

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN PORTAL BAJA DENGAN
METODE *ALLOWABLE STRESS DESIGN* (ASD) PADA
PEMBANGUNAN GEDUNG PROGRAM STUDI TEKNIK
INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

SKRIPSI

**Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil
Universitas Katolik Widya Karya Malang**



**Oleh :
YOHANES STEFANUS JONG HATUMALE
201232912**

**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA MALANG
FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN PORTAL BAJA DENGAN
METODE *ALLOWABLE STRESS DESIGN* (ASD) PADA PEMBANGUNAN
GEDUNG PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

Oleh :

Yohanes Stefanus Jong Hatumale

201232912

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



Yosimson P. Manaha.,ST.,MT

NIK. 1030300383

Dosen Pembimbing II



Benedictus Sonny Y., SPd., MT

NIK.108048

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



H.S.,M.Phil., Ph.D

NIP.196601311990021001

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Benedictus Sonny Y., SPd., MT

NIK.108048

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN PORTAL BAJA DENGAN
METODE *ALLOWABLE STRESS DESIGN* (ASD) PADA PEMBANGUNAN
GEDUNG PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Oleh :

Yohanes Stefanus Jong Hatumale

201232912

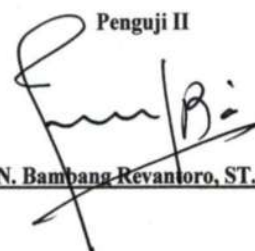
Telah Dipertahankan Dihadapan Dewan Penguji Skripsi Pada Tanggal 21 Juni
2014 Dinyatakan Lulus Dan Memenuhi Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik

Dewan Penguji :


Penguji I


Ir. Dionisius T.A.B. MT

Penguji II


Drs. N. Bambang Revantoro, ST., MT

Penguji Saksi



Benedictus Sonny Y., SPd., MT

NIK.108048

Mengetahui :


Dekan Fakultas Teknik
Dr. Djoko H.S., M.Phil., Ph.D
NIP.196601311990021001

Ketua Jurusan Teknik Sipil


Benedictus Sonny Y., SPd., MT
NIK.108048

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan bimbingan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Studi Alternatif Perencanaan Portal Baja Dengan Metode *Allowable Stress Design* (ASD) Pada Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya" dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, khususnya kepada :

1. Bapak Ir. D.J.Djoko H.S, M.,Phil.D selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Bapak Benedictus Sonny Y, S.Pd., MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya dalam mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Yosimson P. Manaha., ST., MT selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktunya dalam mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama perkuliahan untuk menambah wawasan baru.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun kesempurnaannya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR NOTASI	viii
LEMBAR PERSETUJUAN	xi
LEMBAR PENGESAHAN	xii
ABSTRAK	
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Material Baja	4
2.2 Profil Baja.....	4
2.3 Sifat – Sifat Mekanis Baja.....	6
2.4 Keunggulan dan Kekurangan Baja.....	9
2.5 Beban – Beban pada Struktur	11
2.6 Analisis dan Konsep Desain Metode ASD.....	15
2.7 Analisis Gempa.....	18
2.8 Perencanaan Kolom.....	28

2.9 Perencanaan Balok	33
2.10 Perencanaan Sambungan	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Perencanaan.....	59
3.2 Diagram Alir Perencanaan Balok	60
3.3 Diagram Alir Perencanaan Kolom	61
3.4 Diagram Alir Perencanaan Sambungan.....	62
BAB IV PERHITUNGAN PEMBEBANAN	
4.1 Data Struktur.....	63
4.2 Data Perencanaan	63
4.3 Perhitungan Pembebanan Atap.....	64
4.4 Perhitungan Pembebanan	81
4.5 Perhitungan Perataan Beban Plat.....	82
4.6 Perhitungan Pembebanan Gempa	167
BAB V PERHITUNGAN PERENCANAAN	
5.1 Perencanaan Balok	193
5.2 Perencanaan Kolom.....	202
5.3 Perencanaan Sambungan	207
BAB VI PENUTUP	
6.1 Kesimpulan.....	222
6.2 Saran	223
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN - LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

