

PERBANDINGAN PERENCANAAN PORTAL BAJA DENGAN SAP2000 DAN ETABS

Amir Mukhlis

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Ubudiyah Indonesia;
Jl. Alue Naga Gp. Tibang, Kec. Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, telp/fax 7555566
e-mail: *amirmukhlis@hotmail.com

Abstract

This investigation was aim to find the illustration of structural steel design, using SAP2000 software, and to find how far the result different of structural steel by using ETABS. This investigation is background by the difference of design result by using both of the software. Is conducted by making simulation at two application software which used in structural steel design, those are SAP2000 and ETABS. The object were used is plane frame at 7 story steel structure building. The restrain at the structural steel frame is fixed. Both of software is determined by AISC LRFD 93 code. Structure is loaded by distributed load and point load, vertically and horizontally. Shear modulus on both application is cannot determined by the user. The structural design result shows there is no difference significantly for normal force diagram, shear force diagram and moment diagram. The design result shows the difference of structural check. The higher structural check value is 0.972 for SAP2000 and 0.920 for ETABS. Although both of structural check result of the design is different, the structure is still safe or it is not more than 1.00 value.

Keywords : Design, Steel, Frame, SAP2000, ETABS

1. PENDAHULUAN

Dalam perencanaan struktur baja, perencana perlu melakukan perhitungan beban yang bekerja pada struktur. Setelah dilakukan perhitungan beban, maka selanjutnya dilakukan perhitungan analisis dan perencanaan struktur. Karena pada kenyataannya struktur yang direncanakan tidak sederhana dan untuk memudahkan proses perencanaan, maka perlu digunakan alat bantu *software* aplikasi.

Dengan adanya alat bantu, maka pekerjaan analisis dan perencanaan struktur baja menjadi lebih mudah lagi dan kapasitas perencanaan akan lebih meningkat lagi dari segi efektivitas dan efisiensi. Perencana dapat melakukan kegiatan perencanaan untuk struktur yang lebih rumit dan lebih kompleks. Hal itu juga tidak lepas dari dukungan kemampuan aplikasi dan spesifikasi perangkat keras yang memenuhi. Alat bantu berupa program atau *software* aplikasi akan mengurangi kesalahan manusia (*human error*) akibat ketidakteelitian dalam perhitungan.

Sejak ditemukannya teknologi di bidang elektronika, maka perkembangan komputer menjadi semakin pesat hingga akhirnya ukuran komputer yang awalnya memakan sebuah ruangan besar digantikan dengan komputer yang berbentuk seukuran kertas A4. Hal ini juga mendorong berkembangnya perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Saat ini sudah banyak perangkat lunak yang digunakan dengan bermacam-macam keperluan. Untuk keperluan perencanaan struktur pada umumnya dan perencanaan struktur baja pada khususnya, digunakan *software* aplikasi untuk analisis dan desain struktur.

Salah satu *software* aplikasi yang sering digunakan untuk perencanaan struktur pada baja

adalah SAP2000 dan ETABS. Kedua program ini memiliki beberapa kemiripan namun dalam beberapa kasus, hasil perencanaan dari masing-masing program memiliki perbedaan. Perbedaan yang ada pada perencanaan ini dapat dilihat pada jenis profil yang digunakan dan dimensinya.

Keduanya memiliki menu pemilihan profil secara otomatis (*auto select*). Dengan adanya menu ini, maka perencana akan diberikan kemudahan dalam pemilihan profil yang digunakan, namun kelemahannya adalah program juga dapat memilih profil yang tidak seragam namun secara struktur hasilnya masih cukup aman. Bila dilakukan pemilihan profil secara manual, program akan melakukan analisis dan desain untuk profil yang telah ditentukan. Hasil analisis yang dapat disediakan pada program adalah hasil reaksi perletakan, diagram gaya normal, diagram bidang geser dan diagram momen. Pada perencanaan struktur, hasil yang dapat disediakan adalah profil yang digunakan, properti material, geometri struktur dan cek struktur dalam rasio perencanaan. Dalam penelitian ini, rumusan masalah yang digunakan adalah berkaitan dengan judul adalah mengenai perbedaan hasil perencanaan portal baja antara *software* ETABS dan SAP2000.

