

TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR BAJA PADA PROYEK PEMBANGUNAN KANTOR DINAS PU DI MANADO

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Studi Pada
Program Studi Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Boby Senggasi
NIM. 12 012 065

Pembimbing

Ir. Chris Hombokau. MT
NIP : 19621225 199403 1 001

Olivia Moningka, ST. M.Ars
NIP : 19751011 200312 2 002



KEMENRTIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2016

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur merupakan bagian dari pengembangan ekonomi setiap negara, khususnya pembangunan gedung. Dalam hal ini perkembangan setiap bangsa, salah satunya dengan pembangunan infrastruktur. Struktur bangunan terdiri atas dua bagian besar yaitu struktur atas dan struktur bawah. Dalam penulisan tugas akhir ini akan secara khusus membahas tentang struktur atas terlebih khusus pada dimensi baja, kuat sambungan antar kolom dan kuda-kuda, ikatan angin dan juga sambungan kolom (*baseplate*) dengan pondasi.

Pada proyek pembangunan gedung ini menggunakan struktur atas baja dengan material profil baja.

Mengingat pentingnya fungsi profil baja untuk dimensi penampang maka sebagai salah satu struktur bangunan maka dipandang perlu untuk mendesain kembali perencanaan pada Gedung Kantor Dinas PU di Manado. Oleh karena itu judul atau topik yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini yaitu “DESAIN STRUKTUR BAJA PADA PROYEK PEMBANGUNAN KANTOR DINAS PU DI MANADO”.

Di dalam tugas akhir ini akan menghitung struktur atas pada bangunan Kantor Dinas PU yang pada akhirnya diperoleh dimensi kolom dan kuda-kuda serta sambungan struktur atas pada rangka atap, ikatan angin dan juga kuat ikatan pertemuan antara kolom (*Baseplate*) dengan pondasi.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk menganalisa konstruksi portal baja pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Dinas PU Manado. Tujuan dari penulisan tugas akhir yaitu sebagai berikut :

1. Menghitung dimensi penampang pada struktur kolom dan atap.
2. Mendesain ikatan pertemuan antara kolom dan kuda-kuda.
3. Mendesain ikatan angin.
4. Mendesain ikatan sambungan kolom (*baseplate*) dan pondasi pendestal.

1.3 Pembatasan Masalah

Ruang Lingkup pembahasan tugas akhir ini dibatasi pada:

1. Perhitungan Dimensi menggunakan *software* SAP 2000 V.14
2. Menghitung sambungan kolom dan kuda-kuda serta sambungan kolom (*baseplate*) dan pondasi dengan metode pendekatan.
3. Menghitung ikatan angin dengan menggunakan dimensi pada pelaksanaan proyek.

1.4 Metodologi Penulisan

Metodologi penulisan tugas akhir yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Metode Observasi

Observasi dilakukan selama proses Praktek Kerja Lapangan (PKL) yang diambil data-data berupa pengamatan di lapangan, hasil wawancara dengan pihak kontraktor dan konsultan pengawas dan beberapa data seperti gambar perencanaan Proyek Gedung Kantor Dinas PU di Manado.

2. Studi Pustaka

Penyusunan data pendukung yang berasal dari refrensi buku, artikel, dan jurnal ilmiah yang dapat menjelaskan dan memberikan gambaran terkait pemecahan masalah untuk struktur rangka baja.

3. Proses pembimbingan

Melakukan proses asistensi terhadap perkembangan dari penyusunan tugas akhir kepada dosen pembimbing untuk membantu dalam pemecahan masalah terkait dengan pembahasan pada topik tugas akhir.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam pembahasan dan uraian yang lebih terperinci, maka tugas akhir disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, pembatasan masalah serta sistematika penulisan yang digunakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan mengenai kajian pustaka mengenai topik pembahasan tugas akhir seperti peraturan-peraturan yang mengatur tentang perhitungan struktur perhitungan rangka baja.

BAB III PEMBAHASAN

Pada bab ini diuraikan mengenai masalah yang dibahas pada perhitungan struktur pada bangunan Kantor Dinas PU di Manado, dan dimensi serta sambungan struktur atas pada rangka atap dan kuat ikatan pertemuan antara pondasi dengan kolom (*Baseplate*).

BAB IV PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dan rekomendasi dari hasil penulisan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi refrensi yang digunakan oleh penulis yang menunjang penulisan tugas akhir

LAMPIRAN

Berisi lampiran-lampiran berupa data pendukung tugas khusus dan gambar proyek

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Baja

2.1.1 Pengertian Baja

Baja merupakan salah satu bahan bangunan yang unsur utamanya terdiri dari besi. Baja ditemukan ketika dilakukan penempaan dan pemanasan yang menyebabkan tercampurnya besi dengan bahan karbon pada proses pembakaran, sehingga membentuk baja yang mempunyai kekuatan yang lebih besar dari pada besi.

2.1.2 Baja Sebagai Bahan Konstruksi

Mulai dari tahap perencanaan kita sudah dapat menentukan dan memutuskan bahan bangunan yang akan kita gunakan dalam proses pembangunan. Salah satu bahan yang sering digunakan adalah baja. Baja memiliki kekuatan yang sangat besar baik terhadap tarik maupun tekan.

Dengan baja yang dimaksud suatu bahan dengan keserba-samaan yang besar, terutama terdiri atas Ferrum (Fe) dalam bentuk hablur dan 1.7% karbon (C), zat arang itu didapat dengan membersihkan bahan pada temperatur yang sangat tinggi. Bahan dasar untuk pembuatan baja ialah “Besi mentah atau disebut juga besi kasar”, yang dihasilkan dari dapur tinggi. Besi kasar adalah hasil pertama dan merupakan hasil sementara dari pengolahan biji-biji besi dan belum dapat digunakan sebagai bahan konstruksi dan besi tempa karena sifatnya masih rapuh, disamping itu juga unsur-unsur yang bercampur dalam besi kasar, misalnya karbon, silikon, pospor masih sangat tinggi. Baja struktur adalah suatu jenis baja yang berdasarkan pertimbangan ekonomi, kekuatan, dan sifatnya cocok sebagai pemikul beban dengan beberapa keuntungan :

- Memiliki sifat elastisitas (dapat kembali ke posisi awal jika beban ditiadakan);
- Dapat dibongkar pasang (dipakai berulang-ulang);
- Memiliki kekuatan yang cukup tinggi dan merata (walau massa jenis besar tetapi berat baja memiliki berat sendiri yang rendah karena penampang yang kecil) ;

- Dapat disambung dengan las yang tidak memiliki perlemahan penampang;
- Tahan lama jika dipelihara.

Disamping itu kerugian baja adalah :

- Memerlukan perawatan dan pemeliharaan teratur
- Kekuatannya dipengaruhi temperatur
- Karena batang-batang baja kebanyakan langsing, maka bahaya tekuk mudah terjadi.

2.1.3 Sifat Bahan Baja

Sifat baja yang terpenting dalam penggunaannya sebagai bahan konstruksi adalah kekuatannya yang tinggi, dibandingkan dengan material lain. Baja merupakan bahan campuran besi (Fe), 1.7% zat arang atau karbon (C), 1.65% mangan (Mn), 0.6% silikon (Si), dan 0.6% tembaga (Cu). Baja dihasilkan dengan bahan pencampur yang sesuai, dalam tungku temperatur tinggi untuk menghasilkan massa-massa besi basar, selanjutnya dibersihkan untuk menghilangkan kelebihan zat arang dan kotoran – kotoran lain.

Berdasarkan presentase zat arang yang dikandung, baja dapat dikategorikan sebagai berikut :

1. Baja dengan presentase zat arang rendah (*low carbon steel*) yakni lebih kecil dari 0.15%.
2. Baja dengan presentase zat arang ringan (*mild carbon steel*) yakni 0.15% - 0.29%.
3. Baja dengan presentase zat arang sedang (*medium carbon steel*) yakni 0.30% - 0.59%.
4. Baja dengan presentase zat arang tinggi (*high carbon steel*) yakni 0.60% - 1.7%.

