

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisis Struktur

Menurut Siswadi dkk. (1998) dalam dunia teknik sipil, analisis struktur juga sering disebut mekanika teknik. Mekanika teknik membahas tentang keseimbangan/statika suatu struktur. Struktur adalah gabungan dari komponen-komponen yang menahan gaya desak dan atau tarik, mungkin juga untuk meneruskan beban-beban ke tanah dengan aman.

Rekayasa struktur untuk teknik sipil meliputi antara lain :

1. Jembatan.
2. Bangunan gedung.
3. Menara radio, televisi, listrik tegangan tinggi.
4. Tandon air.

2.2. Jembatan

2.2.1. Umum

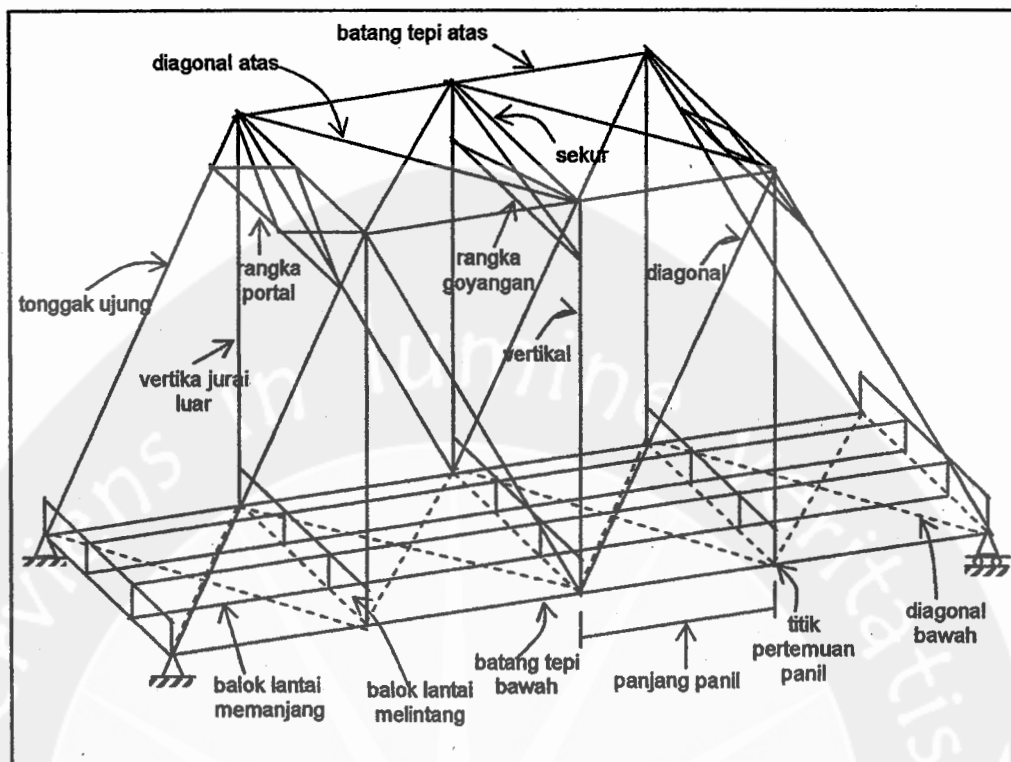
Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Jika jembatan itu berada diatas jalan lalu lintas biasa maka biasanya disebut *viaduct*. Jembatan-jembatan dapat dibagi dalam golongan-golongan seperti berikut :

1. Jembatan-jembatan tetap.
2. Jembatan-jembatan dapat digerakkan.

Kedua golongan jembatan tersebut dipergunakan untuk lalu lintas kereta api dan lalu lintas biasa (Struyk dan Veen, 1984).

Menurut Tristante (2008) jembatan pada umumnya terdiri atas dua bagian konstruksi yaitu bagian konstruksi atas dan bagian konstruksi bawah.