2. METODE PENELITIAN

Perencanaan struktur baja yang digunakan pada penelitian ini menggunakan peraturan LRFD (*Load Resistance Factor Design*). Dewobroto (2007) mengemukakan bahwa LRFD adalah metode perencanaan struktur sedemikian sehingga pada saat dibebani dengan berbagai kombinasi beban terfaktor yang direncanakan, maka kondisi batasnya tidak dilampaui. Kondisi ini merupakan kondisi yang struktur masih dalam keadaan aman dan mampu menerima beban yang ditahannya. Perencanaan struktur baja saat ini di Indonesia mengacu kepada konsep LRFD, peraturan ini diadopsi pada SNI 03-1729-2002. Setiawan (2008) mengemukakan bahwa dalam konsep LRFD, struktur baja aman bila memenuhi persamaan:

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i \quad (1)$$

Di mana ϕR_n adalah tahanan atau kekuatan nominal dari sebuah struktur. Nilai $\sum \gamma_i Q_i$ adalah jumlah beban terfaktor yang berarti beban yang bekerja yang diterima oleh struktur tersebut atau pengaruh aksi rencana (RSNI T-03-2005).

Dalam SNI 03-1729-2002, semua komponen struktur dan sambungan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kuat rencana (ϕR_n) tidak kurang dari pengaruh aksi terfaktor (R_u) atau dengan kata lain:

$$R_u \leq \phi R_n \quad (2)$$

Dari persamaan tersebut, tahanan rencana harus lebih besar dari beban terfaktornya agar struktur dapat menahan beban yang bekerja. Pembebanan pada struktur menggunakan kombinasi pembebanan sesuai peraturan pembebanan yang berlaku. Bila beban melebihi kapasitas struktur maka struktur menjadi tidak aman. Kondisi ini berlaku pada struktur yang diberi beban statis ataupun beban dinamis. Di antara beban dinamis yang bekerja pada struktur adalah beban gempa, beban angin dan beban ledakan. Dalam kajian mengenai pengaruh beban ledakan terhadap struktur gedung yang menggunakan struktur baja yang dilakukan oleh Mukhlis (2010), dihasilkan bahwa pada umumnya terjadi kehancuran elemen sisi depan, samping dan belakang bagian bawah secara ekstrim. Pada bagian struktur yang diberikan beban ledakan, kolom depan bagian bawah merupakan elemen yang paling besar menerima beban ledakan.

Beban menimbulkan deformasi pada sebuah struktur. Deformasi resultan yang bekerja pada beban statis bekerja secara perlahan dan cenderung diam atau dalam keadaan yang mantap

(Indarwanto, 2006). Pembebanan pada struktur baja yang ditentukan dari AISC-LRFD dalam CSI (2008) ditentukan kombinasi pembebanan (U):

$$U = 1,4DL \quad (3)$$

$$U = 1,2DL + 1,6LL \quad (4)$$

$$U = 1,2DL + 0,5LL \quad (5)$$

$$U = 0,9DL \pm 1,0EL \quad (6)$$

$$U = 1,2DL \pm 1,0EL \quad (7)$$

$$U = 1,2DL \pm 0,5LL \pm 1,0EL \quad (8)$$

Dengan DL adalah beban mati (*dead load*), beban ini merupakan berat sendiri bahan bangunan komponen gedung (Suyono, 2007), LL adalah beban hidup (*life load*) dan EL adalah beban gempa (*earthquake load*). Kombinasi ini digunakan dalam perencanaan struktur baja dengan menggunakan SAP2000 dan ETABS. Kombinasi beban ini dapat digunakan secara otomatis pada masing-masing program. Dalam ETABS, perencanaan struktur dapat diselesaikan dengan hasil reaksi perletakan, gaya dalam dan cek struktur. Penyelesaian model analisa strukru yang dihasilkan dalam ETABS dapat berupa zona panel dan tegangan geser diafragma (CSi, 2009)

Untuk perencanaan segala jenis struktur, biasanya digunakan SAP2000. Aplikasi ini digunakan untuk perencanaan struktur secara umum, mulai dari struktur balok hingga dinding penahan tanah. Menu yang disediakan pada program ini bermacam-macam. Sementara itu, ETABS lebih cenderung digunakan untuk perencanaan struktur gedung. Menu yang tersedia memang memiliki kemiripan dengan ETABS namun fitur ini akan lebih familiar untuk perencanaan gedung, misalnya penamaan grid Z (arah vertikal) menggunakan istilah *story* (lantai). Dengan banyaknya kemiripan ini, perencanaan struktur baja yang dilakukan dengan menggunakan ETABS akan dapat juga dilaksanakan dengan menggunakan SAP2000.

