

PEMBUATAN DAN IMPLEMENTASI KRITERIA DESAIN KONSTRUKSI BAJA DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

Giovanno Tandri Halim¹, Hendri Gunawan², Surya Hermawan³, dan Gunawan Budi Wijaya.⁴

ABSTRAK : Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan salah satu tujuan yang harus terpenuhi dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Untuk mencapai tujuan ini, perencanaan yang aman sejak tahap desain atau yang biasa disebut pencegahan melalui desain, menjadi hal yang perlu dipertimbangkan. Dalam pelaksanaannya, masih banyak desain proyek konstruksi baja yang tidak mempertimbangkan penerapan K3. Penelitian ini memiliki beberapa objektif, yaitu membuat kriteria desain, penilaian desain dan pembuatan rekomendasi desain. Dalam metodologi penelitian ini, penerapan K3 sejak tahap perencanaan dibuat sebagai suatu kriteria desain yang disusun dari hasil studi literatur dan observasi lapangan. Kriteria yang telah dibuat lalu diuji melalui studi kasus proyek 'X', dengan membandingkan dan menilai kriteria telah dibuat dengan desain yang digunakan sehingga dihasilkan sebuah penilaian. Beberapa kriteria yang dibuat seperti ketersediaan lubang *guardrail* dan *harness*. Berdasarkan hasil penilaian, nilai pemenuhan kriteria yang didapatkan sebesar 28,48%, yang terdapat dalam kategori "kurang". Dari hasil tersebut dibuat beberapa rekomendasi desain, untuk meningkatkan nilai pemenuhan kriteria menjadi 83,34%. Tetapi, hasil rekomendasi yang dapat direalisasikan adalah penambahan plat siku pada kolom, yang berguna sebagai pengait pada saat ereksi kolom dan sebagai dudukan saat ereksi rafter, sehingga nilai akhir yang didapatkan menjadi 31,04%.

KATA KUNCI: struktur baja, kriteria desain, kesehatan dan keselamatan kerja, rekomendasi desain, implementasi

1. PENDAHULUAN

Setiap tahun diperkirakan jumlah proyek konstruksi akan semakin bertambah banyak di Indonesia. Hal ini dikarenakan Indonesia merupakan negara yang berkembang sehingga diperlukan peningkatan kualitas dan kuantitas infrastruktur yang ada. Semakin banyaknya proyek konstruksi menandakan semakin besar pula kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja pada proyek konstruksi. Pada tahun 2015, jumlah kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia pada sector konstruksi mencapai 110.285 kasus, lalu pada tahun 2016 jumlah kasus kecelakaan kerja yang terjadi menurun hingga 101.367 kasus dan menurun sekitar 20.975 kasus menjadi 80.393 kasus pada tahun 2017 (BPJS Ketenagakerjaan, 2017). Jumlah kecelakaan kerja yang terus menurun setiap tahun menunjukkan perkembangan dalam penerapan K3 yang ada di Indonesia. Namun jumlah kecelakaan kerja yang terus menurun setiap tahunnya masih menunjukkan angka yang cukup tinggi.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, giovanno2910@gmail.com

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, hendrigunawan3012@gmail.com

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, s.hermawan@petra.ac.id

⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, gunawanbw@petra.ac.id

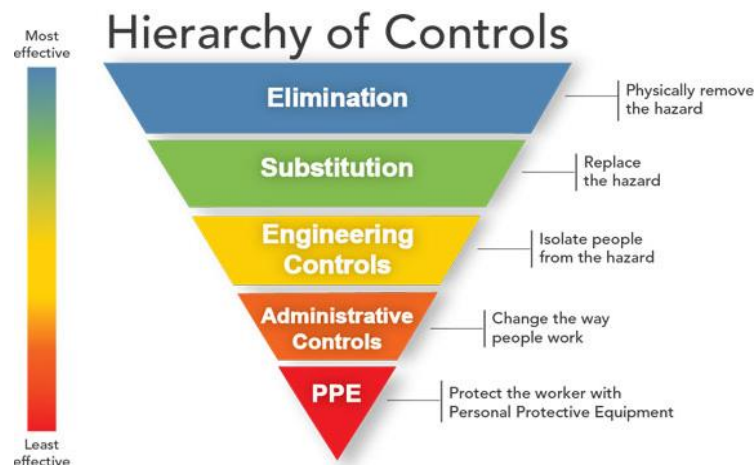
Dalam bidang infrastruktur, kecelakaan kerja masih sering terjadi terutama pada proyek konstruksi baja. Pada pelaksanaannya, struktur baja memiliki tingkat kecelakaan yang cukup tinggi. Dapat dilihat pada salah satu contoh kasus kecelakaan kerja yang terjadi pada proyek konstruksi baja di *Rest Area Grand Watudodol*, Banyuwangi pada Januari 2015 (Radar Banyuwangi, 2015). Melalui perencanaan desain yang baik dengan memperhatikan aspek keselamatan pada tahap *pre-construction*, resiko terjadinya kecelakaan kerja diharapkan dapat diperkecil sehingga pekerja dapat bekerja dengan rasa aman. Berdasarkan hal tersebut, diharapkan penelitian ini dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi jumlah kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia.