Baja dengan bahan struktur termasuk kedalam baja yang presentase zat arang yang ringan (*mild carbon steel*), semakin tinggi zat arang terkandung didalamnya, maka semakin tinggi nilai tegangan lelehnya, sifat – sifat bahan struktur yang paling penting dari baja adalah sebagai berikut :

- a. Modulus Elastisitas (E)

Modulus elastisitas untuk semua baja adalah 28000 sampai 30000 ksi atau 193000 sampai 207000 MPa. Nilai untuk desain lazimnya diambil sebesar 29000 ksi atau 200000 MPa.

b. Modulus Geser (G)

Berdasarkan Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI), nilai modulus geser baja adalah $0,81 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ atau $0,81 \times 10^5 \text{ Mpa}$.

c. Koefisien Ekspansi

Koefisien ekspansi adalah koefisien pemuaian linier. Koefisien ekspansi baja diambil 12×10^{-6} per $^{\circ}\text{C}$.

d. Tegangan Leleh

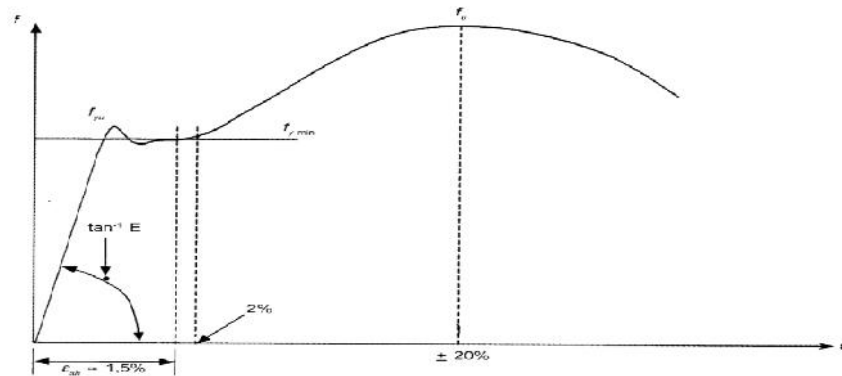
Tegangan leleh ditentukan berdasarkan mutu baja.

e. Sifat-sifat Lain Yang Penting

Sifat-sifat ini termasuk massa jenis baja, yang sama dengan 490 pfc atau $7,85 \text{ t/m}^3$.

Model pengujian yang paling tepat untuk mendapatkan sifat-sifat mekanik material baja adalah dengan melakukan uji tarik terhadap suatu benda uji baja. Uji tekan tidak dapat memberikan data yang akurat terhadap sifat-sifat mekanik material baja, karena disebabkan beberapa hal antara lain adanya potensi tekuk pada benda uji yang mengakibatkan ketidak stabilan dari benda uji tersebut, selain itu perhiyungan tegangan yang terjadi didalam benda uji lebih mudah dilakukan untuk uji tarik dari pada uji tekan

Gambar berikut menunjukkan contoh suatu hasil uji tarik material baja.



Gambar 2.1 Contoh hasil uji tarik

Sumber : Struktur Baja Metode LRFD

Titik-titik penting dalam kurva regangan tegangan antara lain :

f : batas proposional

f^p : batas elastis

f_{yu}, f_y : tegangan leleh

f_u : tegangan putus

ϵ_{3h} : regangan saat mulai terjadinefek strain-hardening (penguatan regangan)

ϵ_u : regangan saat tercapainya tegangan putus

Menurut SNI 03-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung, sifat mekanis baja struktural yang digunakan dalam perencanaan harus memenuhi persyaratan minimum yang diberikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Sifat mekanik baja struktural

Jenis Baja	Tegangan Putus Minimum, f_u (MPa)	Tegangan Leleh minimum, f_y (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sumber : SNI 03-1729-2002

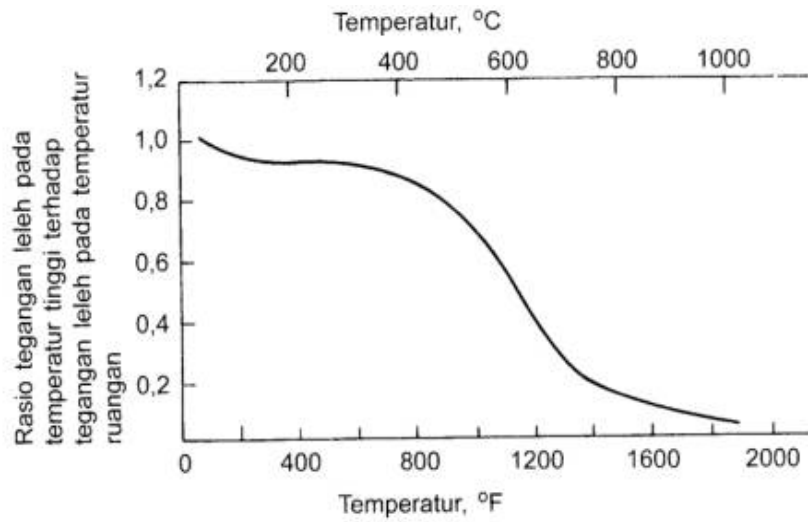
Dimana tegangan leleh (f_y) tidak boleh melebihi nilai yang diberikan. Tegangan putus untuk perencanaan (f_u) tidak boleh diambil melebihi nilai yang diberikan.

2.2 Perilaku Baja Pada Temperatur Tinggi

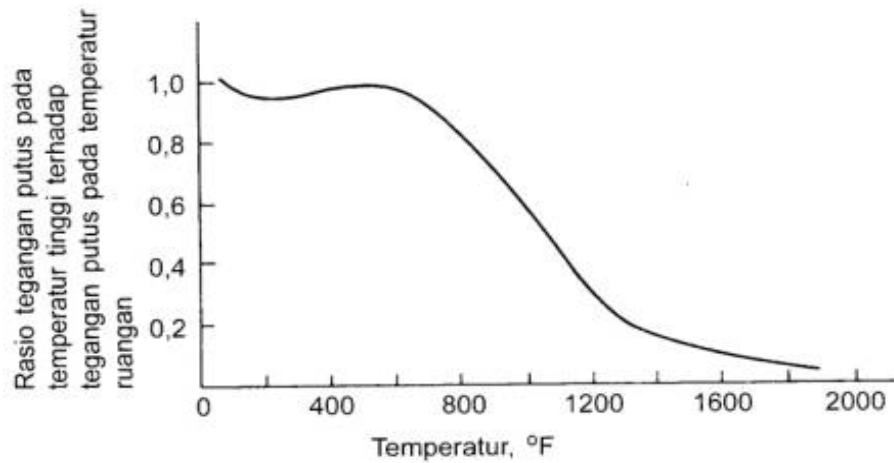
Proses desain struktur untuk suatu beban layan pada tempratur normal, biasanya jarang sekali memperhitungkan perilaku material pada tempratur tinggi. Pengetahuan mengenai sifat-sifat/perilaku material baja pada tempratur tinggi sangat diperlukan terutama pada saat melakukan proses pengelasan atau pada saat struktur terekpose didalam api.

Pada tempratur sekitar 93°C, kurva tegangan regangan akan berubah menjadi tak linier lagi, dan secara bersamaan titik leleh material tidak tammapak dengan jelas. Modulus elastisitas, tegangan leleh dan tegangan tarik semuanya akan tereduksi seiring dengan naiknya tempratur material. Pada tempratur antara 430 – 540° laju penurunan sifat-suifat mekanik dari baja mencapai tingkat maksimum. Tiap material baja memiliki kandungan kimia dan mikrostruktur yang berbeda-beda, namun secara umum hubungan antara kenaikan temperatur dengan reduksi sifat-sifat mekaniknya ditunjukkan pada gambar berikut. Baja dengan kandungan karbon yang cukup, seperti BJ 37, menunjukkan perileku “*strain aging*” pada kisaran tempratur 150 – 370 °C. Hal ini ditunjukkan dengan adanya sedikit kenaikan dari tegangan leleh dan tegangan tariknya. Tegangan tarik mengalami kenaikan sekitar 10% pada tempratur tersebut dan pada tempratur 260 – 320 °C tegangan leleh naik kembali seperti tempratur ruangan normal.

