

Penentuan Risiko dan Analisis Kekuatan Struktur Baja pada Bangunan *Tapping Bay Area Steel Melting Shop* dengan Aplikasi SAP2000

Defi Mayang Sari¹, Moch. Luqman Ashari², Mochammad Choirul Rizal³

¹Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS, Surabaya 60111

Email : defimayang94@gmail.com

ABSTRAK

Steel Melting Shop (SMS) adalah departemen yang paling menunjang dalam proses produksi billet baja pada PT. Peleburan baja. Terdapat masalah pada struktur bangunan baja setelah dilakukan pergantian *overhead travelling crane* (OTC) 120 ton menjadi OTC 150 ton, yaitu terdapat retak dan lepasnya baut pada struktur baja. Area Produksi SMS memiliki aktivitas yang dapat mengakibatkan potensi bahaya runtuhnya bangunan karena tidak kuat menahan beban yang berlebih pada area SMS. Identifikasi bahaya dilakukan dengan metode HIRARC (*Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control*) untuk mengetahui kegiatan yang dapat menyebabkan kerusakan pada struktur baja. Kemudian dilakukan analisis kekuatan struktur baja pada kondisi saat ini untuk mengetahui kemampuan struktur baja dalam menopang *overhead travelling crane* dengan aplikasi SAP2000. Hasil dari identifikasi bahaya dengan metode HIRARC didapatkan 10 dari 57 kegiatan yang dapat menyebabkan kerusakan pada struktur baja bangunan SMS. Pemodelan struktur baja dengan aplikasi SAP2000 didapatkan hasil bahwa struktur utama (kolom dan balok) kerangka baja dilihat dari material baja yang digunakan mampu untuk menopang *overhead travelling crane* dengan kapasitas 150 ton dan penambahan cairan panas. Akan tetapi ada beberapa bagian bangunan yang mengalami overstress sehingga perlu dilakukan penggantian material baja (profil baja) yang digunakan. *Overstress* terjadi karena hasil *running* dari *frame* (bagian-bagian struktur) > 0,950.

Keywords: HIRARC, *overhead travelling crane*, *overstress*, SAP2000, SMS

1. Pendahuluan

Menurut AS/NZS 4360: 2004 *risk management* yaitu upaya pengelolaan suatu risiko yang terstruktur dan bertujuan untuk mengetahui, menganalisis, serta mengendalikan risiko dalam setiap kegiatan atau aktivitas perusahaan yang ditujukan atau diaplikasikan untuk menuju efektivitas manajemen yang lebih tinggi dalam menangani kesempatan yang potensial dan kerugian yang dapat mempengaruhi perusahaan. Pada tahun 2011 dilakukan pergantian *overhead travelling crane* dari SWL (*Safe Working Load*) 120 ton ke SWL 150 ton di *Tapping bay area Steel Melting Shop* (SMS). Pergantian tersebut tidak diimbangi dengan peremajaan struktur bangunan baja yang menopang *overhead travelling crane* (OTC) tersebut sehingga perlu dilakukan analisis tentang kekuatan struktur baja yang menopang OTC saat ini. Disamping itu banyak keluhan dari pekerja setelah dilakukan pergantian OTC yaitu banyaknya retak pada struktur baja dan baut yang longgar. Oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi aktivitas dari proses produksi area SMS yang dapat mempengaruhi kerusakan struktur baja.

Identifikasi bahaya dilakukan menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*). Sedangkan analisis kekuatan struktur baja menggunakan bantuan aplikasi SAP2000. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui aktivitas produksi yang mempengaruhi kerusakan struktur baja pada bangunan *Steel Melting Shop* dan juga untuk mengetahui kemampuan struktur baja pada kondisi *existing* 150 ton melalui permodelan SAP2000. Dari analisis yang dilakukan akan didapatkan aktivitas yang dapat mempengaruhi kerusakan bangunan dan rekomendasi untuk mengurangi potensi bahaya serta tindakan perbaikan yang akan dilakukan untuk mencegah robohnya bangunan.