2. STUDI LITERATUR

2.1. *Prevention Through Design*

Prevention Through Design (PtD), yang di beberapa negara Eropa sering disebut *Design for Safety* (DfS) adalah pertimbangan yang disengaja tentang keamanan proses konstruksi dalam fase desain proyek konstruksi, dengan tujuan mengurangi risiko kecelakaan yang melekat pada pekerja konstruksi. (Toole, 2006). PtD sendiri merupakan salah satu program atau metode pencegahan kecelakaan kerja yang diinisiatifkan oleh NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*).

Dalam kaitannya dengan hierarki pengendalian bahaya, penelitian ini akan menggunakan pengendalian bahaya berupa *Engineering controls*. *Engineering controls* adalah pengendalian bahaya dengan cara memodifikasi atau merubah desain yang ada sehingga resiko terjadinya kecelakaan kerja semakin rendah. Penggunaan *Engineering controls* pada penelitian ini adalah untuk memodifikasi desain yang memiliki resiko kecelakaan yang lebih tinggi menjadi desain yang memiliki resiko kecelakaan yang lebih rendah berdasarkan hasil penilaian kriteria yang dibuat seperti yang terlihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Hierarchy Of Controls (NIOSH,2018)

2.2. *Constructability*

Constructability adalah teknik kemampuan manajemen proyek untuk me-*review* kembali proses konstruksi dari awal hingga akhir selama tahap pra-konstruksi. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi hambatan-hambatan yang mungkin terjadi sebelum proyek benar-benar dilaksanakan untuk mengurangi dan mencegah kesalahan dalam proyek, keterlambatan dan biaya ekstra. (Wiryawan, 2012)

2.3. Alat Angkat dan Alat Pengencang Baut serta Las pada Konstruksi Baja

Menurut NIOSH, beban maksimum yang boleh dipikul oleh pekerja tanpa alat bantu adalah sebesar 23 kg, oleh karena itu untuk pemindahan material dengan beban dan dimensi yang relatif besar dibutuhkan alat bantu seperti *chain block*, *mobile crane* dan *tower crane*. Dalam penggunaan alat angkat terdapat hal yang perlu diperhatikan seperti beban yang diangkat oleh alat tidak boleh melebihi kapasitas beban aman yang disarankan untuk alat bekerja atau yang biasa disebut *Safe Working Load* (SWL).

Dalam pelaksanaan pembangunan konstruksi baja, sambungan merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan. Sambungan pada konstruksi baja menurut alat yang digunakan terdiri dari 2 jenis, yaitu las dan baut. Dalam proses ereksi, dengan menggunakan alat pengencang dan las perlu diperhatikan ketersediaan ruang gerak bagi tangan pekerja serta alat yang digunakan. Oleh karena itu, diperlukan untuk mengetahui jenis alat yang akan digunakan beserta dimensi alat sehingga pada saat proses desain, bias dipastikan terdapat ruang gerak yang cukup bagi alat. Selain ketersediaan ruang gerak salah satu hal yang harus dihindari dan dipertimbangkan solusinya adalah posisi pengerjaan yang kurang nyaman dan berbahaya bagi pekerja.

