		6-1
6.1	Kesimpulan.....	6-1
6.2	Saran.....	6-2
DAFTAR PUSTAKA		7-1
LAMPIRAN 1 TABEL BEBAN P_u - PERPINDAHAN.....		L1-1
LAMPIRAN 2 TABEL BEBAN 1,1 P_u - PERPINDAHAN.....		L2-1
LAMPIRAN 3 TABEL BEBAN 1,2 P_u - PERPINDAHAN.....		L3-1
LAMPIRAN 4 TABEL BEBAN 1,3 P_u - PERPINDAHAN.....		L4-1
LAMPIRAN 5 TABEL BEBAN 1,4 P_u - PERPINDAHAN.....		L5-1
LAMPIRAN 6 TABEL BEBAN P_u Minimum - PERPINDAHAN.....		L6-1
LAMPIRAN 7 TABEL BEBAN P_u Maksimum - PERPINDAHAN		L7-1
LAMPIRAN 8 PERHITUNGAN DESAIN BALOK TINGGI DENGAN <i>STRUT TIE MODEL</i> VARIASI BEBAN P_u		L8-1
LAMPIRAN 9 PERHITUNGAN DESAIN BALOK TINGGI DENGAN <i>STRUT TIE MODEL</i> VARIASI BEBAN 1,1 P_u		L9-1

LAMPIRAN 10 PERHITUNGAN DESAIN BALOK TINGGI DENGAN <i>STRUT TIE MODEL</i> VARIASI BEBAN 1,2 P_u	L10-1
LAMPIRAN 11 PERHITUNGAN DESAIN BALOK TINGGI DENGAN <i>STRUT TIE MODEL</i> VARIASI BEBAN 1,3 P_u	L11-1
LAMPIRAN 12 PERHITUNGAN DESAIN BALOK TINGGI DENGAN <i>STRUT TIE MODEL</i> VARIASI BEBAN 1,4 P_u	L12-1
LAMPIRAN 13 PERHITUNGAN DESAIN BALOK TINGGI DENGAN <i>STRUT TIE MODEL</i> BEBAN P_u Minimum	L13-1
LAMPIRAN 14 PERHITUNGAN DESAIN BALOK TINGGI DENGAN <i>STRUT TIE MODEL</i> VARIASI BEBAN P_u Maksimum.....	L14-1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

D	=	Diameter benda uji
P	=	Panjang benda uji
T	=	Tinggi benda uji
L	=	Lebar benda uji
P	=	Beban
c	=	Kekuatan tekan beton pada beton retak
E _c	=	Modulus elastisitas
EN	=	Eurocode
E _{ci}	=	Modulus diasosiasikan dengan arah i
E _{cs}	=	Modulus sekan beton
E _{tan}	=	Modulus tangen
E ₀	=	Modulus awal
f _c '	=	Kuat tekan beton
f _{cc} '	=	Kekuatan tekan aksial specimen terkekang 'confined'
f _{cef} '	=	Tegangan tekan efektif beton
f _{ccu} '	=	Kekuatan beton kubus
f _t	=	Kuat tarik beton
f _{tl}	=	Tekanan lateral pembatas
f _{tef}	=	Tegangan tarik efektif beton
f _r	=	Modulus keruntuhan
f _u	=	Kuat ultimate baja
f _y	=	Kuat leleh baja
f(p)	=	Vektor gaya dalam titik

G_f	=	Energi retak yang dibutuhkan untuk membentuk sebuah area dari retak tegangan bebas
k	=	Parameter bentuk
$K(p)$	=	Matriks kekakuan, berkaitan kenaikan beban untuk peningkatan deformasi
M	=	Momen maksimum
q	=	Vektor beban titik total
P	=	Gaya tekan maksimum
p	=	Deformasi struktur sebelum peningkatan beban
rec	=	Faktor reduksi kekuatan tekan pada arah prinsipal 2 akibat tegangan tarik pada arah prinsipal 1
w	=	Pembukaan retak
w_c	=	Pembukaan retak pada pelepasan lengkap tegangan
w_{conc}	=	Berat jenis beton
w_d	=	Deformasi plastis
x	=	Regangan ternormalisasi
ϕ_u	=	Rotasi ultimit
ϕ_y	=	Rotasi leleh
γ_{ec}	=	Faktor reduksi kekuatan tekan pada arah principal 2 akibat tegangan tarik pada arah prinsipal 1
γ_{et}	=	Faktor reduksi kekuatan tekan pada arah principal 2 akibat tegangan tarik pada arah prinsipal 2
ε	=	Regangan
	=	Regangan uniaxial ekuivalen
ε_c	=	Regangan pada tegangan puncak