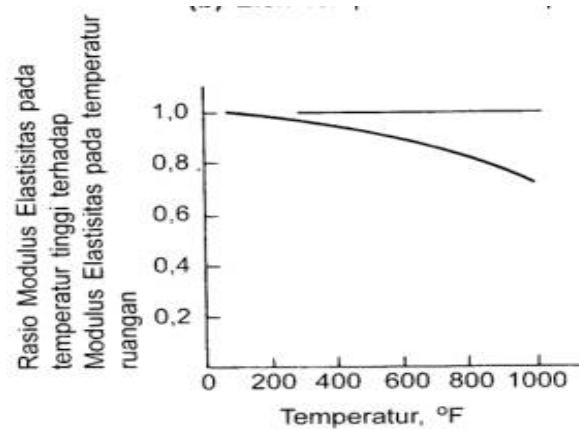
Modulus elastisitas baja tereduksi secara tepat pada tempratur diatas 540 °C. Ketika tempratur mencapai 260 – 320 °C, baja mengalami deformasi seiring dengan pertambahan waktu dibawah beban yang dikerjakan. Fenomena ini disebut dengan istilah rangkak (*creep*) yang biasanya dijumpai pada material beton, pada tempratur normal fenomena rangkak tidak dijumpai pada material baja.



(a) Efek Temperatur terhadap Tegangan Leleh



(b) Efek Temperatur terhadap Tegangan Putus



(c) Efek Temperatur terhadap Modulus Elastisitas

Gambar 2.2 Efek kenaikan temperatur terhadap sifat-sifat mekanik material

Sumber : Struktur Baja Metode LRFD

Efek lain yang terjadi pada material baja akibat kenaikan temperatur antara lain adalah naiknya tahanan impak pada takikan antara temperatur 65 – 95 °C, meningkatkan sifat getas material akibat perubahan metalurgi dari material dan naiknya ketahanan baja terhadap korosi pada temperatur 540 °C.

2.3 Keuletan Material

Penggunaan material baja dengan mutu yang lebih tinggi dari BJ 37 tanpa ada perlakuan panas (*heat treatment*) akan mengakibatkan bahan tidak memiliki daktilitas yang baik dan bahan yang getas / mudah patah, sehingga penggunaan material yang demikian perlu mendapat perhatian yang lebih dari seorang perencana struktur. Dalam perencanaan struktur baja, keuletan material (*toughness*) adalah ukuran suatu material untuk menahan terjadinya putus (*fracture*) atau dengan kata lain adalah kemampuan untuk menyerap energi. Keuletan material dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk menahan terjadinya perambatan retak akibat adanya takikan pada badan material. Retak yang merambat akan mengakibatkan keruntuhan getas pada material.

Dalam uji tarik uniaksial, keuletan material dapat dihitung sebagai luas total dari kurva tegangan-regangan hingga titik putus benda uji (pada saat kurva tegangan-regangan berakhir). Karena uji tarik uni aksial jarang dijumpai pada struktur yang sebenarnya, maka indeks keuletan bahan dapat diukur berdasarkan kondisi tegangan yang lebih kompleks yang terjadi pada suatu takikan.

2.3.1 Keruntuhan Getas

Keruntuhan getas adalah merupakan suatu keruntuhan yang terjadi secara tiba-tiba tanpa didahului deformasi plastis, terjadi dengan kecepatan yang sangat tinggi. Keruntuhan ini dipengaruhi oleh temperatur, kecepatan pembebanan, tingkat tegangan, tebal pelat, dan sistem pengerjaan.

Secara garis besar, faktor-faktor yang dapat menimbulkan keruntuhan getas pada suatu elemen struktur ditampilkan dalam tabel berikut ini :

Tabel 2.2 Faktor-faktor yang potensial menimbulkan keruntuhan getas

No	Faktor Pengaruh	Efek
1	Tempratur	Makin tinggi tempratur makin besar peluang terjadinya keruntuhan getas
2	Tegangan tarik	Keruntuhan getas hanya dapat terjadi dibawah tegangan tarik
3	Ketebalan material	Makin tebal material baja makin besar peluang terjadinya keruntuhan getas.
4	Kontinuitas dimensi	Menimbulkan efek teegangan multiaksialyang cenderung mengekang proses leleh baja dan meningkatkan kecendrungan terjadinya keruntuhan getas.
5	Takikan	Adanya takikan akan menuingkatkan potensi keruntuhan getas
6	Kecepatan pembebanan	Kecepatan pembebanan Makin cepat kelajuan pembeban makin besar pula peluang terjadinya keruntuhan getas.
7	Perubahan laju tegangan	Naiknya kelajuan tegangan akan meningkatkan potensi keruntuhan getas.
8	Las	Retakan pada las akan dapat beraksi sebagai suatu takikan

Sumber: Struktur baja metode LRFD

2.4 Keruntuhan Leleh

Pembebanan yang bersifat siklik (khususnys beban tarik) dapat menyebabkan keruntuhan, meskipun teganggan leleh baja tak pernah tercapai. Keruntuhan ini dinamakan keruntuhan lelah (*fatigue failure*). Keruntuhan lelah dipengaruhi 3 faktor yakni:

- a. Jumlah siklus pembebanan.
- b. Daerah tegangan layan (pembebanan antara tegangan maksimum dan minimum).
- c. Cacat-cacat dalam material tersebut, seperti retak-retak kecil.

Pada proses pengelasan cacat dapat diartikan sebagai takikan pada pertemuan antara dua elemen yang disambung. Lubang baut yang mengakibatkan dikontinuitas pada elemen juga dapat dikategorikan sebagai cacat pada elemen tersebut. Cacat-cacat kecil dalam suatu elemen dapat diabaikan dalam suatu proses desain struktur, namun pada struktur yang mengalami beban-beban siklik, maka retakan akan makin bertambah panjang untuk tiap siklus pembebanan sehingga akan mengurangi kapasitas elemen untuk memikul beban layan. Mutu baja tidak terlalu mempengaruhi keruntuhan lelah ini.

2.5 Dasar Perencanaan Struktur Baja

Desain struktur harus memenuhi kriteria kekuatan (*strength*), kemampuan layan (*serviceability*) dan ekonomis (*economy*).

2.5.1 Kekuatan

Berkaitan dengan kemampuan umum dan keselamatan struktur pada kondisi pembebanan yang ekstrem. Struktur diharapkan mampu bertahan meskipun terkadang mendapat beban yang berlebihan tanpa mengalami kerusakan dan kondisi yang membahayakan selama waktu pemakaian struktur tersebut.

2.5.2 Kemampuan layan

Mengacu pada fungsi struktur yang sesuai, berhubungan dengan tampilan, stabilitas dan daya tahan, mengatasi pembebanan, defleksi, vibrasi, deformasi permanen, retakan dan korosi, serta persyaratan-persyaratan lainnya

2.5.3 Ekonomis

Mengutamakan pada keseluruhan persyaratan biaya material, pelaksanaan konstruksi dan tenaga kerja, mulai tahapan perencanaan, pabrikasi, pendirian dan pemeliharaan. Secara umum, ada dua filosofi perencanaan dipakai dewasa ini, yaitu :

2.5.4 Perencanaan tegangan kerja-elastis

Elemen struktural harus direncanakan sedemikian rupa hingga tegangan yang dihitung akibat beban kerja, atau servis tidak melampaui tegangan ijin yang telah

ditetapkan. tegangan ijin ini ditentukan oleh peraturan bangunan atau spesifikasi untuk mendapat faktor keamanan terhadap tercapainya tegangan batas, seperti tegangan leleh minimum atau tegangan tekuk (*buckling*). Tegangan yang dihitung harus berada dalam batas elastisitas, yaitu tegangan sebanding dengan regangan.

2.5.5 Perencanaan keadaan batas

Filosofi ini meliputi metode yang umumnya disebut “perencanaan kekuatan batas”, “perencanaan kekuatan”, “perencanaan plastis”, “perencanaan faktor beban”, “perencanaan batas”, dan yang terbaru “perencanaan faktor daya tahan dan beban” (LRFD/*Load and Resistance Factor Design*).

Keadaan batas adalah istilah umum yang berarti “suatu keadaan pada struktur bangunan dimana bangunan tersebut tidak bisa memenuhi fungsi yang telah direncanakan”. Keadaan batas dapat dibagi atas kategori kekuatan dan kemampuan layan.