2.4. Kategori Tingkat Penerapan K3

Tingkat penerapan K3 pada desain sesuai dengan kriteria digolongkan menjadi 3 golongan berdasarkan PP Nomor 50 tahun 2012, yaitu :

1. Tingkat penilaian penerapan K3 pada desain kurang : 0 – 59%
2. Tingkat penilaian penerapan K3 pada desain baik : 60 – 84%
3. Tingkat penilaian penerapan K3 pada desain memuaskan : 85 – 100%

3. RANCANGAN PENELITIAN

3.1. Kerangka Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengukur tingkat penerapan K3 terhadap desain struktur dari suatu proyek struktur rangka (*frame*) baja. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat merumuskan kriteria desain struktur yang baik pada suatu proyek konstruksi struktur baja dengan mempertimbangkan K3 dan pelaksanaannya di lapangan. Penelitian ini dilaksanakan dengan cara studi literatur, analisa gambar kerja (*construction drawing*) dan observasi lapangan.

3.2. Metodologi Penelitian

Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan studi literatur yang bertujuan untuk mengumpulkan landasan teori yang diambil dari berbagai sumber seperti jurnal, skripsi dan *website*. Kemudian, penelitian dilanjutkan dengan melakukan observasi lapangan yang bertujuan untuk mengumpulkan referensi dalam membantu pembuatan kriteria desain. Kriteria / Parameter yang digunakan untuk penilaian desain dibuat berdasarkan hasil studi literatur dan observasi lapangan. Parameter ini berisi hal - hal apa saja yang digunakan untuk menilai apakah suatu desain dapat dikatakan aman dan memenuhi K3. Setelah merumuskan kriteria atau parameter penilaian, akan dilakukan analisa pada *construction drawing* yang bertujuan untuk melihat dan menilai tingkat keamanan dari desain struktur baja berdasarkan desain yang digunakan. Dalam melakukan analisa gambar digunakan kriteria desain yang telah dibuat sebelumnya untuk mengukur tingkat keamanan dari desain tersebut.

Penilaian desain dilakukan berdasarkan kriteria desain yang telah dibuat dengan tujuan untuk menilai apakah desain yang ada telah mempertimbangkan K3. Desain yang dibuat, akan dinilai dengan cara

melihat setiap kriteria yang ada sesuai dengan profil atau sambungan yang akan dinilai. Poin penilaian yang bisa didapatkan dari tiap kriteria yang dipenuhi adalah *Unsuitable* (0 poin), *Allowed* (1 poin) dan *Suitable* (2 poin). Setelah pemberian poin untuk setiap elemen struktur (kolom, balok, rafter dan sambungan) sudah dilakukan, poin yang didapatkan akan dijumlahkan untuk tiap elemen struktur yang telah ditinjau. Poin total yang didapatkan dibagi dengan total poin maksimal yang bisa didapatkan lalu dikalikan dengan 100% sehingga didapatkan hasil akhir dalam nilai persentase tingkat penerapan K3 untuk masing-masing elemen struktur yang ditinjau. Hasil akhir dari persentase penerapan K3 akan dibagi kedalam 3 kategori, yaitu 0% - 49% dengan kategori “kurang”, 50% - 80% dengan kategori “baik” dan 81% - 100% dengan kategori “memuaskan”.

Kemudian, dilakukan pengajuan rekomendasi desain pada komponen yang dinilai tingkat keselamatan dalam pelaksanaannya dapat ditingkatkan, terutama pada desain yang masuk dalam kategori penilaian “kurang”. Tujuan dari dilakukannya pembuatan rekomendasi desain adalah mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja pada proyek. Kemudian, dilakukan verifikasi hasil rekomendasi desain apakah sudah memenuhi kriteria yang telah dibuat. Verifikasi desain ini dilakukan dengan mengkonsultasikan rekomendasi desain yang ada kepada pihak proyek dan pembimbing hingga rekomendasi desain yang dibuat memenuhi kriteria desain yang ada dan dapat dilaksanakan. Jika hasil rekomendasi sudah mendapatkan hasil yang “memuaskan”, pekerjaan bisa dilanjutkan menuju tahap pengambilan kesimpulan dan saran.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kriteria Desain