Pada umumnya, perencanaan struktur baja menggunakan profil yang berbentuk I (*wide flange*). Walaupun bentuk ini sering digunakan, namun profil ini memiliki kelemahan dalam menerima torsi dan lentur secara tegak lurus. Pada perencanaan kolom memerlukan stabilitas dan keamanan yang tinggi. Kolom dibedakan menjadi kolom dengan pengaku dan kolom tanpa pengaku (Mukhlis, 2006)

Objek yang digunakan pada perencanaan ini adalah objek model portal pada bangunan. Bangunan ini merupakan salah satu bangunan yang di Indonesia yang memiliki 5 lantai dan pada kajian ini dilakukan penambahan lantai menjadi 7 lantai. Portal pada bangunan dimodelkan ke dalam program sesuai dengan prosedur perencanaan. Tumpuan yang digunakan pada bangunan adalah tumpuan jepit. Struktur portal diberikan beban merata dari arah gravitasi pada bagian balok. Di setiap *joint*, diberikan beban terpusat dari arah vertikal dan horizontal. Beban-beban yang diberikan pada struktur ini merupakan beban statis.

Prosedur perencanaan yang digunakan pada penelitian ini adalah dibuat berdasarkan tahapan berikut:

- Menggambar Model Struktur. Proses awal dari menggambar model struktur adalah dengan menentukan garis *grid*-nya. Garis *grid* adalah garis-garis yang akan digunakan sebagai panduan model struktur. *Grid* dan ordinat pada masing-masing sumbu yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. *Grid* dan Ordinat pada masing-masing sumbu

Sumbu X		Sumbu Y		Sumbu Z		
<i>Grid</i>	Ordinat	<i>Grid</i>	Ordinat	<i>Grid</i>	<i>Story</i>	Elevasi
A	0,000	1	0,000	Z1	Base	0,000
B	4,000			Z2	L	3,200
C	10,000			Z3	L-1	6,400
D	14,000			Z4	L-2	9,600
				Z5	L-3	12,800
				Z6	L-4	16,000
				Z7	L-5	19,200
				Z8	L-6	22,400

Setelah menentukan *grid*, maka dibuat gambar masing-masing elemen struktur yang akan dimodelkan melalui *joint* yang tersedia pada *grid*.

- Menentukan Properti Material dan Penampang

Dalam menentukan material, penentuan materialnya dilakukan dengan pemilihan satuan yang digunakan menjadi KN, m, C.

□ Jenis material

Jenis material yang digunakan pada penelitian ini adalah material isotropik baja.

Data Perencanaan:

- Peraturan perencanaan = AISC-LRFD 93
- Tipe rangka = portal momen

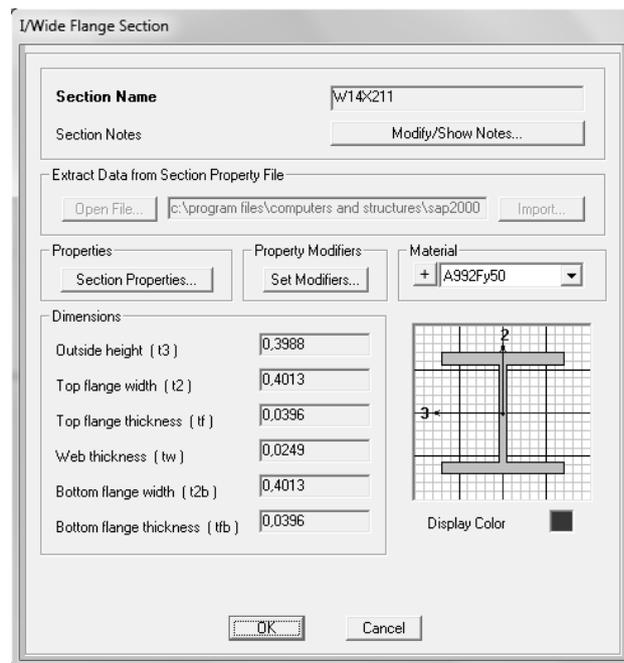
Data Material

- Massa per unit volume = 7,849 kg
- Berat per unit volume = 76,8195 KN
- Modulus Elastisitas (E) = 1,999E+08 MPa
- Rasio Poisson = 0,3
- Koefisien termal ekspansi (A) = 1,170E-05
- Modulus geser (G) = 76.884.615 (ETABS)*
= 76.903.069 (SAP2000) *
- Tegangan leleh minimum (F_y) = 344.737,89 MPa
- Tegangan tarik minimum (F_u) = 448.159,26 MPa

Catatan:

* Data modulus geser (G), baik pada SAP2000 maupun ETABS **tidak bisa dirubah**

Penampang atau profil untuk elemen balok dan kolom yang digunakan pada penelitian ini adalah penampang I (*wide flange*). Penentuan properti penampang menggunakan menu penentuan data pada properti profil. Program aplikasi telah menyediakan berbagai penampang yang sering digunakan di pasaran (Amerika). Data tersebut dapat diekstrak dan dirubah dengan data yang baru. Data penampang juga menggunakan data properti bahan (material) yang telah ditentukan sebelumnya. Penampang tersebut dapat ditentukan tebal badan (*web thickness*), tebal sayap (*flange thickness*) atas dan bawah, serta ukuran panjang badan dan sayap dari penampang tersebut. Sebagai contoh, dapat dilihat gambar 1, properti penampang W14x211 pada SAP2000.