- Keadaan batas kekuatan (keamanan) adalah kekuatan daktilitas maksimum (kekuatan plastis), tekuk, leleh, pecah, guling dan geser.
- Keadaan batas kemampuan layan berhubungan dengan penghunian bangunan, seperti lendutan, getaran, deformasi permanen, dan retak.

Dalam perencanaan keadaan batas, keadaan batas kekuatan atau batas yang berhubungan dengan keamanan dicegah dengan mengalikan suatu faktor pada pembebanan. Berbeda dengan perancangan tegangan kerja meninjau keadaan pada beban kerja, peninjauan pada perencanaan keadaan batas ditujukan pada ragam keruntuhan atau keadaan batas dengan membandingkan keamanan pada kondisi keadaan batas.

2.6 Analisa Struktur dengan Metode Plastisitas (Metode ultimate)

Dalam analisa perancangan struktur (design) dapat menggunakan metode-metode sebagai berikut:

2.6.1 Analisis Elastis

Analisis struktur secara elastis memakai asumsi bahwa tegangan yang terjadi pada stuktur masih terletak dalam batas elastis dan defleksinya kecil. Dengan analisis elastis sebagian besar dari struktur tersebut akan bertegangan rendah dan dapat menimbulkan pemborosan.

Analisis elastis dilakukan dengan menghitung gaya-gaya dalam pada struktur (seperti gaya aksial, gaya geser, momen serta puntir) akibat gaya luar yang bekerja. Gaya-gaya dalam yang terjadi masih dalam batas elastis. Beberapa contoh penyelesaian analisis elastis : metode cross, matrix kekakuan, termasuk metode elemen hingga.

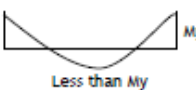
Analisis elastis dapat dilakukan dengan mudah pada semua jenis struktur, karena gaya-gaya yang terjadi masih dalam batas-batas elastis, maka analisis elastis dapat dipakai pada struktur dari semua jenis bahan. Hasil dari perhitungan analisis elastis yang berupa gaya-gaya dalam yang terjadi umumnya digunakan untuk memeriksa keamanan struktur atau untuk design / perancangan.

2.6.2 Analisis Plastis

Analisis struktur secara plastis memanfaatkan kemampuan struktur secara penuh hingga beban batas akhir (*ultimate load*) sehingga timbul bentuk plastis dengan kekuatan struktur sampai tegangan lelehnya.

Analisis plastis pada umumnya digunakan untuk menentukan besarnya beban runtuh pada suatu struktur serta perilaku keruntuhan. Gaya-gaya dalam yang terjadi telah melebihi batas elastis dan defleksi yang terjadi cukup besar. Dengan demikian analisis plastis hanya dapat diterapkan pada struktur dari bahan yang bersifat daktil, seperti baja dan beton bertulang dengan pendaktailan yang baik.

Dalam analisis plastis digunakan persamaan matematik yang relatif sederhana dan lebih mudah dibanding persamaan pada analisis elastis, analisis plastis cocok untuk perhitungan struktur statis tak tentu berderajat banyak, seperti portal, portal beratap lancip dan balok menerus.

Plastic		Elastic	
	mechanism	continuity	
	Equilibrium		
	plastic moment	yield	

Gambar 2.3 Contoh kondisi struktur pada analisis plastis dan analisis elastis

2.7 Portal

Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan dengan fungsi menahan beban sebagai suatu kesatuan lengkap yang berdiri sendiri dengan atau tanpa dibantu oleh diafragma horizontal atau sistem lantai. Pada dasarnya sistem struktur bangunan terdiri dari 2 (dua), yaitu dari portal terbuka dan portal tertutup.

2.7.1 Portal Terbuka

Portal terbuka yaitu diman seluruh momen-momen dan gaya yang bekerja pada konstruksi ditahan sepenuhnya oleh pondasi, sedangkan sloof hanya berfungsi untuk menahan dinding saja.

2.7.2 Portal Tertutup

Portal tertutup yaitu diman momen-momen dan gaya yang bekerja pada konstruksi ditahan terlebih dahulu oleh sloof / beam kemudian diratakan, kemudian sebagian kecil beban dilimpahkan ke pondasi. Sloof beam berfungsi sebagai pengikat kolom yang satu dengan yang lain untuk mencegah terjadinya *Differential Settlement*.

2.7.3 Beban – beban Pada Portal

Beban suatu konstruksi bangunan dapat dibedakan dalam :

1. Beban mati/tetap

Beban mati/tetap adalah beban yang berasal dari berat bangunan atau unsur bangunan termasuk segala unsur tambahan yang merupakan satu kesatuan dengannya. Pada perencanaan rangka atap, beban mati dihitung juga dengan berat gording. Perhitungan berat gording didapat dari berat profil yang dapat dikalikan dengan jarak antar kuda-kuda.

2. Beban hidup/tidak tetap

Beban hidup/tidak tetap adalah semua muatan yang tidak tetap kecuali muatan angin, gempa dan pengaruh-pengaruh khusus yang misalnya selisih suhu, susut dan lain-lain. Beban hidup pada rangka atap diambil 100kg/m.

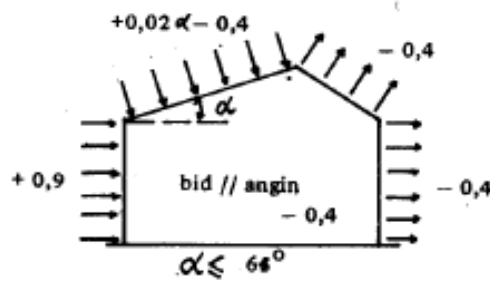
3. Beban angin

Beban angin ditentukan dengan anggapan adanya tekanan positif dan tekanan negatif (isap) yang bekerja tegak lurus bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan ini dapat diperoleh dengan mengalikan koefisien angin dengan tekanan tiup dari angin.

Tekanan tiup angin minimum 25kg/m². tekanan tiup untuk lokasi di laut atau tepi laut (sampai jarak 5 km dari pantai) minimum 40 kg/m². Untuk daerah-daerah dekat laut dan daerah lain dimana kecepatan-kecepatan angin mungkin menghasilkan tekanan tiup yang lebih besar dari pada yang ditentukan maka tekanan tiup harus ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{V^2}{16} \text{ (kg/cm}^2\text{)}, \text{ dimana } V \text{ adalah kecepatan angin}$$

Beban angin dibedakan atas 2 jenis yaitu beban angin datang (positif) dan beban angin hisap (negatif). Beban angin datang adalah beban angin yang searah dengan gravitasi bumi, sedangkan angin hisap adalah beban angin yang berlawanan dengan gravitasi bumi. Beban angin menjadi isap berdasarkan sudut yang dibentuk antara kolom dan kuda-kuda bangunan (sisi atap). Apabila sudut yang dibentuk lebih besar dari 20° maka beban angin akan datang, sedangkan sudut yang dibentuk lebih kecil dari 20° maka beban angin yang terjadi isap. Karena rumus koefisien beban angin yang diberikan pada struktur kuda-kuda adalah $0.02\alpha - 0.4$, selain itu untuk beban angin hisap sudah mendapatkan faktor reduksi seperti rumus diatas.



Gambar 2.4 Koefisien angin pada struktur kuda-kuda

2.8 Batang tekan

Pada struktur baja terdapat 2 (dua) macam batang tekan, yaitu :

1. Batang yang merupakan bagian dari suatu rangka batang. Batang ini dibebani gaya tekan aksial searah panjang batangnya. Umumnya pada suatu rangka batang, batang-batang tepi atas merupakan batang tekan.
2. Kolom merupakan batang tekan tegak yang bekerja untuk menahan balok-balok loteng, balok lantai, dan rangka atap, dan selanjutnya menyalurkan beban-beban tersebut ke pondasi.

Batang-batang lurus yang mengalami tekanan akibat bekerjanya gaya-gaya aksial dikenal dengan sebutan kolom. Untuk kolom-kolom yang pendek ukurannya, kekuatannya ditentukan berdasarkan kekuatan leleh dari bahannya. Untuk kolom-kolom yang panjang kekuatannya ditentukan faktor tekuk elastis yang terjadi, sedangkan untuk kolom-kolom yang ukurannya sedang, kekuatannya ditentukan oleh faktor tekuk plastis yang terjadi.