ϵ_d	=	Regangan tekan pada tegangan nol
ϵ_{lim}	=	Regangan ultimit
ϵ_u	=	Regangan ultimit baja
ϵ_y	=	Regangan leleh baja
μ	=	Daktilitas rotasi
ν	=	Ratio Poisson
σ	=	Tegangan normal pada retak
σ_i	=	Tegangan
σ_1, σ_2	=	Tegangan principal beton
σ_{cef}	=	Tegangan uniaksil beton
σ_{cef}	=	Tegangan efektif beton
σ_{cef}	=	Tegangan efektif beton
σ_{st}	=	Tegangan tarik
σ_y	=	Tegangan leleh
σ_u	=	Tegangan ultimit
$\sigma_{ijn}, \sigma_{ijn-1}$	=	Tegangan pada kondisi ke-n
$\Delta\epsilon_{kl}$	=	Regangan plastis inkremental
$\Delta\epsilon_{kl}$	=	Regangan peretakan berdasarkan material yang digunakan
Δp	=	Peningkatan deformasi karena pembebanan bertingkat

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Truss Analogi Balok Beton Bertulang Menurut Mörsch.....	1-1
Gambar 1. 2 Pembagian Daerah D dan B pada Balok.....	1-1
Gambar 1. 3 Desain Balok Tinggi.....	1-3
Gambar 1. 4 Diagram Alir Penelitian.....	1-5
Gambar 2. 1 Distribusi Tegangan Sekitar Beban Kerja Terpusat	2-1
Gambar 2. 2 Trajektori Tegangan Utama pada B-region dan D-region.....	2-3
Gambar 2. 3 Gambar Trajektori Tegangan Utama dan Strut Tie Model.....	2-3
Gambar 2. 4 Prosedur Penentuan Daerah D dan B pada Kolom dengan Beban Terpusat.....	2-5
Gambar 2. 5 Prosedur Penentuan Daerah D dan B pada Balok yang Ditumpu Langsung pada Dua Tumpuan	2-5
Gambar 2. 6 Gambar Distribusi Beban Normal pada Struktur Kolom dan Dinding.....	2-6
Gambar 2. 7 Plastic Truss Model dari Suatu Balok Tinggi.....	2-8
Gambar 2. 8 Titik Pertemuan antara Strut dan Tie (Kiri) ; Perubahan Dimensi pada Elemen Titik Simpul (Kanan).....	2-9
Gambar 2. 9 Plastic Truss Model dari Balok dengan Senggang	2-9
Gambar 2. 10 Medan Tekan Diagonal pada Balok	2-10
Gambar 3. 1 Hubungan tegangan – regangan uniaxial beton (Cervenka, 2007)	3-3
Gambar 3. 2 Pembukaan Retak Eksponensial (Cervenka, 2007).....	3-5
Gambar 3. 3 Pembukaan Retak Linear (Cervenka, 2007).....	3-6
Gambar 3. 4 Penghalusan Linier Berdasarkan Regangan Lokal (Cervenka, 2007)	3-6
Gambar 3. 5 Diagram Tegangan – Regangan Tekan Beton (Cervenka, 2007) ..	3-7
Gambar 3. 6 Dalil Trasformasi Pelunakan Tekan (Cervenka, 2007)	3-9
Gambar 3. 7 Fungsi Kegagalan Biaxial Beton (Cervenka, 2007)	3-9
Gambar 3. 8 Kegagalan Tegangan Biaxial Tarik-Tekan (Cervenka, 2007).....	3-11
Gambar 3. 9 Hubungan Tegangan-Regangan Bilinier Tulangan (Cervenka, 2007)	3-14
Gambar 3. 10 Hubungan Tegangan-Regangan Multilinier Tulangan (Cervenka, 2007)	3-15