Gambar 1. Properti penampang W14x211 pada SAP2000.

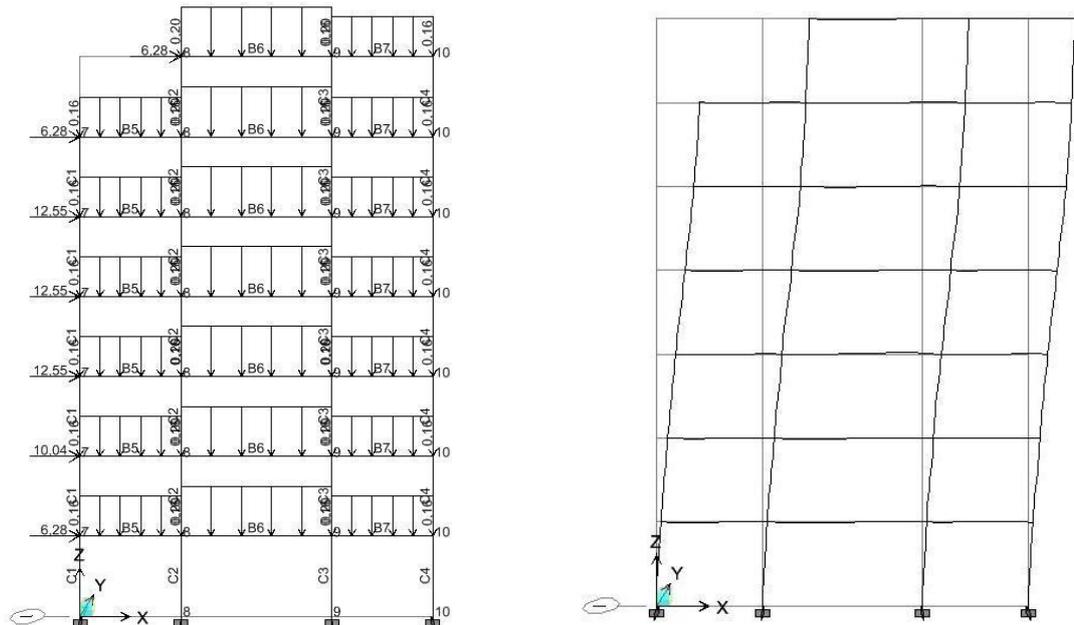
- **Pembebanan**
Pembebanan yang diberikan pada struktur adalah beban statis dengan bentuk beban merata dan beban titik dari arah vertikal dan horizontal.
- **Analisis Struktur**
Pada tahapan analisis struktur, dihasilkan nilai pada diagram gaya normal, gaya geser dan momen.
- **Desain Struktur**
Setelah dilaksanakan analisis struktur, maka dilakukan desain struktur. Program akan diperintahkan untuk melakukan cek struktur melalui hasil rasio perencanaan.

Aplikasi SAP2000 yang digunakan adalah penelitian ini adalah SAP2000 V.8.0.1 dan ETABS V.9.0.0. Model struktur portal yang dibuat pada penelitian ini adalah model portal bidang (2 dimensi). Model portal memiliki ketinggian 7 lantai. Panjang balok tepi adalah 4 m dan balok tengah adalah 6 m. Pada model, diberikan gaya lateral ke samping ke arah sumbu X positif berupa beban titik sebesar 6,28 KN, 10,04 KN dan 12,55 KN. Untuk beban merata, diberikan beban sebesar 0,16 KN/m pada balok yang berada di tepi, untuk balok yang berada di tengah, diberikan beban terbagi rata sebesar 0,20 KN/m.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