Sebuah kolom yang sempurna yaitu kolom yang dibuat dari bahan yang bersifat isotropis, bebas dari tegangan-tegangan sampingan, dibebani pada pusatnya serta mempunyai bentuk lurus, akan mengalami perpendekan yang seragam akibat terjadinya regangan tekan yang seragam pada penampangnya.

Kalau beban yang bekerja pada kolom ditambah besarnya secara berangsur-angsur, maka akan mengakibatkan kolom akan mengalami lenturan lateral dan kemudian mengalami keruntuhan akibat terjadinya lenturan tersebut. Beban yang mengakibatkan terjadinya lenturan lateral pada kolom disebut beban kritis dan merupakan beban maksimum yang masih dapat ditahan oleh kolom dengan aman.

Keruntuhan batang tekan dapat terjadi dalam 2 kategori, yaitu :

1. Keruntuhan yang diakibatkan terlampauinya tegangan leleh. Hal ini umumnya terjadi pada batan tekan yang pendek.
2. Keruntuhan yang diakibatkan terjadinya tekuk. Hal ini terjadi pada batang tekan yang langsing.

2.9 Sambungan Baut

Elemen-elemen yang menyusun struktur baja harus digabungkan satu dengan yang lain dengan suatu sistem sambungan.

Sambungan berfungsi menyatukan elemen-elemen dan menyalurkan beban dari satu bagian ke bagian yang lain .

Sistem Sambungan

Elemen yang disambung

1. Jenis penyambung : las, baut, paku keling
2. Pelat penyambung (dan pelat pengisi)

Paku Keling (Rivet)

1. Dasar perhitungan untuk sambungan baut dan paku keling adalah sama, yang membedakan adalah cara pelaksanaan dan bahan yang dipakai.
2. Sambungan keling umumnya terbuat dari mutu normal.
3. Sambungan keling dipasang dengan pemanasan awal. Pada saat membara, material keling diselipkan ke lubang keling dan salah satu ujungnya dipukul sementara ujung lainnya ditahan. Pukulan tersebut akan membentuk kepala keling pada ujungnya dan badan keling akan mengisi penuh lubang keling
4. Pada saat pendinginan, lubang keling akan memberikan gaya tarik awal, sehingga sambungan akan menjadi sangat fit.

Tabel 2.3 spesifikasi baut dan paku keeling

SPESIFIKASI BAUT DAN PAKU KELING

Baut	Mutu	d_b (mm)	Proof Stress (MPa)	Kuat Tarik min. , f_u (MPa)
A307	Normal	6,35 – 10,4	-	60
A325	Tinggi	12,7 – 25,4	585	825
		28,6 – 38,1	510	725
A490	Tinggi	12,7 – 38,1	825	1035
Keling	Normal		-	370

Sumber : Peraturan Pembebanan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI)

Proof stress A307 adalah $70\% \times f_u$

Proof stress A490 adalah $80\% \times f_u$

Tabel 2.4 Data Teknis baut HTB

Baut	Mutu	Tegangan geser ijin (kg/cm ²)	Tegangan tarik ijin (kg/cm ²)
A307	Normal	960	1600
A325	Tinggi	1225	3080
A490	Tinggi	1540	3780

Sumber : Peraturan Pembebanan Bangunan Baja Indonesia (**PPBBI**)

Baut memikul geser

$$N_g = (F / \phi) \cdot n \cdot N_o$$

Dimana :

ϕ = Faktor keamanan

F = Faktor gesekan permukaan untuk

permukaan bersih = 0.35

permukaan galvanis = 0.16 – 0.26

N_o = Pembebanan tarik awal (gaya pratarik awal)

Pengertian Diameter Nominal (d_n) dan Diameter Kern (d_k)

1. Diameter nominal adalah diameter yang tercantum pada nama perdagangan, misalnya M12 artinya diameter nominal (d_n) = 12 mm
2. Untuk baut tidak diulir penuh, diameter nominal adalah diameter terluar dari batang baut
3. Untuk baut ulir penuh, diameter inti (d_k) adalah diameter dalam dari batang tersebut
4. Diameter yang digunakan untuk menghitung luas penampang :
Baut tidak di ulir penuh menggunakan d_n .
Baut diulir penuh menggunakan d_k .

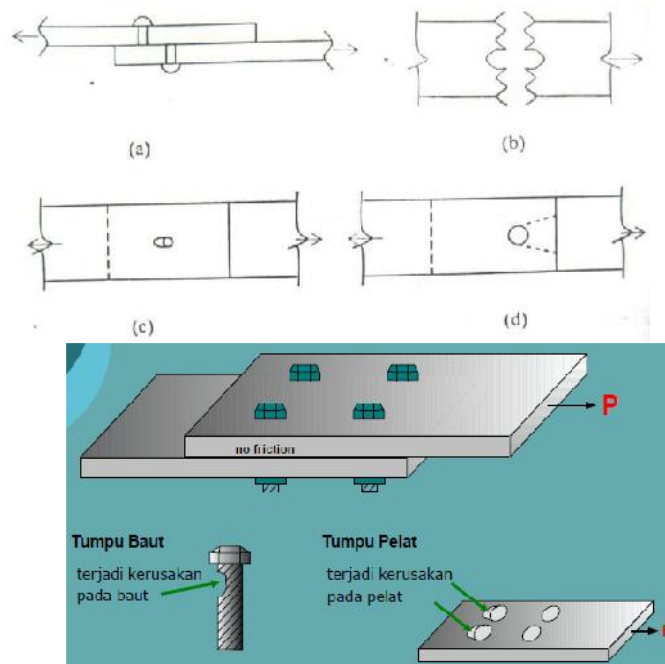
Kerusakan Sambungan

a.Kerusakan pada baut akibat geser

b.Kerusakan pada pelat lewat lubang sambungan

c.Kerusakan pada baut ataupun pelat (mana yang lebih lemah) akibat tumpu

d.Kerusakan pada tepi pelat akibat geser



Gambar 2.5 Kerusakan pada sambungan dan baut

Panduan Pemilihan Alat Sambung

- 1.Sambungan baut sesuai untuk struktur ringan dengan beban statis yang kecil, dan batang sekunder (seperti gording, pengikat, bracing, dsb)
- 2.Pelaksanaan pekerjaan baut sangat cepat, tidak memerlukan pekerja dengan kecakapan tinggi
3. Bila struktur kelak akan dibongkar pasang, baut lebih sesuai untuk digunakan dibandingkan las
4. Untuk beban fatigue, sebaiknya menggunakan baut mutu tinggi dan las
5. Pemasangan baut mutu tinggi memerlukan perhatian khusus
6. Sambungan las memerlukan baja lebih sedikit, dan penampilan sambungan baik .
7. Pada sambungan yang menerus dan rigid, sambungan las lebih sesuai
8. Pengelasan sebaiknya dikerjakan di bengkel / work shop karena pemeriksaan las di lapangan agak diragukan

9. Pekerjaan las untuk elemen batang yang sangat tebal memerlukan perhatian ekstra. Lebih sesuai jika menggunakan sambungan baut, lagipula sambungan baut lebih kecil bahanya terhadap retak dan rapuh.

2.10 Konstruksi *Baseplate* (Pelat Dasar)

Pelat dasar (*baseplate*) adalah salah satu bagian terpenting pada struktur baja, namun perancangan pelat dasar tidak terlalu menjadi perhatian oleh seorang konsultan perencanaan. Hal ini mengakibatkan mahalanya pelat dasar itu sendiri, sulit pada saat pembuatannya dan resiko tidak stabilnya kolom baja pada saat pemasangan kolom baja tersebut dengan pondasi beton. Pelat dasar merupakan pelat baja yang berperan sebagai penghubung antara struktur atas dan struktur bawah dan berfungsi untuk memancarkan beban dari kolom menuju struktur di bawahnya. Perancangan *baseplate* meliputi dua langkah utama sebagai berikut :

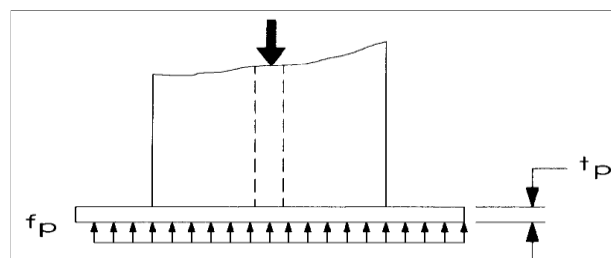
1. Menentukan ukuran panjang dan lebar *baseplate*.
2. Menentukan ketebalan *baseplate*.