Gambar 3. 11 Sudut Arah Tulangan Tersebar (Cervenka, 2007).....	3-15
Gambar 3. 12 Metode Newton-Raphson Penuh (Cervenka, 2007)	3-18
Gambar 3. 13 Metode Newton-Raphson Modifikasi.....	3-20
Gambar 4. 1 Model Balok Tinggi.....	4-1
Gambar 4. 2 Properti Material Beton	4-3
Gambar 4. 3 Input Material Pelat Baja	4-3
Gambar 4. 4 Input Material <i>Reinforcement</i>	4-4
Gambar 4. 5 Material pada Balok Tinggi	4-4
Gambar 4. 6 Macroelement Penyusun Balok Tinggi	4-5
Gambar 4. 7 <i>Reinforcement Bar</i> pada Balok Tinggi	4-5
Gambar 4. 8 Perletakkan Sendi pada Balok Tinggi.....	4-6
Gambar 4. 9 Perletakkan Rol pada Balok Tinggi	4-6
Gambar 4. 10 Beban Perpindahan (Predescribed Deformation) pada Balok Tinggi	4-7
Gambar 4. 11 Meshing pada Balok Tinggi	4-7
Gambar 4. 12 Input Parameter Metode Newton-Raphson Penuh	4-8
Gambar 4. 13 Input Penambahan Step Analisis	4-9
Gambar 4. 14 Input Titik Pantau pada Model Balok Tinggi	4-9
Gambar 4. 15 Pengaturan Grafik pada Menur Run	4-10
Gambar 5. 1 Output Desain Pola Strut Tie pada Program Atena 3D	5-3
Gambar 5. 2 Desain Balok Tinggi dengan Tinggi 1,5 m.....	5-4
Gambar 5. 3 Hubungan Beban Pu dan Peralihan	5-5
Gambar 5. 4 Hubungan Beban 1,1 Pu dan Peralihan	5-6
Gambar 5. 5 Hubungan Beban 1,2 Pu dan Peralihan	5-6
Gambar 5. 6 Hubungan Beban 1,3 Pu dan Peralihan	5-7
Gambar 5. 7 Hubungan Beban 1,4 Pu dan Peralihan	5-7
Gambar 5. 8 Pola Retakan pada Balok Tinggi saat Beban Pu.....	5-8
Gambar 5. 9 Pola Retakan pada Balok Tinggi saat Beban 1,1 Pu.....	5-8
Gambar 5. 10 Pola Retakan pada Balok Tinggi saat Beban 1,2 Pu.....	5-9
Gambar 5. 11 Pola Retakan pada Balok Tinggi saat Beban 1,3 Pu.....	5-9
Gambar 5. 12 Pola Retakan pada Balok Tinggi saat Beban 1,4 Pu.....	5-9