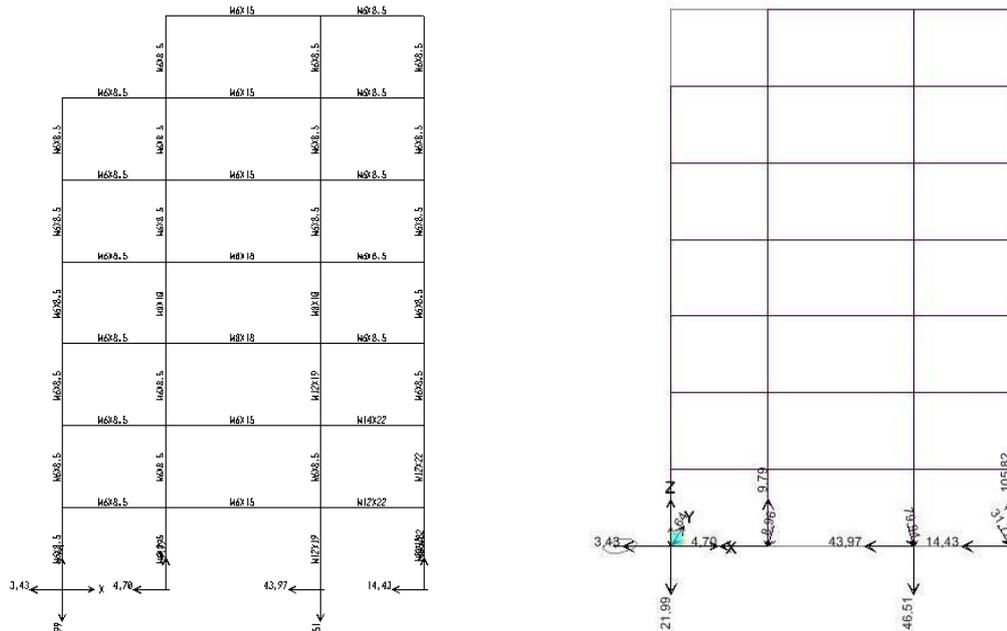
Setelah dilakukan analisis struktur, maka diperoleh hasil reaksi perletakan, bidang gaya normal, bidang geser dan bidang momen dari masing-masing program, yaitu SAP2000 dan ETABS. Hasil analisis struktur dan pembahasannya diperoleh pada hasil proses program yang pada penelitian ini dijabarkan pada bagian berikut ini.

Model portal ini bertumpuan jepit yang pada keadaan ini tumpuan mengekang arah momen, gaya vertikal dan gaya horizontal. Akibat beban yang bekerja, terjadi deformasi struktur. Model struktur dan deformasinya pada ETABS dapat dilihat pada Gambar 2.



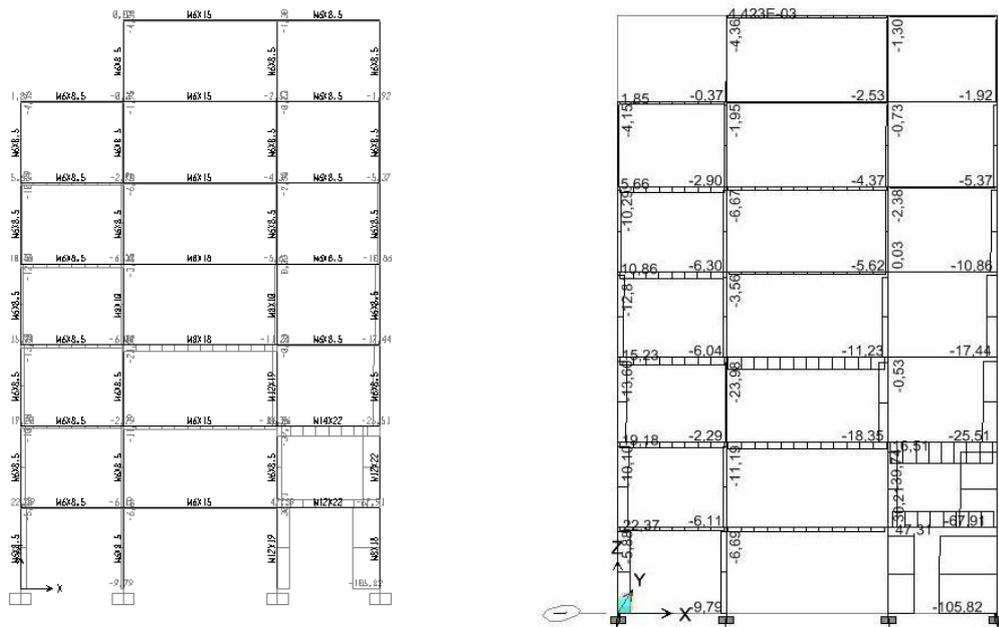
Gambar 2. Model struktur portal (kiri) dan deformasinya (kanan) pada ETABS

Hasil reaksi perletakan dapat dilihat pada Gambar 3. Dengan profil yang sama, hasil reaksi perletakan arah vertikal dan horizontal pada model struktur masih sama.