1. Bagian pokok konstruksi atas terdiri dari (berdasarkan bentuk struktur jembatan).
 - a. Gelagar memanjang, melintang.
 - b. Pengaku/diafragma.
 - c. Ikatan angin atas dan bawah.
 - d. Rangka jembatan.
 - e. Portal ujung-ujung.
 - f. Lantai jembatan.
 - g. Sistem perletakan (bergerak(rol), tetap(sendi)).
 - h. Bagian pelengkap (*curbs*, railing, trotoar, drainasi).
 - i. Fasilitas lain (lampu, telepon umum, saluran/pipa air, gas dan kabel).



Gambar 2.1. Bagian Struktur Atas Jembatan

2. Bagian pokok konstruksi bawah jembatan terdiri dari :
 - a. Fondasi (pasangan batu, sumuran, tiang pancang).
 - b. Kepala jembatan (*abutment*).
 - c. Pilar/tiang jembatan.
 - d. Dinding penahan tanah.

2.2.2. Peranan jembatan terhadap transportasi

Menurut Subarkah (1979) sebagaimana kita ketahui, jalan merupakan alat penghubung atau alat perhubungan antar daerah yang penting sekali bagi penyelenggaraan pemerintahan, ekonomi kebutuhan sosial, perniagaan, kebudayaan, pertahanan. Juga kita sadari betapa pentingnya transportasi bagi ekonomi dan pembangunan negara dan bangsa. Maju-mundurnya suatu negara, terutama dalam bidang ekonomi

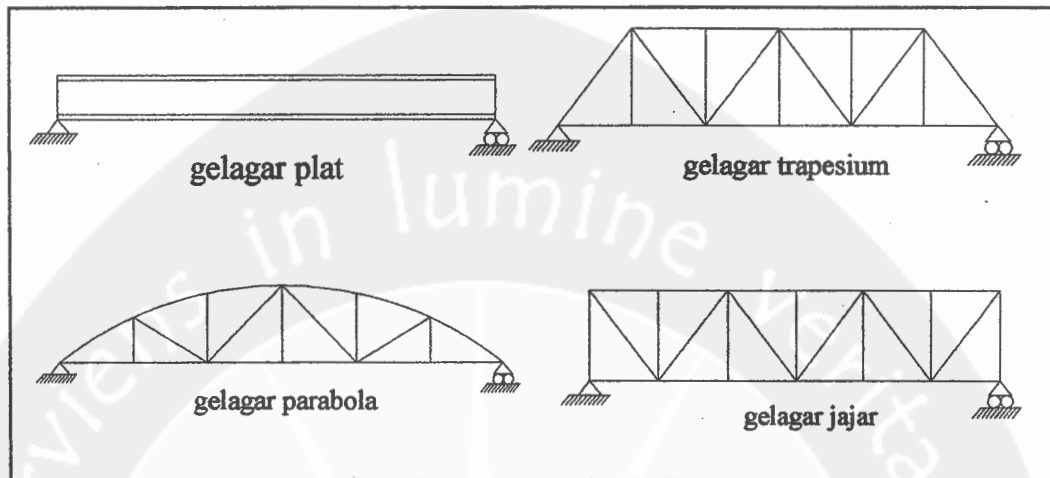
sangat tergantung pada baik dan tidaknya sistem transportasi. Akan tetapi baik-tidaknya atau lancar tidaknya transportasi sangat tergantung pada alat-alatnya, antara lain yang terpenting kendaraan-kendaraannya, sistem transportasi, transportation policy dan pada keadaan jalannya. Jembatan adalah bagian dari jalan itu. Oleh karena itu jembatan menentukan pupa kelancaran transportasi.