Perancangan *baseplate* melibatkan gaya vertikal, momen dan geser, maka dari itu diperlukan perhitungan dimensi *baseplate* untuk menahan gaya-gaya tersebut.

Umumnya, ukuran *baseplate* ditentukan dengan melihat batas kekakuan beton pada pondasi saat hancur karena terbebani oleh beban di atasnya dan ketebalan *baseplate* ditentukan dengan melihat batas plastis yang disebabkan oleh bengkoknya bagian kritis pada plat tersebut.

Baseplate dengan kolom baja harus terikat atau menjadi satu kesatuan. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan suatu alat sambung yang berfungsi untuk menyatukan kolom dengan pelat dasar tersebut. Dalam hal ini alat sambung berupa las yang digunakan dengan alasan, karena las dapat meleburkan antara logam dengan logam sehingga menjadi satu material.

2.10.1 *Baseplate* Dengan Beban Vertikal



Gambar 2.6 *Baseplate* dengan beban vertical

Sumber LRFD

Perencanaan *Baseplate* dengan beban vertikal diasumsikan bahwa beban vertikal adalah beban terpusat pada pelat yang selanjutnya menjadi beban terbagi rata untuk struktur di bawahnya, rasio gaya tekan (F_p) yang diijinkan sebagai berikut:

$$F_p = 0.85 j c f'_c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \text{ (ksi)}$$

Dengan :

f'_c = Mutu beton (ksi)

A_1 = Luas *baseplate* (in²)

A_2 = Luas beton dasar (bantalan) (in²)

$c j$ = Faktor resistensi pada beton, 0.6

Untuk menentukan luasan pelat (A_1), didasarkan pada sifat-sifat dari pondasi yang menahan dasar kolom baja tersebut, yaitu :

$$A_1 = \frac{P_u}{1.7 \phi c f'_c} \text{ (in}^2\text{)}$$

Dengan :

P_u = Beban vertikal (kip)

$c j$ = Faktor resistensi beton, 0.6

f'_c = Mutu beton (ksi)

Untuk menentukan dimensi pelat (B dan N) dilihat dari batasan kritis pada pelat itu sendiri, yaitu :

$$N = \sqrt{A_1} + D \text{ (in)}$$

Dengan :

N = Panjang pelat (in)

A_1 = Luasan pelat (in²)

$$\Delta = 0.5 (0.95d - 0.8bf) \text{ (in)}$$

$$B = \frac{A_1}{N} \text{ (in)}$$

Dengan :

B = Lebar pelat (in)

A_1 = Luasan pelat (in²)

Ketebalan pelat (t_p) didasarkan dari besaran nilai (n) yang dilihat pada gambar di atas, untuk menentukan ketebalan pelat adalah :

$$t_p = n \sqrt{\frac{2.P}{0.9 F_y . B . N}} \text{ (in)}$$

Dengan :

tp = Tebal pelat (in)

$$n = \frac{B - 0.8bf}{2} \text{ (in)}$$

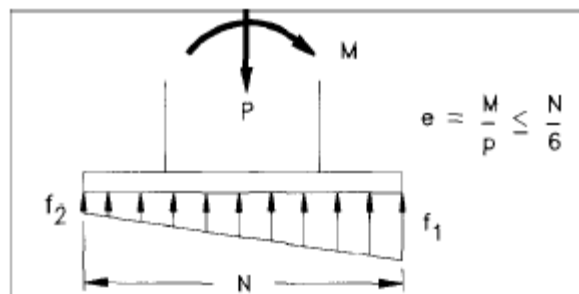
F_y = Mutu baja (ksi)

2.10.2 Baseplate Dengan Beban Vertikal dan Momen

Terdapat dua metode perencanaan untuk menentukan dimensi *baseplate* yang terbebani oleh gaya axial dan momen, yaitu :

1. Perhitungan untuk eksentrisitas (e) kecil.
2. Perhitungan untuk eksentrisitas (e) besar.

Perhitungan Eksentrisitas



Gambar 2.7 Baseplate dengan gaya normal dan geser

Sumber LRFD

Jika nilai eksentrisitas (e) sama atau lebih kecil dari $N/6$, distribusi gaya tekan terjadi di seluruh permukaan *baseplate*, seperti yang terlihat pada gambar. Gaya $f_{1,2}$ dapat dihitung sebagai berikut :

$$f_{1,2} = \frac{P}{B \cdot N} \pm \frac{M \cdot c}{I} \text{ (ksi)}$$

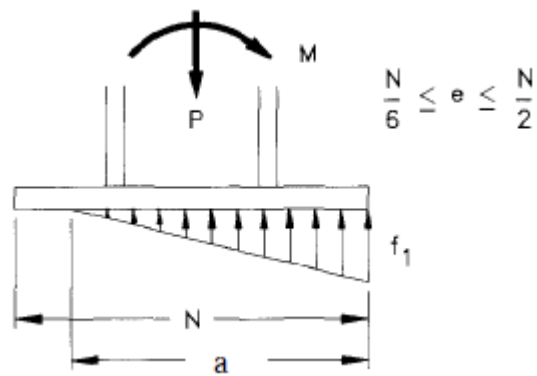
Dengan :

B, N = dimensi *baseplate* (in)

$c = N/2$ (in)

I = momen inersia, $B \times N^3 / 12$ (in⁴)

Berdasarkan LRFD (*Load & Resistance Factor Design*), gaya tekan maksimum (f_1) tidak boleh melebihi gaya tekan yang diizinkan (F_p) dan saat eksentrisitas (e) = $N/6$, $f_2 = 0$. Metode yang berlaku adalah metode elastis.



Gambar. 2.8 Eksentrisitas Beban (Eksentrisitas Sedang)

Sumber LRFD

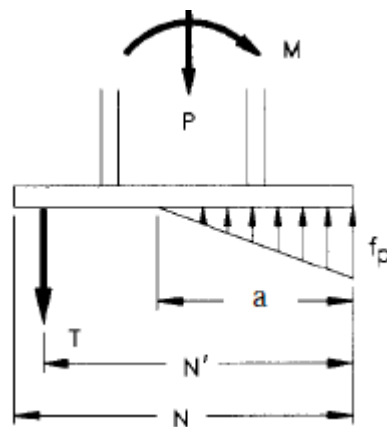
Jika nilai eksentrisitas (e) diantara $N/6$ dan $N/2$, distribusi gaya tekan terjadi hanya pada sebagian *baseplate*, seperti yang terlihat pada gambar 2.11. Agar seimbang, distribusi gaya tekan harus sama dengan beban vertikal dan berada pada jarak e titik tengah dari *baseplate*. Gaya maksimum f_1 dihitung sebagai berikut :

$$f_1 = \frac{2P}{a.B} \text{ (ksi)}$$

Dengan :

a = Panjang tegangan yang terjadi, $3(N/2 - e)$ (in²)

Perhitungan Eksentrisitas (e) Besar



Gambar. 2.9. Eksentrisitas Beban (Eksentrisitas Besar)

Sumber LRFD

Saat terjadi eksentrisitas (e) yang besar, maka disarankan menggunakan jangkar (*anchor bolt*) untuk meredam peregangkan komponen pada saat beban momen bekerja.