2. Metodologi

2.1 *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC)

Menurut OHSAS 18002:2008, HIRARC adalah suatu proses mengidentifikasi bahaya, mengukur, mengevaluasi risiko-risiko yang muncul dari sebuah bahaya, lalu menghitung kecukupan dari tindakan pengendalian yang ada dan memutuskan apakah risiko yang ada dapat diterima atau tidak. Penentuan risiko pada penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi data sekunder berupa IBPR (Identifikasi Bahaya dan

Penilaian Risiko) Perusahaan Peleburan Baja yang telah dibuat, terdapat 57 kegiatan pada area ini. kegiatan yang mempengaruhi kerusakan struktur hal ini didasarkan pada hasil wawancara dan juga beberapa referensi lainnya, diantaranya adalah :

- a. Kurangnya pengecekan sambungan pada struktur baja, rel untuk lintasan *overhead travelling crane*, dan komponen pada *crane* (*hook, sling, motor* dan lainnya),
- b. Kurang ahlinya operator *crane* sehingga dapat menyebabkan tumpahnya cairan yang dapat kontak dengan mesin atau alat yang mudah terbakar sehingga timbul ledakan ataupun kebakaran, salah posisi dalam meletakkan ladle ke dalam tundish, dan penggunaan rem yang kurang baik.
- c. Muatan pada ladle yang diangkut OTC berlebihan,
- d. Gempa bumi,
- e. Atap yang bocor sehingga air masuk kedalam tempat produksi,
- f. Kebakaran dan juga ledakan (Data Sekunder, 2017).

Menurut Handayani, 2013 kerusakan komponen struktur juga dapat terjadi akibat beban berlebihan (*overloading*), perencanaan yang tidak baik, penggunaan material yang tidak sesuai dengan persyaratan, kesalahan dalam pelaksanaan pekerjaan dan faktor lingkungan yang belum diantisipasi sebelumnya. Aksi adalah penyebab terjadinya tegangan atau deformasi pada struktur baja. Setiap aksi yang dapat mempengaruhi kestabilan, kekuatan, dan kemampuan-layan struktur, termasuk yang disebutkan di bawah ini, harus diperhitungkan: Gerakan-gerakan pondasi, Perubahan temperature, Deformasi aksial akibat ketaksesuaian ukuran, Pengaruh-pengaruh dinamis, Pembebanan pelaksanaan (SNI-03-1792-2002).

Pada penelitian ini nilai *risk matriks* diperoleh dari data IBPR (Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko) dari Perusahaan Peleburan Baja sedangkan untuk penentuan risiko mengacu pada AS/NZS 4360, 2004. Berikut ini nilai *likelihood*, *Severity*, dan Penentuan Risiko yang digunakan dalam penelitian ini :

Tabel 2.1 Analisa Risiko : Penilaian *likelihood*

Kategori	Description
A	Hampir Pasti akan terjadi (1 minggu terjadi lebih dari 1 kali)
B	Cenderung untuk dapat terjadi (Terjadi sekali dalam 1 minggu)
C	Mungkin dapat terjadi (Terjadi sekali dalam 1 bulan)
D	Kecil kemungkinan utk terjadi (terjadi sekali dalam 1 tahun)
E	Sangat jarang terjadi (Tidak terjadi dalam 1 tahun sekali)

Sumber : Data Sekunder Perusahaan Peleburan Baja, 2017

Nilai ini didasarkan pada kemungkinan suatu peristiwa terjadi. Menilai kemungkinan didasarkan pengalaman pekerja, analisis atau pengukuran. tingkat kemungkinan berkisar dari "paling mungkin" sampai "tak terbayangkan".

Tabel 2.2 Penilaian *Severity* : Keselamatan Kerja

Kategori	Description
1	Tdk ada cedera dan atau kerugian material kecil (< Rp 403.374.400,-)
2	Cedera ringan/P3K dan atau Kerugian material sedang (Rp 403.374.401,- - Rp 3.226.995.208,-)
3	Hilang hari kerja dan atau kerugian cukup besar (Rp 3.226.995.209,- - Rp 9.680.985.624,-)
4	Cacat dan atau kerugian material besar (Rp 9.680.985.625,- - Rp 19.361.971.200,-)
5	Fatality dan atau kerugian material sangat besar (> Rp 19.361.971.200,-)

Sumber : Data Sekunder Perusahaan Peleburan Baja, 2017

Keparahan (*Severity*) dapat dibagi menjadi lima kategori. Keparahan didasarkan pada meningkatnya tingkat keparahan untuk kesehatan individu, dan properti.