Karena sangat pentingnya, maka jembatan harus kita buat cukup kuat dan tahan, tidak mudah rusak. Kerusakan pada jembatan dapat menimbulkan gangguan terhadap kelancaran lalu lintas jalan, terlebih-lebih di jalan yang lalu lintasnya padat seperti di jalan utama, di kota dan di daerah ramai lainnya. Tak jarang kita lihat kemacetan lalu lintas dalam kota karena adanya suatu perbaikan jembatan. Berpuluh-puluh kendaraan berhenti berderet-deret menunggu giliran untuk lewat jembatan. Berapakah besarnya kerugian yang diderita sebagai akibat dari waktu yang hilang itu? Beberapa segi kerugian yang nyata dapatlah kita sebut, diantaranya penghambatan kecepatan angkut dari kendaraan-kendaraan. Kecepatan angkut sangat penting pengaruhnya dalam bidang ekonomi, kestabilan harga-harga, kelancaran distribusi dan lain sebagainya (Subarkah, 1979).

2.2.3. Jembatan Rangka Baja

Jembatan rangka baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan satu dengan yang lain (Asiyanto, 2005).

Bentuk jembatan rangka baja di Indonesia bisa bermacam-macam, diantaranya yang terdapat dalam **Gambar 2.1**.



Gambar 2.2. Macam-macam Bentuk Jembatan Rangka Baja

2.3. Peraturan-peraturan Perancangan Jembatan

Struktur baja yang ada saat ini, telah berkembang pesat dengan berbagai aturan yang berbeda pada tiap negara. Walaupun konsep pemikiran perhitungannya adalah sama tetapi aturan yang terjadi adalah lain, dan itu tergantung dari negara yang memakainya.

Diantara peraturan perhitungan struktur baja yang dipakai pada SAP2000 adalah sebagai berikut :

1. *American Institute of Steel Construction's "Allowable Stress Design and Plastic Design Specification for Structural Steel Buildings", AISC-ASD (AISC1989).*

2. *American Institute of Steel Construction's "Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings", AISC-LRFD (AISC 1994).*
3. *American Association of State Highway and Transportation Officials "AASHTO-LRFD Bridge Design Specification", AASHTO-LRFD (AASHTO 1997).*
4. *Canada Institute of Steel Construction's "Limit State Design of Steel Structures", CAN/CSA-S16.1-94 (CISC 1995).*
5. *British Standard Institution's "Structural Use of Steelwork in Building", BS5950 (BSI 1990).*
6. *European Committee for Standardization's "Eurocode 3 : Design of Steel Structures Part 1.1 : General Rules and Rules for Buildings", ENV 1993-1-1 (CEN 1992).*

(Tim Penelitian dan Pengembangan Wahana Komputer, 2003)

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2005) peraturan-peraturan yang digunakan di Indonesia yang digunakan untuk merancang struktur jembatan yaitu :

1. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJJR, 1987).*
2. *Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI).*
3. *Peraturan Perencanaan Teknik jembatan (Bridge Management System, 1992).*

4. Revisi SNI 03-2833-1992, tentang Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan.
5. RSNI T-03-2005, tentang Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan.

2.4. Sifat Mekanis Baja dan Tampang Baja

Sifat mekanis baja struktural yang digunakan dalam perencanaan harus memenuhi persyaratan minimum yang diberikan pada tabel berikut :

Tabel 3.1. Sifat Mekanis Baja

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

Sifat-sifat mekanis baja struktural lainnya untuk maksud perencanaan ditetapkan sebagai berikut :

Modulus elastisitas : $E = 200.000 \text{ MPa}$

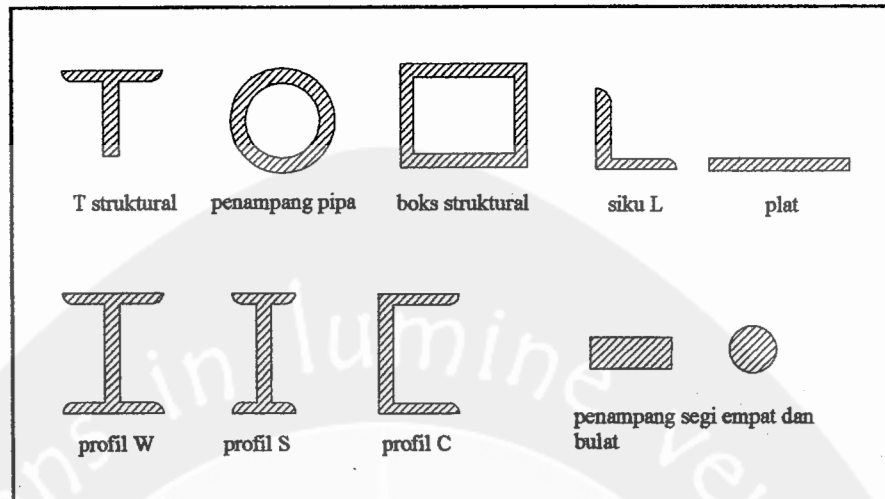
Modulus geser : $G = 80.000 \text{ MPa}$