TABEL	JUDUL	HALAMAN
2.1	Sifat- sifat mekanis baja struktural.....	6
2.2	Beban hidup pada lantai gedung	13
2.3	Faktor keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan...	19
2.4	Spektrum respons gempa rencana	26
2.5	Batas lendutan maksimum.....	33
2.6	Ukuran minimum las sudut	57
4.1	Pembebanan Portal A = L	93
4.2	Pembebanan Portal B	99
4.3	Pembebanan Portal C	105
4.4	Pembebanan Portal D	111
4.5	Pembebanan Portal E.....	118
4.6	Pembebanan Portal F.....	123
4.7	Pembebanan Portal G	130
4.8	Pembebanan Portal H.....	136
4.9	Pembebanan Portal I.....	142
4.10	Pembebanan Portal J	147
4.10	Pembebanan Portal K	153
4.11	Distribusi Gaya Geser Horisontal Gedung arah X dan Y	191
4.12	Beban Gempa Equivalen Tiap Portal	192

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	JUDUL	HALAMAN
2.1	Jenis – Jenis Profil baja.....	5
2.2	Kurva hubungan tegangan (f) dan regangan (\mathcal{E}).....	7
2.3	Diagram respons spektrum gempa rencana	24
2.4	Wilayah Gempa Indonesia.....	27
2.5	Nomogram Untuk Panjang Efektif Kolom Pada Portal.....	32
2.6	Harga kc	32
2.7	Macam-macam struktur komposit	34
2.8	Lebar efektif.....	36
2.9	Distribusi tegangan pada balok komposit.....	32
2.10	Macam-macam <i>Shear Connector</i> dan bentuknya.....	39
2.11	Sambungan Balok Rangka.....	43
2.12	Macam – Macam Sambungan Kolom	44
2.13	Sambungan Pelat Ujung	46
2.14	Sambungan Dasar Kolom	48
2.15	Baut A325 dan Baut A490.....	49
2.16	Sambungan balok-kolom	50
2.17	Jarak Pemasangan Baut	53
2.18	Macam – Macam Las <i>Groove</i>	56
2.19	Macam – Macam Las <i>Fillet</i>	57
2.20	Macam – Macam Las <i>Slot Dan Plug</i>	58
4.1	Pembagian Luasan Atap	66
4.2	Pembebanan Atap	71

4.3	Pembebanan Angin Ujung Atap	73
4.4	Pembebanan Angin Tengah Atap	75
4.5	Pembebanan Gording dengan Sudut 31^0	76
4.6	Pembebanan Angin Pada Gording dengan Sudut 60^0	79
4.7	Pembebanan Beban Hidup Gording dengan Sudut 60^0	80
4.8	Pembagian perataan beban plat lantai atap	84
4.9	Pembagian perataan beban plat lantai 2-6	85
4.10	Perataan beban tipe A	85
4.11	Perataan beban tipe B	86
4.12	Perataan beban tipe C	87
4.13	Perataan beban tipe D	88
4.14	Perataan beban tipe E	88
4.15	Perataan beban tipe F	89
4.16	Perataan beban tipe G	90
4.17	Perataan beban tipe H	91
4.18	Pembebanan Portal Line A=L	94
4.19	Pembebanan Portal Line B	100
4.20	Pembebanan Portal Line C	106
4.21	Pembebanan Portal Line D	112
4.22	Pembebanan Portal Line E	118
4.23	Pembebanan Portal Line F	124
4.24	Pembebanan Portal Line G	130
4.25	Pembebanan Portal Line H	136
4.26	Pembebanan Portal Line I	142
4.27	Pembebanan Portal Line J	148
4.28	Pembebanan Portal Line K	154
4.29	Pembebanan Portal Line 1	156
4.30	Pembebanan Portal Line 2	159
4.31	Pembebanan Portal Line 3	161