Gambar 5. 13 Pola Retakan pada Model Balok Tinggi dengan Tulangan Badan 5-10

Gambar 5. 14 Pola Retakan pada Model Balok Tinggi tanpa Tulangan Badan5-10

DAFTAR TABEL

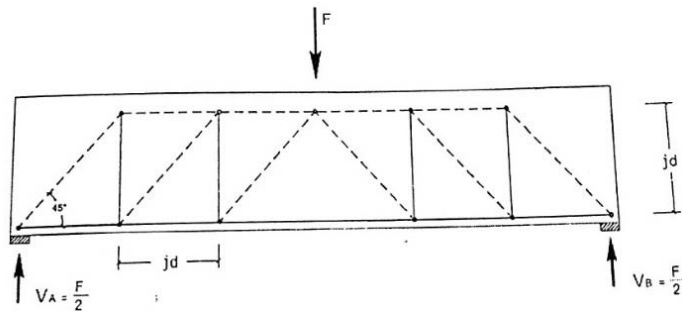
Tabel 3. 1 Nilai Penentu Kurva Hiperbolik.....	3-11
Tabel 3. 2 Parameter Default SBETA Constitutive Model (Cervenka, 2007) ..	3-11
Tabel 4. 1 Properti Tulangan	4-2
Tabel 5. 1 Variasi Beban	5-1
Tabel 5. 2 Besaran Sudut Berdasarkan Variasi Beban	5-2
Tabel 5. 3 Tulangan Longitudinal Berdasarkan Variasi Beban dan Sudut	5-2
Tabel 5. 4 Besaran Sudut pada Program Atena 3D Berdasarkan Variasi Beban	5-3
Tabel 5. 5 Variasi Beban Balok Tinggi dengan Tinggi 1,5 m.....	5-4
Tabel 5. 6 Tulangan Longitudinal berdasarkan Variasi Beban pada Balok Tinggi dengan Tinggi 1,5 m	5-4
Tabel 5. 7 Besar Sudut pada Program Atena 3D dengan Variasi Beban pada Balok Tinggi dengan Tinggi 1,5 m	5-5
Tabel 6. 1 Perbandingan antara Besar Sudut Perhitungan Manual dan Analisis Program Atena 3D.....	6-1
Tabel 6. 2 Perbandingan antara Besar Sudut Perhitungan Manual dan Analisis Program Atena 3D pada Balok Tinggi dengan Tinggi 1,5 m	6-1

BAB 1

PENDAHULUAN

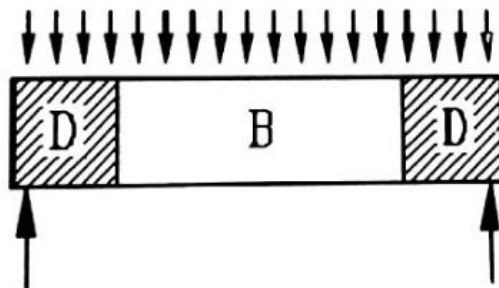
1.1 Latar Belakang

Strut and tie model atau model penunjang dan pengikat berawal dari Truss analogy model yang pertama kali dikenalkan oleh Ritter (1899), dan Morsch (1902). Morsch menggunakan model rangka batang (truss) pada **Gambar 1.1** untuk menjelaskan aliran gaya (load path) untuk transfer beban F ke tumpuan, yang terjadi pada struktur beton bertulang dalam keadaan retak (Cracked Condition).



Gambar 1.1 Truss Analogi Balok Beton Bertulang Menurut Morsch

Pada perancangan sebuah penampang balok struktur dapat dibagi menjadi dua daerah, dimana daerah B (beam atau Bernoulli) dan daerah D (discontinuity, disturbance) yang merupakan daerah terjadinya distribusi regangan non linier yang disebabkan oleh diskontinuitas geometri, statika dengan atau tanpa diskontinuitas geometri. Pada **Gambar 1.2** ditunjukkan pembagian daerah D dan B pada balok.



Gambar 1.2 Pembagian Daerah D dan B pada Balok

Pada dasarnya strut and tie model mengasumsikan aliran gaya – gaya dalam struktur beton terutama daerah yang mengalami distorsi dapat didekati sebagai suatu rangka batang yang terdiri dari Strut (batang tekan atau penunjang) dan Tie (Batang tarik atau pengikat).

Struktur balok tinggi dapat dikategorikan sebagai D-region. MacGregor (1998) mendefinisikan bahwa suatu balok dinyatakan sebagai balok tinggi bila sebagian besar beban yang dipikul dapat diteruskan atau dihubungkan langsung ke tumpuan – tumpuannya melalui batang tekan (Compression Strut). Balok tinggi dapat digambarkan sebagai suatu rangkaian batang – batang tarik (Tie), batang – batang tekan (Strut), beban – beban yang bekerja serta tumpuan – tumpuan yang saling berhubungan melalui titik – titik simpul (Nodes).

Pada penelitian strut and tie model, pengujian eksperimental akan memakan waktu serta biaya, sehingga digunakan perangkat lunak sebagai alat bantu pengujian secara numerik.