Hal ini diperlihatkan pada gambar 2.12. Untuk menentukan panjang distribusi

tegangan (a) sebagai berikut :

$$a = \frac{f' + \sqrt{f'^2 - 4 \left(\frac{f_p \cdot B}{6} \right) (P \cdot a + M)}}{\frac{f_p \cdot B}{3}} \quad (\text{in})$$

Dengan :

$$a' = \text{Jarak dari jangkar dan titik tengah } k \left(N - \frac{N}{2} \right) \quad (\text{in})$$

$$f' = f'' = \frac{f_p \cdot B \cdot N}{2} \quad (\text{ksi})$$

F_p = Gaya tekan ijin (ksi)

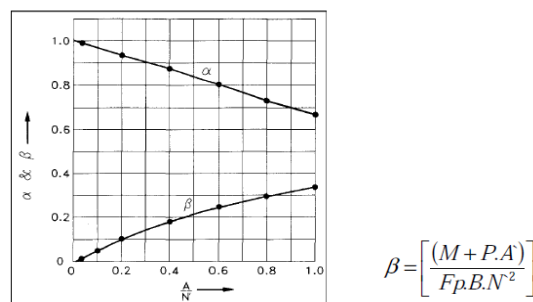
P = Gaya vertikal (kip)

M = Gaya momen (kip)

2.10.3 Desain Tambahan Untuk Perhitungan Eksentrisitas Besar

Saat pelat dasar menerima beban vertikal dan beban momen yang cenderung besar, terjadi eksentrisitas yang besar pula. Keadaan ini berakibat tidak seimbang pelat dasar yang selanjutnya dapat menyulitkan pengerjaan terutama pada saat awal konstruksi berlangsung. Untuk itu, diperlukan pengikat antara pelat dasar dan pondasi agar dapat menahan gaya guling yang terjadi. Pengikat yang dimaksud adalah *anchor bolt* (baut angkur).

Maitra (1978) telah mengembangkan suatu solusi grafis untuk kasus pelat dasar yang memiliki beban eksentris yang besar. Grafik yang dimaksud adalah sebagai berikut :



Gambar. 2.10. Desain Tambahan Untuk Baseplate Dengan Beban Vertikal dan Momen

Sumber LRFD

Untuk menentukan resultan gaya (T) dari angkur (*anchor bolt*), dapat dihitung sebagai berikut :

$$T = \left[\frac{(M + P \cdot a)}{\alpha \cdot N} \right] - P \text{ (kip)}$$

Dengan :

a = Koefisien jarak angkur dari pusat distribusi beban

Untuk menentukan panjang baut angkur yang dibutuhkan, didasarkan pada luas permukaan pelat dan kapasitas baut angkur itu sendiri. Rumus yang digunakan adalah

sebagai berikut :

$$L = \sqrt{\frac{A_{psf}}{3.14}} \text{ (in)}$$

Dengan :

$$A_{psf} = \text{Luas permukaan pelat, } \frac{T}{4 \cdot \phi_t \cdot \sqrt{f'c}} \text{ (in}^2\text{)}$$

Dimensi *baseplate* (B dan N) ditentukan dengan cara *trial and error* (coba-coba), untuk menentukan ketebalan dari *baseplate* (tp) adalah sebagai berikut :

$$t_p = n \sqrt{\frac{P + (P \cdot e)}{0.9 F_y \cdot N}} \text{ (in)}$$

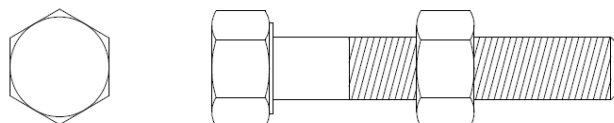
Dengan :

$$n = \frac{B - 0.8bf}{2} \text{ (in)}$$

Fy = Mutu baja (ksi)

$$e = \frac{M}{P} \text{ (in)}$$

2.10.4 Sambungan Baut



Gambar. 2.11. Sambungan Baut

Setiap struktur baja merupakan gabungan dari beberapa komponen batang yang disatukan dengan alat pengencang. Salah satu alat pengencang disamping las yang cukup populer adalah baut terutama baut mutu tinggi.

Baut mutu tinggi menggeser penggunaan paku keeling sebagai alat pengencang karena beberapa kelebihan yang dimilikinya dibandingkan paku keeling,

seperti jumlah tenaga kerja yang lebih sedikit, kemampuan menerima gaya yang lebih besar, dan secara keseluruhan dapat menghemat biaya konstruksi.

Dalam pemasangan baut mutu tinggi memerlukan gaya tarik awal yang cukup yang diperoleh dari pengencangan awal. Gaya ini akan memberikan friksi sehingga cukup kuat untuk memikul beban yang bekerja. Gaya ini dinamakan *proof load*. *Proof load* diperoleh dengan mengalikan luas daerah tegangan tarik (A_s) dengan kuat leleh.

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left[d_b - \frac{0.9743}{n} \right]^2 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Dengan :

d_b = diameter nominal baut

n = jumlah ulir per mm

2.10.5 Tahanan Nominal Baut

Suatu baut yang memikul beban terfaktor, R_u , sesuai persyaratan LRFD harus memenuhi :

$$R_u \leq \phi R_n$$

Dengan R_n adalah tahanan nominal baut sedangkan ϕ faktor reduksi yang diambil sebesar 0.75. Besarnya R_n berbeda-beda untuk masing-masing tipe sambungan.

2.10.6 Tahanan Geser Baut

Tahanan nominal satu buah baut yang memikul gaya geser memenuhi persamaan :

$$R_n = m \cdot r_1 \cdot f_{ub} \cdot A_b$$

Dengan :

$r_1 = 0.5$ untuk baut tanpa ulir pada bidang geser

$r_1 = 0.4$ untuk baut dengan ulir pada bidang geser

f_{ub} = kuat tarik baut (ksi)

A_b = Luas bruto penampang baut

m = jumlah bidang geser

2.10.7 Tahanan Tarik Baut

Baut yang memikul gaya tarik tahanan nominalnya dihitung menurut :

$$R_n = 0.75 f_{ub} \cdot A_b$$

Dengan :

f_{ub} = kuat tarik baut (ksi)

Ab = Luas bruto penampang baut

2.10.8 Tahanan Tumpu Baut

Tahanan tumpu nominal tergantung kondisi yang terlemah dari baut atau komponen pelat yang disambung. Besarnya dihitung sebagai berikut :

$$R_n = 2.4db \cdot tp \cdot f_u$$

Dengan :

f_u = kuat tarik putus terendah dari baut (ksi)

db = Diameter baut pada daerah tak berulir

tp = Tebal pelat

2.10.9 Konstruksi Baseplate (Pelat Dasar)

Pelat dasar (*baseplate*) adalah merupakan pelat baja yang berperan sebagai penghubung antara struktur atas dan struktur bawah yang berfungsi untuk menyalurkan beban dari kolom menuju struktur bawah.

Perencanaan dimensi *baseplate* melibatkan gaya vertikal, momen dan geser, oleh karena itu diperlukan perhitungan dimensi *baseplate* untuk menahan gaya-gaya tersebut. Umumnya, ukuran *baseplate* ditentukan dengan melihat batas kekakuan beton pada pondasi saat hancur karena terbebani oleh beban di atasnya dan ketebalan *baseplate* ditentukan dengan melihat batas plastis yang disebabkan oleh bengkoknya bagian kritis pada pelat tersebut. Perancangan *baseplate* meliputi 2 (dua) langkah utama, yaitu dengan menentukan ukuran panjang dan lebar *baseplate* dan menentukan ketebalannya.

Antara kolom baja dan *baseplate* harus terikat menjadi satu kesatuan, oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan sambungan yang berfungsi untuk menyatukan kolom dengan *baseplate* tersebut. Dalam hal ini alat sambung yang digunakan berupa las, karena las meleburkan antara logam dengan logam sehingga menjadi satu material.