Angka poisson : $\mu = 0,3$

Koefisien pemuaian : $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}$

(Badan Standardisasi Nasional, 2005)

Gambar 2.3. merupakan contoh-contoh bentuk profil baja (G. Salmon dan E. Johnson, 1986).



Sumber : Struktur Baja, Salmon dan Johnson, 1993

Gambar 2.3. Profil Penampang Melintang Profil Baja

2.5. Analisis Struktur Berbasis Komputer

Untuk memakai program dengan **benar** perlu memahami latar belakang teori yang dipakai program, memahami setiap opsi-opsi program yang dapat digunakan, termasuk input data yang tepat dan mengetahui sejauh mana solusi yang dihasilkan masih dapat diterima, misalnya ada lendutan yang besar (tanpa *warning*), apakah hasilnya dapat dipercaya dan sebagainya (Dewobroto, 2007).

Menurut Dewobroto (2007), Pemodelan Struktur adalah pembuatan data numerik (matematis) mewakili struktur real yang digunakan sebagai input data komputer. Menurut MacLeod (1990) didalam bukunya Dewobroto (2007) mengusulkan sebaiknya dalam pembuatan model struktur adalah :

1. Jangan terlalu rumit dari yang diperlukan. Jika dapat dibuat model yang simpel tetapi representatif, maka umumnya itu yang berguna.
2. Berkaitan hal diatas, dalam pemodelan kadang-kadang perlu beberapa tahapan model. Ada yang secara keseluruhan (*makro model*) dan lainnya pada bagian-bagian tertentu saja tetapi lebih detail (*mikro model*). Jangan berkeinginan membuat model secara keseluruhan dengan ketelitian yang sama untuk setiap detail yang diinginkan.
3. Apakah modelnya simpel tapi masih representatif, maka perlu mengetahui perilaku struktur *real*. Faktor-faktor apa yang utama, atau sekunder yang diabaikan. Tidak ada jaminan bahwa banyak faktor maka hasilnya semakin baik (*lower Bound theorem*). Contoh, jika deformasi lentur dihitung pada struktur *truss* (rangka batang), maka batangnya perlu ukuranyang lebih besar untuk menahan aksial dan lentur sekaligus (lebih boros).
4. Jangan langsung percaya pada hasil keluaran komputer, kecuali telah dilakukan validasi-validasi yang teliti dan ketat (*apriori*).
5. Meskipun sudah ada validasi-validasi yang ketat, jangan terlalu percaya dulu. Lihat asumsi-asumsi yang dipakai dalam pembuatan model analisis apakah sudah logis dan mewakili kondisi sruktur yang *real* (*waspada*).

Kemampuan dalam menganalisis struktur dengan komputer harus diimbangi dengan pengetahuan yang mendasar tentang prinsip-prinsip kerja yang digunakan suatu program komputer. Bagaimanapun juga proses pembelajaran dan pemahaman yang diberikan pada jenjang pendidikan sarjana strata satu tetap mutlak diperlukan untuk bisa menggunakan dengan benar aplikasi-aplikasi rekayasa berbasis komputer (Dewobroto, 2007).

Teknologi komputer saat ini menawarkan berbagai macam kemudahan dalam menyelesaikan berbagai permasalahan yang dihadapi manusia dalam bidang pekerjaan. Dunia konstruksi telah diperkenalkan dengan program-program yang membantu dalam menganalisis struktur bangunan, diantaranya adalah SAP2000, ETABS, ANSYS, ABAQUS. Meski demikian, tentu saja sangat diperlukan pemahaman tepat dan kemampuan yang mendasari pada penggunaan program-program aplikasi rekayasa komputer.