Tabel 2.3 Analisa Risiko : Penentuan Risiko

Likelihood Label	Severity (S)				
	1	2	3	4	5
A	High	High	Very High	Very High	Very High
B	Medium	High	High	Very High	Very High
C	Low	Medium	High	Very High	Very High
D	Low	Low	Medium	High	Very High
E	Low	Low	Medium	High	High

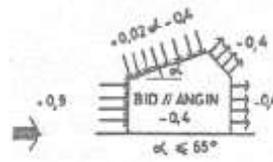
Sumber : AS/NZS 4360, 2004

Nilai risiko dapat digunakan untuk memprioritaskan tindakan yang diperlukan untuk secara efektif mengelola tempat kerja bahaya.

2.2 Beban

Beban adalah gaya luar yang bekerja pada suatu struktur (SNI 03-1729-2002), berikut beberapa jenis beban yang sering dijumpai saat pembangunan, antara lain :

1. Beban mati merupakan berat dari semua bagian gedung/bangunan yang bersifat tetap selama masa layan
2. Beban hidup, yang termasuk dalam beban ini adalah beban orang dan beban air hujan
 - Beban air hujan dapat dihitung dengan rumus (Peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung, 1983):
 $40-0,8 \cdot \alpha \text{ kg/m}^2$ (2.1)
 (α = kemiringan atap, dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari 20 kg/m² dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atapnya adalah lebih besar dari 50°)
 - Beban orang pada canopy = 100 kg/ m²
 - Beban terpusat pada orang = 100 kg
3. Beban angin, besarnya tekanan tiup harus diambil minimum sebesar 25 kg/m² kecuali dengan ketentuan-ketentuan yang diatur dalam Peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung 1983.



Gambar 2.4 Koefisien Angin Gedung Tertutup
 Sumber : PPIUG, 1983

- Berat pada atap dapat dihitung dengan :
 $0,02 \alpha - 0,4$ (untuk angin tekan) (2.2)
- Beban angin yang datang dari samping dapat dihitung dengan rumus:
 $+0,9 \times 25 \text{ kg/m}^2 \times L$ (L= bentang bangunan) (2.3)

2.3 SAP2000 (Structural Analysis Program)

SAP2000 merupakan salah satu program analisis struktur yang dapat menganalisis struktur gedung secara statik maupun dinamik untuk memperoleh gaya-gaya dalam yang diperlukan untuk perencanaan struktur (Andrianto, 2007). Ketahanan struktur ditunjukkan setelah melalui hasil *running* program pada menu *check design structure*. Khusus evaluasi ketahanan struktur kolom divisualisasikan melalui indikasi warna – warna yang dikeluarkan oleh program SAP2000. Berikut analisa warna untuk ketahanan struktur pada program SAP2000 (Andrianto, 2007).

- a. Warna biru muda : rasio 0.00 sampai 0.50 : Sangat Aman
- b. Warna hijau : rasio 0.50 sampai 0.70 : Aman
- c. Warna kuning : rasio 0.70 sampai 0.90 : Aman
- d. Warna ungu : rasio 0.90 sampai 0.94 : Cukup aman
- e. Warna merah : rasio > 0.95 : Kritis (*Overstress/OS*)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control)

Dari 57 kegiatan pada area *Steel Melting Shop* (SMS) terdapat 10 kegiatan yang mempengaruhi kerusakan bangunan baja, yaitu : Crane 150 T membawa cairan baja, *Charging scrap* (memasukkan scrap dalam *furnace* dengan *crane*), Membuang slag di Slag Pit CCM, Pengambilan slag dibawah *furnace*, Tapping, *Joint ladle*, Meletakkan ladle isi cairan baja di CCM, Membersihkan ladle *nozzle* setelah casting, *Mould level drop*, dan *Adjust mould level*

Tabel 3.1 HIRARC kegiatan crane 150 T membawa cairan baja adalah sebagai berikut :