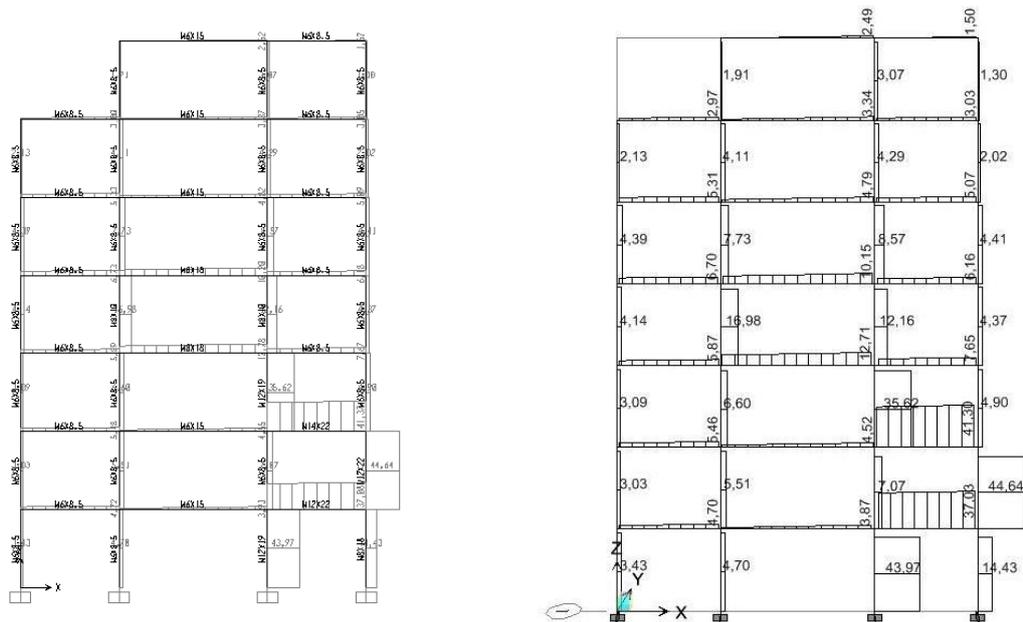
Gambar 3. Reaksi perletakan portal pada SAP2000 (kiri) dan ETABS (kanan)

Hasil gaya normal pada SAP2000 dan dan ETABS dapat dilihat pada Gambar 4. Dengan menggunakan profil yang masih sama, hasil gaya normal struktur pada SAP2000 dan ETABS masih sama. Pada kolom kanan paling bawah, gaya normal yang dihasilkan bernilai sebesar - 105,82 KN.



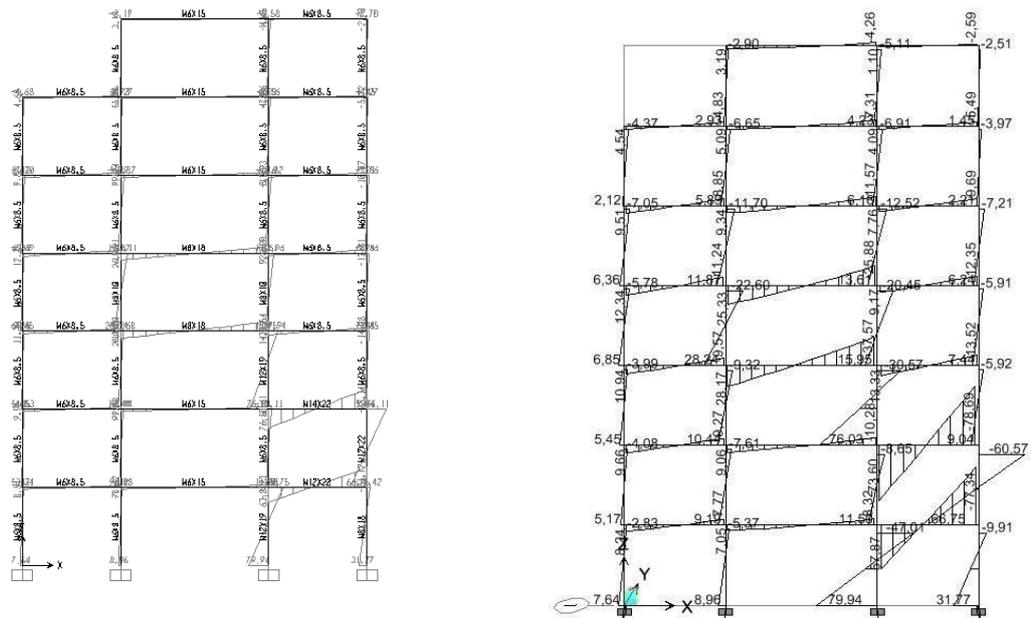
Gambar 4. Gaya normal struktur portal pada SAP2000 (kiri) dan ETABS (kanan)

Hasil bidang geser pada SAP2000 dan dan ETABS dapat dilihat pada Gambar 5. Dengan menggunakan profil yang masih sama, hasil bidang geser struktur portal pada SAP2000 dan ETABS masih sama. Pada kolom kanan paling bawah, bidang geser yang dihasilkan bernilai 14,43 KN.