4.32 Pembebanan Portal Line 4	164
4.32 Pembebanan Portal Line 5	166
4.33 Pembebanan Portal Line 6	168
4.36 Pembagian Gempa Arah X – X	169
4.37 Pembagian Gempa Arah Y – Y	170
4.38 Pembagian Beban Gempa Lantai Atap.....	171
4.39 Denah Lantai Atap.....	172
4.40 Pembagian Beban Gempa Lantai 6.....	176
4.41 Denah Lantai 6.....	176
4.42 Pembagian Beban Gempa Lantai 5.....	178
4.43 Denah Lantai 5.....	179
4.44 Pembagian Beban Gempa Lantai 4.....	181
4.45 Denah Lantai 4.....	181
4.46 Pembagian Beban Gempa Lantai3.....	183
4.47 Denah Lantai 3.....	184
4.48 Pembagian Beban Gempa Lantai 2.....	186
4.49 Denah Lantai 2.....	186
4.50 Wilayah Gempa	189

DAFTAR NOTASI

- A = luas baut (cm^2)
- A_g = luas penampang kotor (mm^2)
- b = lebar pelat (mm)
- b_{eff} = lebar efektif plat.
- C_1 = faktor respons gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi
- d = diameter baut (cm)
- E = modulus elastisitas baja (MPa)
- F_t = tegangan tarik (kg/cm^2)
- F_R = tegangan ideal (kg/cm^2)
- F_V = tegangan geser (kg/cm^2)
- f_c' = kuat tekan beton (MPa)
- f_y = tegangan leleh baja (MPa)
- f_p = tegangan proporsional (MPa)
- f_{cr} = tegangan tekan kritis (MPa)
- F_e = elastisitas tekuk
- G = modulus Geser = 80.000 MPa
- h = tinggi profil (cm)
- I_1 = adalah faktor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.
- I_2 = adalah faktor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan umur gedung tersebut.
- I_b = momen inersia pada balok (mm^4)
- I_c = momen inersia pada kolom (mm^4)

- K = faktor panjang efektif kolom
- k_c = faktor panjang tekuk
- L_c = panjang kolom (mm)
- L_b = panjang balok (mm)
- L = panjang teoritis kolom (mm)
- L_{kx} = adalah panjang tekuk komponen struktur tersusun pada arah tegak lurus sumbu $x-x$, dengan memperhatikan pengekang lateral yang ada, dan kondisi jepitan ujung-ujung komponen struktur (mm)
- L_{ky} = adalah panjang tekuk komponen struktur tersusun pada arah tegak lurus sumbu $y-y$, dengan memperhatikan pengekang lateral yang ada, dan kondisi jepitan ujung-ujung komponen struktur (mm)
- M = Momen (kgm)
- n = jumlah baut
- P = gaya tarik (kg)
- r = jari-jari girasi (cm)
- s = jarak antara baut (cm)
- s_1 = jarak dari sumbu baut yang paling luar ke tepi bagian yang disambung (cm)
- T = gaya tekan (kg)
- T_1 = waktu getar alami fundamental dinyatakan dalam (detik)
- t_p = tebal pelat ujung
- t_f = tebal flens (cm)
- t = tebal sayap pelat (mm)
- t_w = tebal badan pelat (mm)
- V = tegangan geser pada baut (kg/cm^2)

W = lebar pelat ujung (cm)

W_i = berat lantai tingkat ke-i (kg)

W_t = berat total gedung (kg)

Z_i = ketinggian lantai tingkat ke-i (m)

λ_r = batas maksimum untuk penampang tak-kompak

λ_p = batas maksimum untuk penampang kompak

Ω = faktor keamanan= 0,85

$\bar{\tau}_i$ = tegangan geser yang diijinkan (kg/cm^2)