Work Activity	Hazard Identification			Risk Analysis			Risk Control	
	Hazard	Which can cause/effect	Existing Control (If any)	Like lihood	Seve rity	Risk	Recommended Control Measures	PIC
Crane 150 T membawa cairan baja	Cairan baja jatuh karena <i>wire rope sling</i> putus atau <i>break loss</i>	Kerusakan struktur dan bangunan lain yang ada disekitarnya karena kebakaran yang terjadi	<i>Maintenance crane</i> yang rutin, SOP keadaan darurat, alat pemadam (APAR dan <i>hydrant</i>), SIO operator <i>crane</i> , resertifikasi crane	E	5	H	Mengurangi muatan cairan baja, melakukan peremajaan terhadap struktur <i>crane</i> , memperketat jadwal pengecekan komponen OTC, melakukan	Emit (Ass. manag er)

							perbaruan SIO operator <i>crane</i>	
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Proses ini dilakukan setelah cairan panas melewati proses tapping, cairan ini diangkat untuk dipindahkan dari proses peleburan *scrap* (area EAF) ke tempat penambahan komposisi (area LRF). Cairan diangkat dengan menggunakan *crane* 150 ton. Pada proses ini memiliki potensi bahaya berupa jatuhnya cairan baja (karena *wire rope sling* putus atau *break loss*) dan membakar semua yang ada di bawahnya. Terjadinya kebakaran ini menyebabkan kerusakan struktur dan bangunan lain yang ada disekitarnya, hal ini dikarenakan perubahan temperatur akibat kebakaran yang terjadi (SNI-03-1792-2002). Banyaknya cairan yang dibawa oleh OTC 150 ton tersebut cukup untuk membakar bangunan SMS dan menyebabkan ledakan apabila kontak dengan genangan air dan juga mesin yang mudah terbakar. Mesin-mesin yang mudah terbakar pada area SMS ini diantaranya adalah panel listrik dan kabel-kabel.

3.2 Analisa SAP2000

Pemodelan bangunan dengan aplikasi SAP2000 dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Melakukan define material, pendefinisian material bangunan (profil baja) dilakukan sesuai dengan data sekunder profil baja yang telah didapat sebelumnya.
2. Melakukan define beban sesuai dengan beban-beban yang telah ditentukan sebelumnya.

Tabel 3.2 Perhitungan Pembebanan

No.	Beban	Rumus	Jenis beban
1.	Beban Mati	$10 \text{ kg/m}^2 \times 4,7 \text{ m} \times \cos 6,11^\circ = 46,73 \text{ kg/m}$	Beban merata
	Seng gelombang	*10 kg/m ² adalah berat seng gelombang menurut PPIUG 1983	
	OTC	$1,4 \text{ DL} = 1,4 \times 196.690 \text{ kg} = 275.366 \text{ kg}$ Reaksi/ balok = $275.366 \text{ kg} : 2 = 137.683 \text{ kg}$	
2.	Beban Hidup		Beban merata
	Orang pada canopy	$100 \text{ kg/m}^2 \times 4,7 \text{ m} \times \cos 6,11^\circ = 467,33 \text{ kg/m}$	
	Operator Crane	100 kg	
3.	Beban Hujan	$20 \text{ kg/m}^2 \times 4,7 \text{ m} \times \cos 6,11^\circ = 93,47 \text{ kg/m}$	Beban merata
4.	Beban Angin		Beban merata
	Beban angin pada atap	$0,02 \alpha - 0,4 = 0,02 (6,11) - 0,4 = 0,28$ (angin hisap) $0,28 \times 25 \text{ kg/m}^2 = 7 \text{ kg/m}^2$ $7 \text{ kg/m}^2 \times 4,7 \text{ m} \times \cos 6,11^\circ = 32,71 \text{ kg/m}$	Beban merata
	Beban angin pada dinding	$0,9 \times 25 \text{ kg/m}^2 = 22,5 \text{ kg/m}^2 \times 6 \text{ m} = 135 \text{ kg/m}$ *6 m merupakan panjang kolom	Beban merata

Sumber : Data Peneliti, 2017

Keterangan :

*4,7 merupakan jarak antar gording atau bentang yang digunakan

* 6.11° merupakan kemiringan atap

3. *Running* pemodelan yang telah didefinisikan, dari hasil *running* terdapat beberapa *frame* (bagian struktur bangunan) yang mengalami *overstress*.