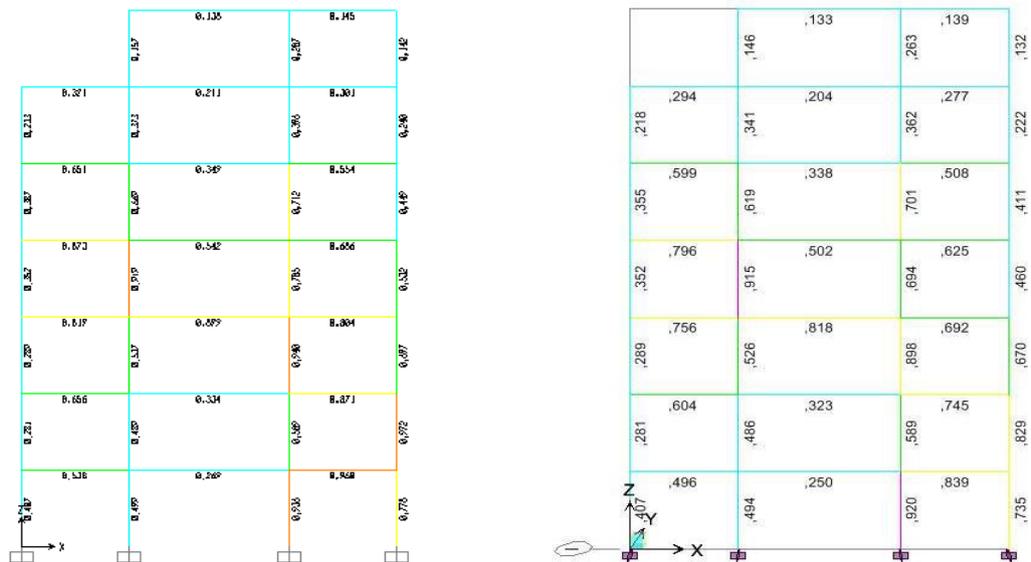
Gambar 5. Bidang geser struktur portal pada SAP2000 (kiri) dan ETABS (kanan)

Hasil bidang momen pada SAP2000 dan dan ETABS dapat dilihat pada Gambar 6. Dengan menggunakan profil yang masih sama, hasil bidang momen struktur portal pada SAP2000 dan ETABS masih sama. Pada kolom kanan paling bawah, bidang geser yang dihasilkan bernilai 31,77 KN.



Gambar 6. Bidang momen struktur portal pada SAP2000 (kiri) dan ETABS (kanan)

Hasil bidang momen pada SAP2000 dan dan ETABS dapat dilihat pada Gambar 7. Dengan menggunakan profil yang masih sama, hasil bidang momen struktur portal pada SAP2000 dan ETABS masih sama. Nilai rasio terbesar pada kolom kanan adalah sebesar 0,972 pada SAP2000 dan pada ETABS yang dihasilkan bernilai 0,920.



Gambar 7. Hasil cek struktur portal pada SAP2000 (kiri) dan ETABS (kanan)

Pada analisis struktur rangka batang dan balok, digunakan profil yang sama. Hasil analisis reaksinya tidak memiliki perbedaan yang signifikan (hasilnya nol), begitu pula halnya dengan gaya-gaya dalam pada struktur. Baik gaya normal, gaya geser maupun momen dengan gambar

bidangnya hasilnya masih sama. Pada analisis struktur rangka portal, digunakan profil yang sama namun hasil yang didapat terdapat perbedaan dari hasil cek struktur dengan nilai rasio yang berbeda.

Untuk model struktur portal ini (*frame*), pada *software* SAP2000 dan ETABS, hasil reaksi gaya batang dan perletakan menunjukkan nilai hasil yang tidak berbeda. Pada elemen kolom bagian kanan paling bawah, gaya normal maksimum yang didapat adalah sebesar -105,82 KN, gaya geser yang bekerja adalah sebesar 14,43 KN, dan momen sebesar 31,77 KNm. Reaksi perletakan untuk kedua program pada perletakan yang paling kanan menunjukkan nilai 14,43 KN untuk arah horizontal ke kiri, 105,82 KN untuk arah vertikal ke atas dan momen sebesar 31,77 KNm. Dengan demikian, untuk analisis struktur dapat menggunakan salah satu dari kedua *software* ini karena memiliki persamaan hasil.