2.11 Perhitungan Ikatan Angin

Dikarenakan pada SNI 03-1729-2002 tidak dijelaskan mengenai perencanaan bracing (ikatan angin) pada struktur atap (hanya ada pada bangunan struktur baja tahan gempa), maka referensi diambil dari PPBBI 1984. Menurut PPBBI 1984 halaman 64, pada hubungan gording, ikatan angin harus dianggap ada gaya P yang arahnya sejajar sumbu gording yang besarnya:

$$P' = 0,01 P \text{ kuda-kuda} + 0,005 n.q.dk.dq$$

P kuda-kuda = gaya pada bagian tepi kuda-kuda di tempat gording itu

n = jumlah trave antara dua bentang ikatan angin

q = beban atap vertikal terbagi rata

dk = jarak antar kuda-kuda

dq = jarak antar gording

bentang ikatan angin harus dipenuhi syarat :

$$\frac{h}{L} \geq \sqrt{\frac{0.25Q}{EA_{tepi}}} \quad (\text{PPBBI 1984 halaman 64})$$

Atepi = luas penampang bagian tepi kuda-kuda

h = jarak kuda-kuda pada bentang ikatan angin

L = panjang tepi atas kuda-kuda

Ikatan angin juga menerima beban Q

$$Q = n.q.dk.L$$

n = jumlah trave antara dua bentang

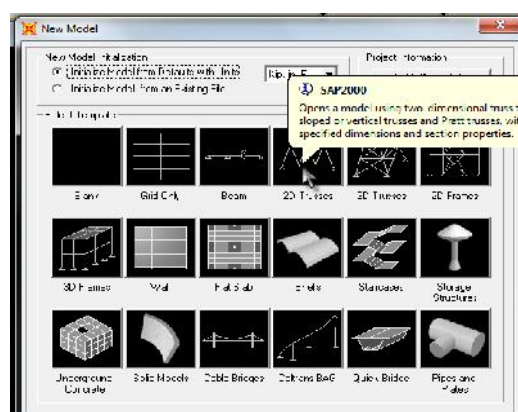
q = beban atap vertikal terbagi rata

dk = jarak antar kuda-kuda

L = panjang tepi atas kuda-kuda

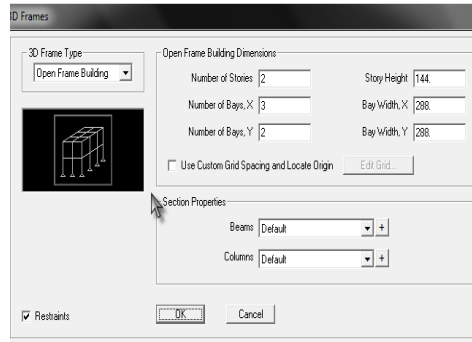
2.12 Program SAP 2000

1. Buka aplikasi SAP
2. Ubah satuan menjadi *kg, m, C*
3. Klik menu *File > New Model*



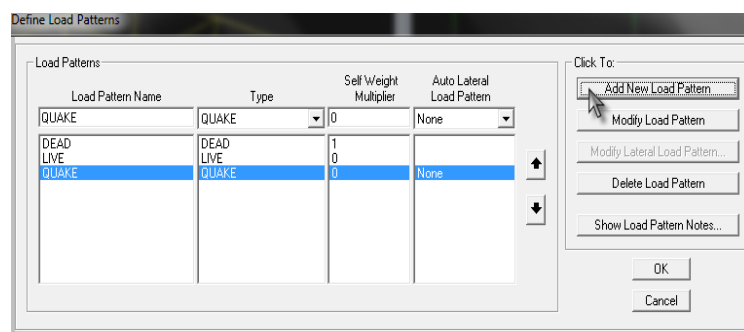
Gambar 2.12 New model struktur

4. Tentukan *number of story, number of bays, story of height*, dan *bay width* kemudian klik ok



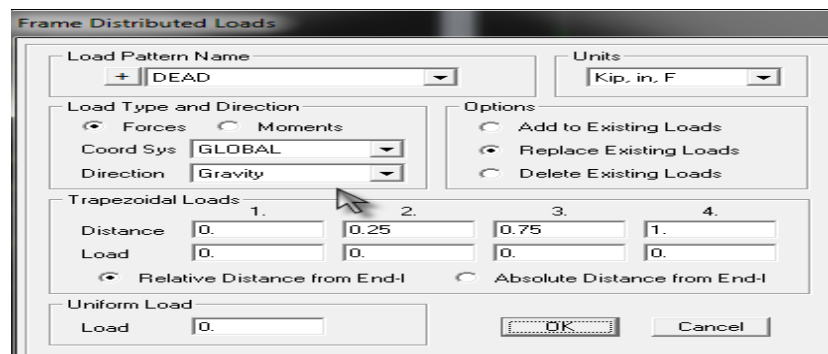
Gambar 2.13 Menentukan tinggi lantai, berapa lantai, dan berapa bentang

5. Pilih menu *define > load pattern* isikan nama beban DL, LL



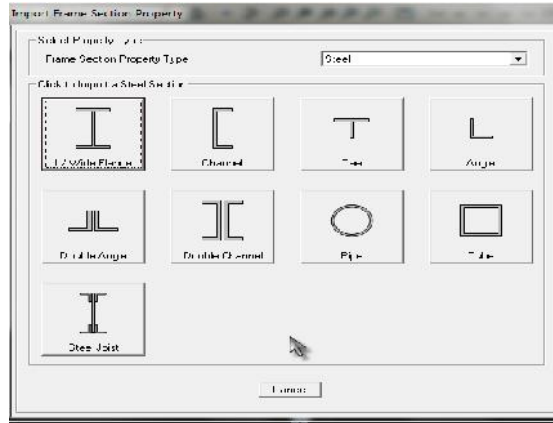
Gambar 2.14 Mengisi beban mati, hidup, dan gempa

6. Pemasangan beban pada struktur *assign > frame loads > distributed*



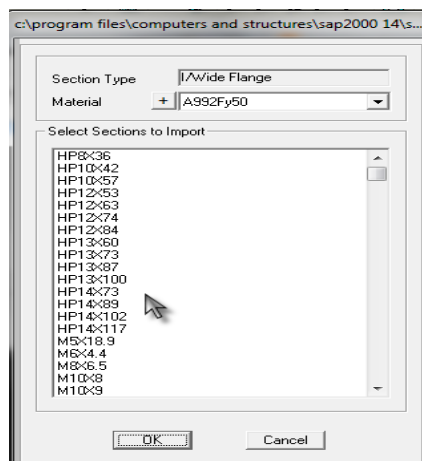
Gambar 2.15 Mengisi berat beban mati dan hidup

7. Pilih menu *define > section properties > frame sections* klik *import new property* pilih *steel*



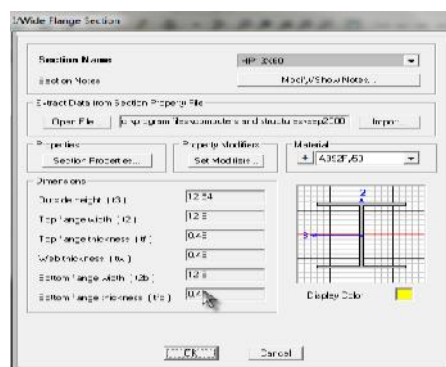
Gambar 2.16 Membuat profil

8. Pada kotak dialog *section property* pilih *file section pro* dan klik open



Gambar 2.17 Menentukan profil

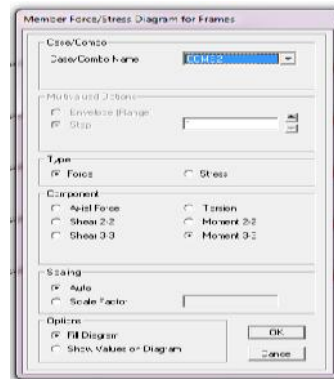
9. Pilih profil balok dan kolom dan klik ok



Gambar 2.18 Mengisi luas penampang kolom dan balok

10. Kemudian menghitung konstruksi portal tersebut, pilih menu *analysis > run analysis* SAP akan menghitung konstruksi balok tersebut dan akan muncul gambar deformasi struktur portal tersebut.

11. Menampilkan bidang momen struktur display > show forces/stresses > frame/cables untuk menampilkan bidang momen, bidang lintang, bidang normal, untuk beban mati, hidup, gempa



Gambar 2.19 Menampilkan bidang momen

12. Daftar hasil perhitungan kolom dan balok baja

COMBO ID	STATION	LOC	RATIO	INTERACTION CHECK	MAJ-SHR	MIN-SHR
DSIL1	0.00		0.022 (C)	= 0.010 + 0.000 + 0.011	0.000	0.000
DSIL1	72.00		0.009 (C)	= 0.009 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
DSIL1	144.00		0.020 (C)	= 0.007 + 0.001 + 0.011	0.000	0.000

Gambar 2.20 Hasil perhitungan baja