Berdasarkan hasil studi literatur dari *Structural Steel Design* (NIOSH, 2013) dan observasi lapangan, dirumuskan beberapa kriteria terkait dengan desain konstruksi baja yang mempertimbangkan K3. Kriteria desain ini dibuat untuk membantu para perencana konstruksi baja sederhana dalam menerapkan K3 sejak tahap awal desain. Kriteria yang dibuat sendiri dibagi menjadi 4 bagian elemen struktur konstruksi baja, yaitu kolom, balok, rafter dan sambungan (*end-plate* dan plat siku). Kriteria yang dibuat bertujuan untuk meningkatkan keamanan pekerja pada proses konstruksi. Kriteria yang dibuat dibagi menjadi 3 kategori, yaitu *Unsuitable* (Tidak Sesuai), *Allowed* (Diizinkan) dan *Suitable* (Sesuai). Pembagian kriteria ke dalam 3 kategori nilai ini bertujuan untuk mempermudah dalam mendapatkan nilai akhir dari penerapan K3 dalam proyek yang bersangkutan. Pada saat proses penilaian setiap kategori akan memiliki poin masing-masing mulai, yaitu 0,1 dan 2. Poin 0 diberikan pada kriteria yang mendapatkan kategori *Unsuitable* (Tidak Sesuai), poin 1 diberikan pada kriteria yang mendapatkan kategori *Allowed* (Diizinkan) dan poin 2 akan diberikan pada kriteria yang mendapatkan kategori *Suitable* (Sesuai). Hasil kriteria untuk desain kolom, balok dan rafter dapat dilihat pada **Tabel 1**. dan hasil kriteria untuk desain sambungan *end-plate* dan plat siku dapat dilihat pada **Tabel 2**.

4.2. Penilaian Kriteria Desain

Penilaian dilakukan dengan cara melihat detail yang ada pada gambar *construction drawing* dan kriteria desain yang telah dibuat. Lalu dilakukan perbandingan untuk setiap elemen yang akan ditinjau mulai dari kolom, balok, rafter hingga sambungan. Pada proyek yang ditinjau ini tidak menggunakan sambungan dengan plat siku sehingga pada tahap penilaian kriteria desain (**Tabel 1**) yang memperhatikan penggunaan sambungan plat siku tidak dapat diterapkan atau *Not Applicable* (N/A). Dikarenakan proyek bersifat gudang sederhana dan memiliki desain yang mirip atau sama pada beberapa elemen maka tidak dilakukan penilaian secara satu per satu, tetapi hanya pada 1 elemen lalu dilakukan penghitungan jumlah elemen yang memiliki kemiripan atau desain yang sama. Setelah dilakukan perhitungan jumlah elemen yang sama, nilai untuk satu elemen tersebut dapat dikalikan dengan jumlah elemen sama sehingga didapatkan nilai total untuk elemen tersebut. Hasil penilaian untuk setiap elemen dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Kriteria Desain untuk Kolom, Balok dan Rafter

No.	Keterangan	Unsuitable	Allowed	Suitable
1	Kolom			
1.1	Lubang untuk pengangkatan	Tidak ada	1 titik 1-3 lubang (<i>flange</i>)	1 titik 4 lubang (<i>flange</i>) / 1 titik 1 lubang (<i>web</i>)
1.2	Ketersediaan <i>guardrail</i>	Tidak ada	1 titik	2 titik
1.3	Lubang untuk <i>harness</i>	Tidak ada	1 titik	1 titik <i>overhead</i>
1.4	Tinggi kolom pedestal	< 150 mm	$150 \text{ mm} \leq x \leq 300 \text{ mm}$	> 300 mm
1.5	Jumlah angker	< 2 angker	2 - 3 angker	≥ 4 angker
1.6	Letak splices	< 600 mm atau > 1600 mm	600 - 1000 mm atau 1400 - 1600 mm	1000 - 1400 mm
1.7	Berat profil	\geq SWL (mesin) atau > 30 kg/pekerja	90 - 99% SWL (mesin) atau 20 - 30 kg/pekerja	< 90% SWL (mesin) atau \leq 20 kg/pekerja
2	Balok			
2.1	Lubang untuk pengangkatan	Tidak ada	2 titik masing - masing 1 lubang	2 titik masing - masing 1 lubang (<i>web</i>) / 2 titik masing - masing 2 atau 4 lubang (<i>flange</i>)
2.2	Lebar <i>flange</i>	< 150 mm	150 - 200 mm	> 200 mm
2.3	Lubang untuk <i>harness</i>	Tidak ada	1 lubang tiap lebih dari 1000 mm	1 lubang tiap 1000 mm
2.4	Letak splices	0.35 - 0.65 L	0.00 - 0.20 L, 0.30 - 0.35 L, 0.65 - 0.70 L, atau 0.80 - 1.00 L	0.20 - 0.30 L atau 0.70 - 0.80 L
2.5	Berat profil	\geq SWL (mesin) atau > 30 kg/pekerja	90 - 99% SWL (mesin) atau 20 - 30 kg/pekerja	< 90% SWL (mesin) atau \leq 20 kg/pekerja
3	Rafter			
3.1	Lubang untuk pengangkatan	Tidak ada	1 titik 4 lubang	3 titik masing - masing 1 lubang (<i>web</i>) / 3 titik masing - masing 2 lubang (<i>flange</i>)
3.2	Lubang untuk <i>harness</i>	Tidak ada	1 lubang tiap 1000 mm 2000 mm	1 lubang tiap 1000 mm
3.3	Letak splices	0.35 - 0.65 L	0.00 - 0.20 L, 0.30 - 0.35 L, 0.65 - 0.70 L, atau 0.80 - 1.00 L	0.20 - 0.30 L atau 0.70 - 0.80 L
3.4	Berat profil	\geq SWL (mesin) atau > 30 kg/pekerja	90 - 99% SWL (mesin) atau 20 - 30 kg/pekerja	< 90% SWL (mesin) atau \leq 20 kg/pekerja