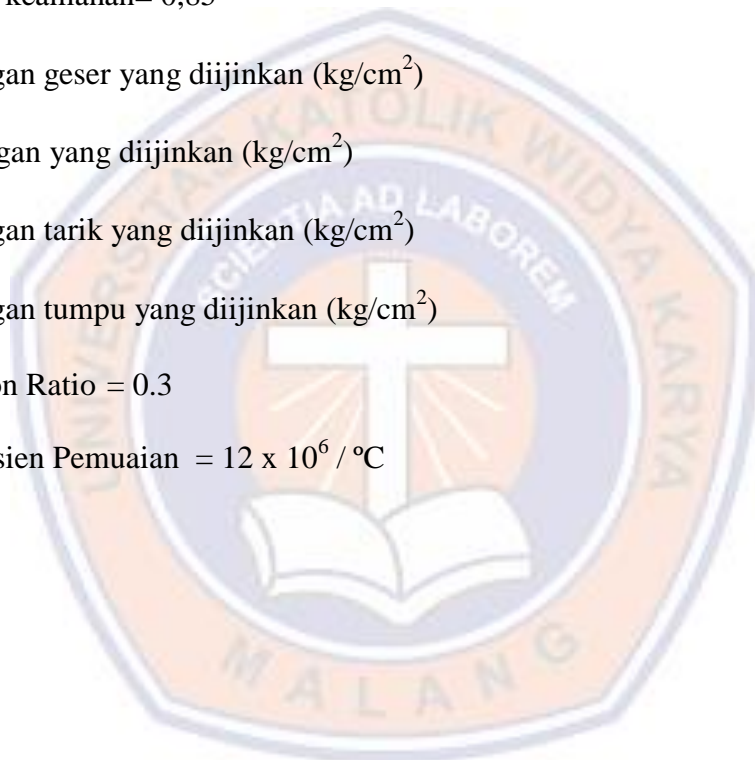
$\bar{\sigma}$ = tegangan yang diijinkan (kg/cm^2)

$\bar{\tau}_{ta}$ = tegangan tarik yang diijinkan (kg/cm^2)

$\bar{\tau}_{tu}$ = tegangan tumpu yang diijinkan (kg/cm^2)

μ = poisson Ratio = 0.3

α = Koefisien Pemuaian = $12 \times 10^6 / ^\circ\text{C}$



Studi Alternatif Perencanaan Portal Baja Dengan Metode ASD Pada Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

ABSTRAKSI

Struktur baja cukup banyak diminati karena baja adalah suatu jenis bahan bangunan yang berdasarkan pertimbangan aman, nyaman, ekonomis, sifat, dan kekuatannya tepat dalam memikul beban tarik. Oleh karena itu baja banyak dipakai sebagai bahan struktur. Maka dalam penulisan skripsi ini, penulis ingin memahami bagaimana merancang struktur yang aman dan nyaman dengan metode *Allowable Stress Design* (ASD).

Metode menghitung dimulai dengan menentukan dimensi profil, pembagian perataan beban dan perhitungan pembebanan portal dan untuk analisisnya menggunakan program Staad Pro 3D.

Hasil perhitungan dengan menggunakan dimensi penampang untuk kolom WF 400 x 300 x 9 x 14, balok induk WF 400 x 300 x 9 x 14 dan balok anak WF 350 x 150 x 6.5 x 11 menghasilkan struktur yang aman dan nyaman dengan tegangan yang terjadi pada balok sebesar $\omega \cdot \sigma_{maks} = 1125,15 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$, lendutan sebesar $\Delta_{maks} = 0,0034 \text{ cm} < \Delta_{ijin} = 1,2$. Tegangan pada kolom sebesar $\omega \cdot \sigma_{maks} = 462,656 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan pada sambungan menggunakan baut A325 dengan diameter 7/8" gaya geser yang terjadi sebesar $P = 165,25 \text{ kg} < P_{ijin} = 3647,42 \text{ kg}$ dan gaya tarik 1 baut sebesar $P = 17178,96 \text{ kg} < P_{ijin} = 34042,62 \text{ kg}$.