2.6. Pembagian Wilayah Gempa di Indonesia

Struktur bumi diperkirakan terdiri dari berbagai macam lapisan. Lapisan yang terluar adalah kerak bumi (*earth crust*). Kerak bumi ini merupakan lapisan keras dan mempunyai tebal yang bervariasi antara 5 sampai 60 km. Di daratan kerak bumi ini dapat mencapai tebal 40 km, sedangkan di daerah pegunungan tinggi dapat mencapai tebal 60 km. Di lautan yang dalam, kerak ini bisa setipis 5 sampai 8 km saja. Lapisan yang

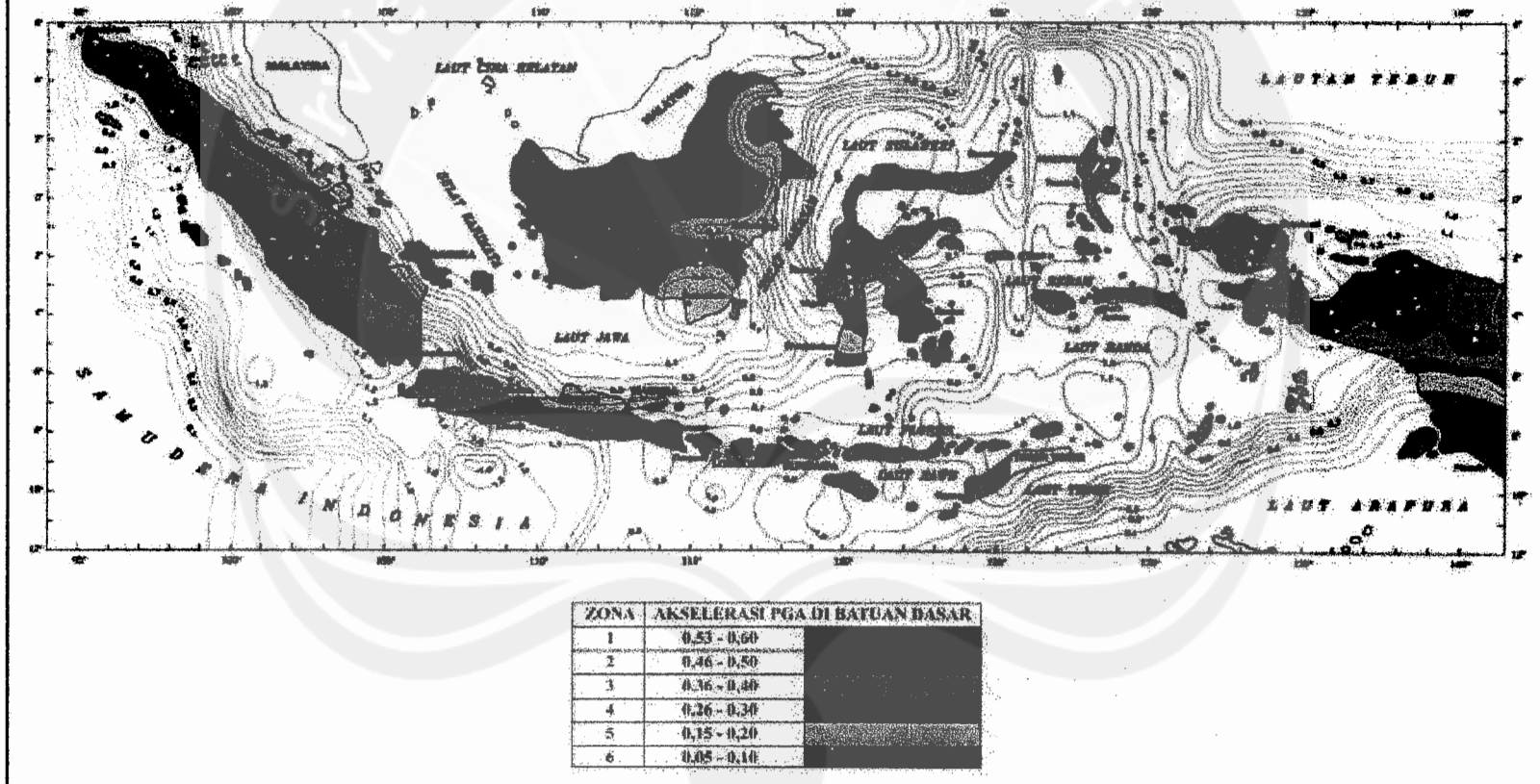
kedua, dibawah kerak bumi, teerdapat suatu lapisan batu-batuan yang dinamakan mantel (*mantle*). Mantel ini diperkirakan ada dalam keadaan plastis atau semiplastis dengan kedalaman mencapai 2900 km. Lapisan ketiga adalah suatu lapisan yang dinamakan inti luar (*outer core*). Inti liar ini berada dalam kedalaman cair dan diperkirakan sampai kedalaman 5000 km. Lapisan yang paling dalam dinamakan inti dalam (*inner core*) yang padat dan diperkirakan terdiri atas besi, nikel dan zat-zat padat lainnya (Lumantarna, 1999).