Keterangan :

SWL = *Safe Working Load*

L = Bentang Profil

Tabel 1. Kriteria Desain (Sambungan)

No.	Keterangan	<i>Unsuitable</i>	<i>Allowed</i>	<i>Suitable</i>
4	Sambungan			
4.1	Sambungan End Plate			
4.1.1	<i>Dummy hole / seats</i>	Tidak ada	1 buah <i>dummy hole</i>	1 buah <i>seats</i> / 2 buah <i>dummy hole</i>
4.1.2	Jumlah baut tiap titik sambungan (jepit)	1 - 2 buah	3 buah 2 baris atau > 4 buah 2 baris	4 buah 2 baris
4.1.3	Jumlah baut tiap titik sambungan (sendi)	1 buah	> 2 buah	2 buah
4.1.4	<i>Double connection</i>	Tanpa <i>support</i>	Menggunakan 1 buah <i>support (dummy hole</i> atau plat siku)	Menggunakan 2 buah <i>support (dummy hole</i> atau plat siku)
4.2	Sambungan Plat Siku			
4.2.1	<i>Dummy hole / seats</i>	Tidak ada	1 buah <i>dummy hole</i>	1 buah <i>seats</i> / 2 buah <i>dummy hole</i>
4.2.2	Jumlah baut tiap titik sambungan (jepit)	1 - 2 buah	3 buah 2 baris atau > 4 buah 2 baris	4 buah 2 baris
4.2.3	Jumlah baut tiap titik sambungan (sendi)	1 buah	>2 buah	2 buah
4.2.4	<i>Double connection</i>	Tanpa <i>support</i>	Menggunakan 1 buah <i>support (dummy hole</i> atau plat siku)	Menggunakan 2 buah <i>support (dummy hole</i> atau plat siku)
4.2.5	<i>Hanging connection</i>	Ada	N/A	Tidak Ada

Tabel 2. Hasil Penilaian Kriteria Desain

Elemen Struktur	Nilai Total Aktual	Nilai Total Rekomendasi	Nilai Total Realisasi	Nilai Penuh Keseluruhan
Kolom	172	430	204	516
Balok	181	773	181	1184
Rafter	0	48	0	72
Sambungan End Plate	538	1356	586	1356
Sambungan Plat Siku	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	891	2607	971	3128

Persentase	Nilai
Aktual	28.48%
Rekomendasi	83.34%
Realisasi	31.04%

Pada **Tabel 2.** terdapat 4 nilai yang dinilai yang pertama nilai aktual, nilai aktual adalah nilai yang didapatkan dari hasil perhitungan nilai desain yang dianalisa dari *construction drawing* atau desain asli dari proyek yang ditinjau. Nilai realisasi adalah nilai yang didapatkan setelah dilakukan realisasi dari