1.2 Inti Permasalahan

Pada dasarnya strut and tie model mengasumsikan aliran gaya – gaya dalam struktur beton terutama daerah yang mengalami distorsi dapat didekati sebagai suatu rangka batang yang terdiri dari Strut (batang tekan atau penunjang) dan Tie (Batang tarik atau pengikat). Struktur balok tinggi dapat dikategorikan sebagai D-region.

Untuk mengetahui perilaku dari balok tinggi dapat dilakukan pada pengujian eksperimental, akan tetapi pengujian eksperimental akan memakan biaya serta waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak berbasis metode elemen hingga (finite element method), Atena 3D.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan skripsi berjudul Desain Balok Tinggi dengan Strut Tie Model dan Studi Perilaku Balok dengan Atena 3D adalah sebagai berikut :

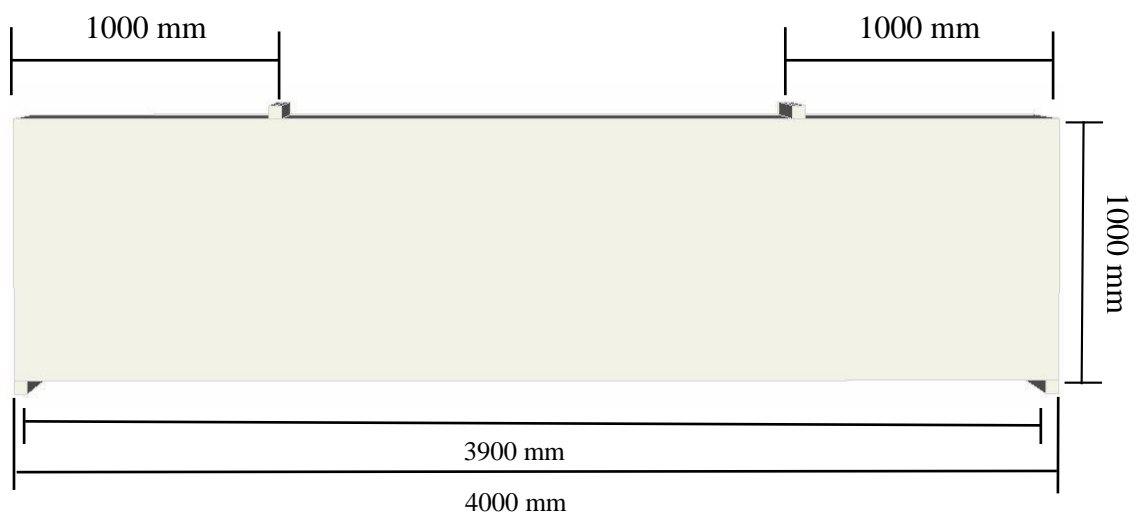
1. Mendesain balok tinggi berdasarkan konsep Strut Tie Model
2. Membandingkan besaran sudut antara batang tarik dan tekan melalui perhitungan manual strut tie model, dan analisis program Atena 3D.

3. Mempelajari perilaku balok tinggi dengan bantuan perangkat lunak Atena 3D v.3.3.2

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini yakni :

1. Mendesign balok tinggi diatas dua tumpuan dengan dua beban terpusat diatas balok
2. Data material yang digunakan adalah sebagai berikut:
 - a. Mutu beton rencana adalah :
 - Kuat tekan $f_c' = 28 \text{ MPa}$
 - b. Tegangan leleh tulangan baja yang digunakan adalah :
 - Tulangan ulir $f_y = 420 \text{ MPa}$
3. Dimensi balok tinggi adalah :
 - Panjang = 4000 mm
 - Lebar = 900 mm
 - Tinggi = 1000 mm
4. Beban terpusat di setiap steel plates adalah 1268 kN.