Gempa bumi adalah getaran yang terjadi permukaan bumi. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). Kata gempa bumi juga digunakan untuk menunjukkan daerah asal terjadinya kejadian gempa bumi tersebut. Bumi kita walaupun padat, selalu bergerak, dan gempa bumi terjadi apabila tekanan yang terjadi karena pergerakan itu sudah terlalu besar untuk dapat ditahan ([www.wikipedia.org/wiki/Gempa bumi](http://www.wikipedia.org/wiki/Gempa_bumi) ,diakses 2008).

Indonesia termasuk negara yang sering mengalami gempa bumi. Wilayah gempa di Indonesia dibagi menjadi 6 zona gempa (Revisi SNI 03-2833-1992, 1992). Hal tersebut dapat dilihat dalam **Gambar 2.4**.

PETA ZONA GEMPA INDONESIA

PUSAT LITBANG TEKNOLOGI SUMBER DAYA AIR



Sumber : RSNI 1992, DPU, 1992.

Gambar 2.4. Pembagian Zona Gempa di Indonesia

2.7. Daerah Rawan Gempa

Daerah rawan gempa berarti daerah yang berada di jalur patahan dan jalur pertemuan lempeng benua. Lempeng benua selalu mengalami pergerakan sehingga memicu getaran pada daerah-daerah diatas jalur pertemuan lempeng benua tersebut. Hal ini yang menyebabkan wilayah-wilayah di jalur patahan lebih sering mengalami gempa dari pada wilayah yang letaknya jauh di jalur pergerakan lempeng benua atau jauh dari jalur patahan ([www.wikipedia.org/wiki/rawan gempa](http://www.wikipedia.org/wiki/rawan_gempa), diakses 2008).

Propinsi Bengkulu secara geografis terletak antara 2°16'-3°31' Lintang Selatan & 101°01'-103°41' Bujur Timur. Posisinya berbatasan di sebelah utara dengan Propinsi Sumatera Barat, di sebelah selatan berbatasan dengan Samudera Indonesia dan Propinsi Lampung, di sebelah barat berbatasan dengan Samudera Indonesia dan di sebelah timur berbatasan dengan Propinsi Sumatera Selatan dan Jambi. (BPS, 2006)

Menurut BMG Stasiun Klimatologi Pulau Baai (2008), Propinsi Bengkulu mengalami gempa sebanyak 208 kali pada tanggal 12 September 2007 sampai tanggal 22 Mei 2008. Kekuatan gempa terkecil yaitu 4,5 SR dan yang terbesar yaitu 7,0 SR. Kedalaman minimum gempa berada pada level 10 km sampai 205 km dibawah permukaan air laut.