Kata Kunci : Baja, balok, kolom, lendutan, sambungan, tegangan

BAB I**PENDAHULUAN****1.1 Latar Belakang**

Struktur baja cukup banyak diminati pada zaman sekarang, hal ini dapat dilihat dari pembangunan gedung – gedung bertingkat tinggi seperti Menara Berkembar Petronas di Malaysia, Burjka Kalifa di Dubai yang dibangun menggunakan baja karena baja adalah suatu jenis bahan bangunan yang berdasarkan pertimbangan aman, nyaman ekonomis, sifat, dan kekuatannya tepat dalam pemikul beban tarik dan memiliki kekuatan yang tinggi, sehingga dapat mengurangi ukuran atau dimensi struktur serta mengurangi pula berat sendiri dari struktur. Oleh karena itu baja banyak dipakai sebagai bahan struktur, misalnya untuk rangka utama bangunan bertingkat sebagai kolom dan balok. Baja memiliki keseragaman dan keawetan yang tinggi, tidak seperti halnya material beton bertulang yang terdiri dari berbagai macam bahan penyusun, Beberapa keuntungan lain pemakaian baja sebagai material konstruksi adalah kemudahan penyambungan antar elemen yang satu dengan lainnya menggunakan alat sambung las atau baut.

Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Industri terletak di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Jl.Mayjend Hariyono 167 Malang dengan luas lantai 561,60 m² dan tingginya 37,55 m yang mempunyai 7 (tujuh) lantai. Struktur awal gedung tersebut menggunakan beton bertulang. Kekurangan dari konstruksi beton antara lain : proses pengerjaan beton bertulang memerlukan waktu yang lama, selain itu berat sendiri yang relatif berat juga menjadi

permasalahan dalam konstruksi. Maka dalam penulisan skripsi ini, penulis ingin memberikan alternatif struktur gedung tersebut dengan struktur baja, dimana analisisnya menggunakan metode ASD yang dibantu dengan program Staad Pro 2004.

Prinsip dari Metode *Allowable Stress Design* (ASD) sendiri yaitu tegangan akibat beban kerja harus lebih kecil atau sama dengan tegangan leleh yang diijinkan (f_y). Untuk memastikan bahwa tegangan yang terjadi tidak melebihi tegangan leleh (f_y) maka diberikan faktor keamanan terhadap tegangan izin yang boleh terjadi (Ω). Penggunaan konsep ini sangat praktis, mengingat perhitungan-perhitungan yang dilakukan sangat sederhana. Beban-belan atau biasa disebut dengan beban kerja dihitung secara pasti, kombinasi pembebanan berdasarkan kemungkinan-kemungkinan yang pasti saja dan dalam penentuan kombinsai tersebut tidak dipertimbangkan kemungkinan timbulnya beban-belan yang berbeda. Analisis struktur dilakukan pada perilaku elastik, tegangan-tegangan yang terjadi tidak memperhitungkan apakah terjadinya tegangan berdasarkan tingkat kesulitan dalam menganalisis, tingkat pengetahuan yang terdapat pada subyek perhitungan dan tingkat kehancuran yang akan terjadi jika ada kegagalan pada bagian tersebut. Walaupun begitu, metoda ini masih banyak digunakan hingga saat ini, mengingat kepraktisan dan kesederhanaannya dalam perhitungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam skripsi ini adalah :

Bagaimana merancang struktur baja yang aman dan nyaman dengan metode ASD ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk :

Memahami perencanaan struktur baja yang aman dan nyaman dengan metode ASD.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penulisan skripsi ini adalah agar mampu :

- a. Merencanakan struktur balok, kolom dan sambungan.
- b. Menjadi referensi bagi mahasiswa yang lain waktu mengerjakan skripsi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam skripsi ini antara lain :

- a. Perencanaan dimensi balok,
- b. Perencanaan dimensi kolom, dan
- c. Perencanaan sambungan,
- d. Struktur dianalisis secara 3D menggunakan *software* bantu STAAD Pro,
- e. Perhitungan berat sendiri profil dimasukan secara otomatis di dalam input program STAAD Pro.