Gambar 1.3 Desain Balok Tinggi

1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian yakni :

1. Studi Pustaka

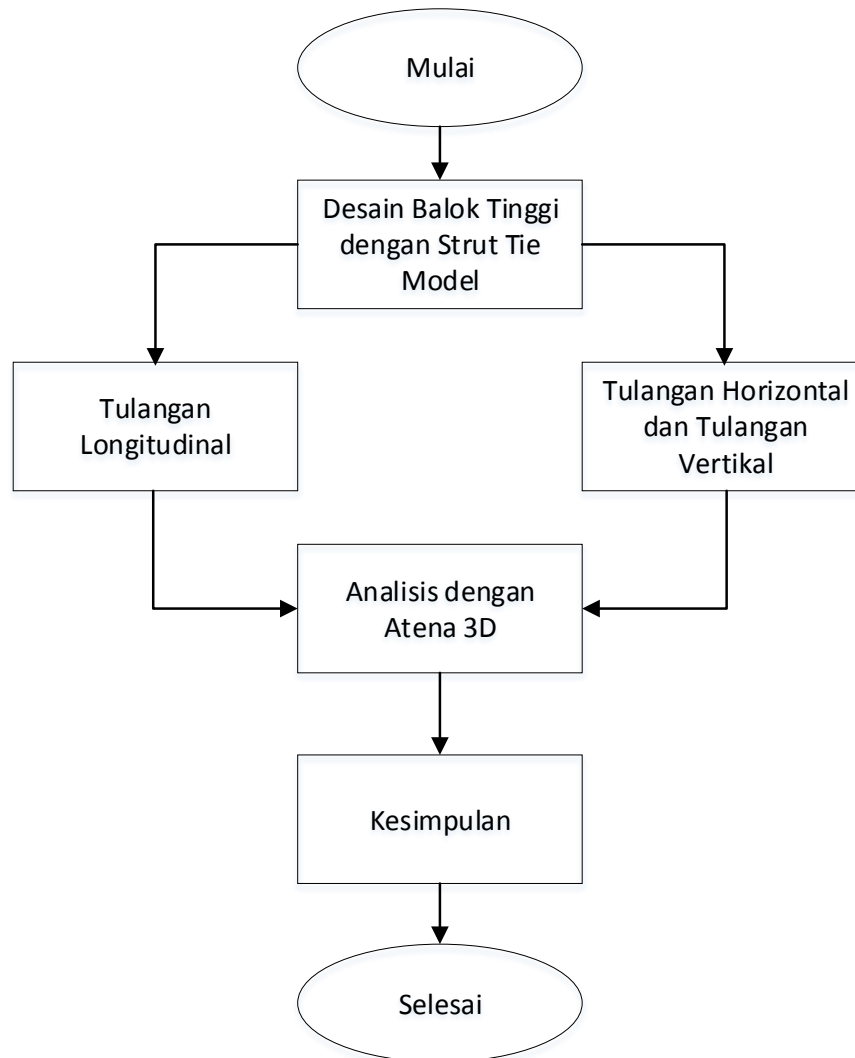
Bahan yang digunakan sebagai landasan teori adalah buku – buku pustaka, manual mengenai penggunaan program, tulisan, serta jurnal – jurnal yang membahas mengenai *Strut Tie Model*.

2. Studi Analisis

Pemodelan serta analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Atena 3D v3.3.2.

1.6 Diagram Alir

Diagram alir pada studi penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1.4** sebagai berikut :



Gambar 1. 4 Diagram Alir Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan dilakukan secara sistematis untuk menyusun skripsi ini dan dibagi dalam 6 bab, yaitu :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang landasan teori mengenai tujuan penelitian, material beton, model elemen struktur, dan perangkat lunak Atena 3D.

BAB 3 PEMODELAN PADA PROGRAM ATENA 3D

Bab ini membahas tentang analisis nonlinier pada program Atena 3D, asumsi pemodelan beton, asumsi pemodelan tulangan baja, finite element mesh, dan solusi permasalahan.

BAB 4 PEMODELAN BALOK TINGGI PADA PROGRAM ATENA 3D

Bab ini membahas tentang geometri model balok tinggi, pemodelan balok tinggi, data pemodelan, langkah pengujian perangkat lunak Atena 3D v3.3.2.

BAB 5 PEMBAHASAN DAN HASIL ANALISIS

Bab ini membahas tentang hasil analisis numerik dengan bantuan perangkat lunak Atena 3D v3.3.2.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.