4. Pemodelan ulang dengan *trail and error* profil baja hingga menghasilkan rasio warna aman.

Overstress tersebut terjadi karena tegangan/momen yang terjadi lebih besar dari kapasitas yang tersedia dan melebihi dari *ratio limit* yaitu 0,950. Sehingga diperlukan penggantian material yang digunakan dalam membangun struktur bangunan tersebut untuk menghindari risiko runtuhnya bangunan. Rasio warna merupakan hasil penjumlahan antara momen (momen minor dan major) dan tegangan geser. Kapasitas dari momen dan tegangan geser tersebut dibandingkan dengan momen dan tegangan geser yang terjadi (*actual*).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan serta analisis data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil dari identifikasi bahaya dan penilaian risiko dengan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) yang telah dilakukan terdapat 10 aktivitas dari 57 kegiatan produksi dan perawatan *Steel melting shop area* yang mempengaruhi kemampuan struktur bangunan baja dan dapat menyebabkan robohnya bangunan, yaitu:
 - a. *Crane* 150 T membawa cairan baja
 - b. *Charging scrap* (memasukkan *scrap* dalam *furnace* dengan *crane*)
 - c. Membuang slag di Slag Pit CCM
 - d. Pengambilan slag dibawah *furnace*

- e. Tapping
 - f. Joint ladle
 - g. Meletakkan ladle isi cairan baja di CCM
 - h. Membersihkan ladle *nozzle* setelah casting
 - i. Mould level drop
 - j. Adjust mould level
2. Pada struktur utama (kolom dan balok) kerangka baja dilihat dari material baja yang digunakan mampu untuk menopang *overhead travelling crane* dengan SWL (*safe working load*) 150 ton dan penambahan cairan panas, hal ini dikarenakan ratio yang didapat dari permodelan SAP2000 adalah 0.5 – 0,7 (berwarna hijau) untuk balok dan ratio 0 - 0,5 (berwarna biru muda) untuk kolom. Akan tetapi terdapat beberapa bagian pada struktur yang mengalami *overstress*, yaitu bagian gording, kuda-kuda, bresing kuda-kuda, dan kolom penyangga atap (*roof leg*)
 3. Berdasarkan ratio yang didapat dari pemodelan SAP2000, terdapat beberapa bagian dari bangunan *Steel Melting Shop* yang mengalami *overstress*. *Overstress* pada pemodelan baja adalah *frame* (bagian) yang mempunyai ratio > 0.95 yaitu dengan warna merah. Warna merah mengindikasikan bahwa material baja yang digunakan tidak mampu menahan beban yang diterima oleh struktur dan dapat mengakibatkan keruntuhan bangunan sehingga diperlukan penggantian material penyusun baja. Penggantian material baja adalah sebagai berikut : gording dan kuda-kuda bangunan diganti dengan profil 2L 250 250 35, untuk penyangga atap bangunan menggunakan I 808 302 16 30 dan bresing kuda-kuda bangunan menggunakan 2L 150 150 19.

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada keluarga, pembimbing, teman-teman dan rekan-rekan yang membantu dan memberi saran pada penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- Andrianto, H. (2007). *Analisis Struktur Gedung dengan ETABS versi 9.0.7*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- AS/NZS 4360. (2004). *Risk Management Guidelines*. Australia: Standarts Australia.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Handayani, T. (2013). Evaluasi penyebab kegagalan dan perbaikan struktur jembatan rangka baja dengan bentang 54 m. 17-25.
- Occupational Health and Safety Assessment. (2008). *Occupational Health and Safety Management Systems – Guidelines for the implementation of OHSAS 18001:2007*. OSHAS Project Grup.
- Resources, D. o. (2008). *Guidelines for Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)*. Malaysia: Departement of Occupational Safety and Health.
- SHE Departement. 2016. *Profil Perusahaan*. Perusahaan Peleburan Baja: Sidoarjo
- Tubuh, I. D., Sukrawa, M., & Putra, D. (2014). Analisis Perilaku dan Kinerja Struktur Rangka Dinding Pngisi dengan Variasi Penempatan Dinding pada Lantai Dasar. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*.
- Wahana Komputer. (2010). *Analisa Struktur Bangunan dan Gedung dengan SAP2000 Versi 14*. Yogyakarta: CV Andi Offset.