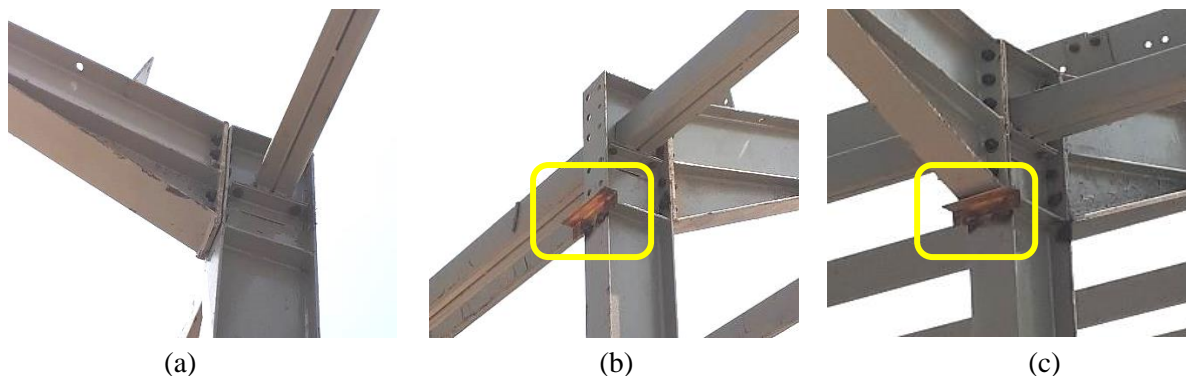
hasil rekomendasi desain yang dapat terlaksana. Nilai Rekomendasi adalah nilai ideal atau nilai yang didapatkan setelah seluruh hasil rekomendasi yang diberikan dapat dilaksanakan seluruhnya. Dan yang terakhir nilai penuh keseluruhan adalah nilai jika semua kriteria mendapatkan nilai penuh atau poin 2. Yang dimaksud dengan nilai total pada **Tabel 2.** adalah nilai setelah nilai per elemen dikalikan dengan jumlah elemen. Persentase aktual didapatkan dengan cara membagi nilai total akhir nilai aktual dengan nilai total akhir nilai penuh keseluruhan lalu dikalikan 100%. Persentase realisasi didapatkan dengan cara membagi nilai total akhir nilai realisasi dengan nilai total akhir nilai penuh keseluruhan lalu dikalikan 100%. Persentase rekomendasi didapatkan dengan cara membagi nilai total akhir nilai rekomendasi dengan nilai total akhir nilai penuh keseluruhan lalu dikalikan 100%. Nilai yang didapatkan untuk persentase aktual adalah sebesar 28,48%.

4.3. Rekomendasi Desain

Berdasarkan hasil penilaian yang masuk ke dalam kategori “kurang”, maka dibuat rekomendasi desain untuk meningkatkan persentase penerapan K3 dalam desain berdasarkan kriteria yang telah dibuat. Kriteria yang dibuat diantaranya adalah lubang untuk pengangkatan, lubang untuk *harness* dan *guardrail*, jumlah titik pengangkatan untuk rafter serta *dummy hole* dan *beam seat*. Dari beberapa hasil rekomendasi desain yang dapat penulis berikan nilai yang dihasilkan dapat meningkat hingga 83,34% (**Tabel 3.**), jika seluruh rekomendasi dapat terlaksana. Yang dimana peningkatan yang dilakukan bisa mencapai kategori “memuaskan”.

4.4. Realisasi Rekomendasi Desain

Rekomendasi desain yang diajukan dan direalisasikan adalah pemasangan plat siku pada kolom yang dapat berfungsi sebagai kait saat pengangkatan kolom dan sebagai dudukan sementara saat melakukan ereksi rafter. Pemasangan plat siku yang difungsikan sebagai rafter *seat* ini juga bertujuan untuk menghindari baut menahan beban sendiri rafter sebelum seluruh baut dikencangkan. Alasan mengapa tidak semua rekomendasi desain yang dibuat tidak direalisasikan adalah karena proyek sudah dalam proses pengerjaan dan sudah hampir selesai, sehingga tidak memungkinkan untuk merubah semua desain yang ada dan sudah terlaksana. Rekomendasi pemasangan rafter *seat* ini dapat terlaksana karena bertepatan dengan akan dilaksanakannya proses ereksi rafter dan kolom, sehingga pihak pelaksana dan perencana dari proyek ini bersedia untuk menerima saran rekomendasi kami untuk direalisasikan. Dari hasil rekomendasi yang dapat terlaksana atau terealisasi persentase penerapan K3 dalam desain pada proyek tersebut meningkat menjadi 31,04% (**Tabel 3.**). Proses pemasangan *seats* pada rafter dapat dilihat pada **Gambar 2**