Pada hasil perencanaan struktur portal, diperoleh rasio tertinggi sebesar 0,972 untuk dan SAP2000,920 untuk ETABS, hal ini diakibatkan karena adanya data perencanaan yang berbeda dari masing-masing program. Pada nilai modulus geser material untuk kedua program berbeda dan nilai ini tidak bisa dirubah menjadi nilai yang sama. Karena nilai modulus geser material yang berbeda, maka akibatnya adalah hasil perencanaannya menjadi berbeda sehingga nilai rasio perencanaannya menjadi tidak sama. Pada kondisi batas untuk salah satu program akan mengalami perbedaan kapasitas yang salah satunya masih dianggap aman namun yang lain akan menjadi tidak aman. Untuk itu, perencanaan harus mengacu kepada modulus geser yang ditentukan pada program yang bernilai sama.

Walaupun terdapat perbedaan hasil perencanaan melalui cek struktur rasio perencanaan, profil yang sama yang digunakan pada kedua program tidak menghasilkan nilai yang melebihi angka 1,00 sehingga struktur portal yang direncanakan masih aman. Dalam kajian Mukhlis (2007) tentang perencanaan struktur baja dengan SAP2000 dan ETBAS, dihasilkan profil yang berbeda dengan menggunakan fungsi *auto select*, hasil kajian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan hasil perencanaan struktur baja yang signifikan antara SAP2000 dan ETABS, demikian juga dalam penelitian ini hasil analisis struktur yang dihasilkan masih sama walaupun nilai modulus geser berbeda dan tidak dapat diubah serta hasil cek struktur berbeda, namun struktur portal baja masih aman. Hal ini berarti struktur masih mampu menerima beban rencana yang bekerja pada struktur karena kapasitas struktur masih lebih besar atau sama dengan beban rencana yang diberikan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kedua *software* menghasilkan hasil analisis struktur yang masih sama, baik pada reaksi perletakan, gaya normal, bidang geser maupun bidang momen.
2. Nilai modulus geser pada kedua program memiliki perbedaan dan tidak dapat dirubah.
3. Terdapat perbedaan hasil cek struktur pada perencanaan portal, pada SAP2000 nilai yang tertinggi adalah 0,972 dan pada ETABS nilai yang tertinggi adalah 0,920.
4. Struktur yang direncanakan masih aman, hal ini ditunjukkan dengan hasil cek struktur pada masing-masing *software* yang tidak bernilai lebih dari 1,00.

5. SARAN

Dari hasil dan pembahasan penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat direkomendasikan saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya, dapat menggunakan beberapa *software* aplikasi yang lain.
2. Bila dimungkinkan, nilai modulus geser disamakan untuk melihat perbandingan hasil perencanaan struktur portal.
3. Model dapat dikembangkan menjadi lebih kompleks dan menggunakan portal ruang pada kajian yang lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewobroto, W., 2007, *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP2000 Edisi Baru*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [2] Setiawan, A., 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Sesuai SNI 03-1729-2002)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, 2005, *Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan (RSNI T-03-2005)*, BSN.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002)*, BSN, Bandung.
- [5] Mukhlis, A., 2010, Simulasi Analitis Pengaruh Beban Ledakan Terhadap Struktur Gedung, *Proceeding Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) 4*, Bali, 2-3 Juni 2010.
- [6] Indarwanto, M., 2006, *Modul 2, Teknologi Bangunan 5*, Pusat Pengembangan Bahan Aja UMB, Jakarta.
- [7] Computer & Structures, Inc., 2008, *Steel Frame Manual for SAP2000® and ETABS®*, CSi, California.
- [8] Suyono Nt, 2007, *Rangkuman PPIUG 1983*.
- [9] Computer & Structures, Inc., 2009, *ETABS® Features*, CSi, California, http://www.csiberkeley.com/products_ETABS.html, diakses tgl 26 Oktober 2009.
- [10] Mukhlis, A., 2006, Perhitungan Konstruksi Baja Baja Gedung TK-SD Rehoboth, *Tugas Akhir*, Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Sipil, FPTK, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- [11] Mukhlis, A., 2007, Analisis Penggunaan Software SAP dan ETABS dalam Perencanaan Struktur Baja, *Skripsi*, Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Sipil, FPTK, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.