Gambar 2. Realisasi Rafter Seats (a) Kolom Sebelum Seats Dipasang (b) Kolom Setelah Seats Dipasang (c) Kolom Setelah Seats dan Rafter Dipasang

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah :

- Langkah pencegahan terhadap kecelakaan kerja haruslah dilakukan sejak awal proyek, yaitu pada saat tahap desain. Dengan melakukan tindakan pencegahan, salah satunya dengan menggunakan kriteria yang mempertimbangkan k3 dan metode *prevention through design*, bisa mengurangi dan mengeliminasi resiko kecelakaan yang mungkin terjadi pada suatu proyek konstruksi terutama struktur baja.
- Dari hasil observasi dan studi literatur, berhasil dibuat sebuah kriteria desain yang mempertimbangkan K3. Kriteria desain membahas mengenai 5 elemen dalam struktur baja, yaitu kolom, balok, rafter, sambungan *end-plate* dan sambungan plat siku. Beberapa kriteria yang cukup penting salah satunya penggunaan *guardrails* dan *safetylines (harness)*, karena salah satu kecelakaan pada konstruksi baja yang cukup sering terjadi adalah terjatuh dari ketinggian. Pada kriteria ini terdapat 3 buah kategori penilaian, yaitu *unsuitable*, *allowed* dan *suitable*. Setiap kategori yang dibuat juga memiliki syarat masing-masing untuk tiap kriteria.
- Dari hasil observasi lapangan dan analisa gambar kerja dari proyek “x”, yang kemudian dilakukan penilaian berdasarkan hasil kriteria yang telah dirumuskan. Proyek ini berhasil mendapatkan 28,56% pemenuhan kriteria desain yang mempertimbangkan k3. Jadi, tingkatan nilai pencapaian penerapan k3 pada desain yang diperoleh proyek ini termasuk dalam kriteria “kurang” (dengan range antara 0 - 49%). Berdasarkan hasil rekomendasi desain yang diberikan pada proyek, terdapat peningkatan dari 28,48% menjadi 83,34% dan tergolong memuaskan. (dengan range antara 81 – 100%).
- Hasil rekomendasi yang diberikan berupa rafter *seats* yang dilas pada *flange* dari sebuah kolom yang berfungsi sebagai tempat meletakkan rafter sehingga pada saat proses ereksi rafter, tepatnya pada saat pengangkatan para pekerja tidak perlu terus memegang tali yang digunakan untuk mengangkat rafter tetapi bisa diletakkan sementara pada rafter *seats* lalu pekerja dapat dengan mudah menyesuaikan lubang yang ada pada rafter dengan yang ada pada kolom lalu memasang minimal 2 baut seperti yang disarankan dalam kriteria atau dapat memasang semua baut lalu dikencangkan secara keseluruhan, setelah itu barulah rafter dapat dilepaskan dari tali penahan dan katrol. Setelah hasil realisasi berhasil dilakukan terdapat peningkatan nilai persentase penerapan K3 pada desain menjadi sebesar 31,04%. Rafter *seats* ini juga bisa difungsikan sebagai kait pada saat pengangkatan atau ereksi kolom.

6. DAFTAR REFERENSI

- Amerika. NIOSH (2013). *Structural Steel Design*. Washington D.C.: NIOSH.
- BPJS Ketenagakerjaan (2017). *Kecelakaan Kerja Konstruksi 2017 Diprediksi Tetap Tinggi*. *Isafety Magazine*. Diakses Maret 1, 2018, dari <http://isafetymagz.com/2017/02/01/kecelakaan-kerja-konstruksi-2017-diprediksi-tetap-tinggi/>
- NIOSH (2018). *Hierarchy of Control*. CDC. Diakses Mei 20, 2018, dari <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (2012) *Penerapan Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. No.50. Jakarta.
- Radar Banyuwangi (2015). Seorang Pekerja Jatuh dari Atap. Radar Banyuwangi. Diakses Juli 20, 2018, dari https://issuu.com/alsod/docs/radar_banyuwangi_9_januari_2015/9
- Toole, T.M., Hervol, N. & Hallowell, M. (2006). *Design for Construction Safety : Taking Construction Safety into Account during the Design Phase of a Project is Become More and More Common*.
- Wiryanan, T. A., Thendeyas, W.T. (2012). *Prinsip-Prinsip Constructability pada Proyek Konstruksi di Surabaya*. (TA No. 21011852/SIP/2012). Universitas Kristen Petra, Surabaya.