

LAPORAN PENELITIAN APLIKATIF-KREATIF

No: 17/PEN/SIPIL/2012



**PERBANDINGAN RSNI BAJA CANAI DINGIN DENGAN
STANDAR AMERIKA AISI S100-07**

**Oleh:
Ima Muljati
Effendy Tanojo
Erwin Singgih
Normans Luntungan**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS KRISTEN PETRA
SURABAYA
Juli 2012**

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN PENELITIAN PELAKSANAAN PENELITIAN APLIKATIF KREATIF

1	a. Judul Penelitian	Perbandingan RSNI Baja Canai Dingin dengan Standar Amerika AISI S100-07
	b. Bidang Ilmu	Teknik Sipil/ Baja Canai Dingin
2	Ketua Peneliti:	
	a. Nama Lengkap dan Gelar	Ima Muljati, S.T., M.T., M.Eng.
	b. NIP	93031
	c. Jurusan/Fakultas/Pusat Studi	Teknik Sipil/ Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
3	Alamat Ketua Peneliti	Jurusan Teknik Sipil, UK Petra Jl. Siwalankerto 121 – 131 Surabaya +62 31 2983398; imuljati@petra.ac.id
4	Jumlah Anggota Peneliti	3
	a. Nama Anggota Penelitian I	Effendy Tanojo
	b. Nama Anggota Penelitian II	Erwin Singgih
	c. Nama Anggota Penelitian III	Normans Luntungan
5	Lokasi Penelitian	Surabaya
6	Kerjasama dengan institusi lain	---
7	Jangka Waktu Penelitian	6 bulan
8	Biaya yang diusulkan	
	a. Sumber dari UK Petra	
	b. Sumber lainnya	Rp. 3,000,000
	Total	Rp. 3,000,000



Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Sipil

(Daniel Tjandra, S.T., M.Eng.)
NIP: 03010

Surabaya, 30 Juli 2012
Ketua Peneliti,

(Ima Muljati, S.T., M.T., M.Eng.)
NIP: 93031



Menyetujui:
Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

(Hendoko Sugiharto, M.T.)
NIP: 84028

PRAKATA

Penelitian ini merupakan langkah awal bagi pengembangan desain struktur baja canai dingin di Prodi Teknik Sipil UK Petra. Perkembangan penggunaan baja canai dingin sebagai elemen struktural maupun non struktural di Indonesia telah mendorong pemerintah (dalam hal ini Kementerian Pekerjaan Umum) untuk mengatur penggunaannya berdasarkan suatu standar nasional. Pada tahun 2011 Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI) Baja Canai Dingin akhirnya berhasil disusun dan hingga laporan ini disusun konsep tersebut telah memasuki masa konsensus, menuju penetapannya menjadi SNI.

RSNI Baja Canai Dingin pada dasarnya mengadopsi standar Australia AS-4600-05. Dalam rangka aplikasi SNI tersebut, panitia membutuhkan verifikasi mengenai pasal-pasal yang telah ditentukan khususnya jika dibandingkan dengan standar Amerika AISI S100-7, dan untuk itulah penelitian ini disusun. Standar Amerika digunakan sebagai pembanding karena hampir seluruh SNI yang telah berlaku (khususnya yang berkaitan dengan pengujian material) menggunakan ASTM sebagai referensi.

Dalam kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas perkenan dan hikmatnya sehingga penelitian ini boleh berlangsung dengan lancar.
2. Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Kristen Petra dan Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Kristen Petra yang telah menyetujui pelaksanaan penelitian ini.
3. Kepala Program Studi Teknik Sipil UK Petra yang telah membantu proses seleksi dan administratif sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik.

Pada akhirnya penelitian ini tidak lepas dari beberapa kekurangan yang tidak bisa kami hindari. Untuk itu kami mohon maaf jika ada kesalahan, baik itu disengaja maupun tidak. Kami mengharapkan masukan dan semoga penelitian ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan, terutama demi kemajuan dunia teknik sipil di Indonesia.

Surabaya, 30 Juli 2012

Peneliti

PERBANDINGAN RSNI BAJA CANAI DINGIN DENGAN STANDAR AMERIKA AISI S100-07

ABSTRAK

Penggunaan baja canai dingin sebagai material konstruksi, baik struktural maupun non-struktural di Indonesia dalam sepuluh tahun terakhir mengalami peningkatan yang sangat pesat. Sayangnya hal ini juga disertai dengan semakin banyaknya kegagalan struktur akibat tidak adanya standar perencanaan yang diberlakukan secara nasional. Inilah yang menjadi salah satu latar belakang disusunnya Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI) Baja Canai Dingin pada tahun 2010. Pada tahun 2012 RSNI telah berhasil disusun dan sedang dalam proses pengesahan menjadi SNI.

RSNI Baja Canai Dingin disusun dengan mengadopsi standar Australia AS 4600:2005 dengan pertimbangan bahwa standar inilah yang paling banyak dijadikan referensi oleh para pelaku konstruksi di Indonesia. Di sisi yang lain, standar perencanaan struktur di Indonesia banyak mengacu pada standar Amerika. Oleh sebab itu perlu dilakukan studi perbandingan antara RSNI dengan standar Amerika yang berlaku, yaitu *American Iron and Steel Institute (AISI) S100-07*, untuk memeriksa kompatibilitas antara kedua peraturan dan memberikan rekomendasi bagi aplikasi RSNI pada masa yang akan datang. Studi perbandingan hanya dilakukan terhadap pasal-pasal yang berbeda antara kedua standar, dan pasal-pasal AISI yang memiliki tinjauan yang lebih luas dibanding RSNI. Hasil studi menunjukkan bahwa AISI lebih konservatif dibanding RSNI dan ada beberapa pasal RSNI yang memerlukan penyesuaian lebih lanjut.

Kata Kunci: Baja Canai Dingin, RSNI Baja Canai Dingin Indonesia, AISI S100-2007.

ABSTRACT

In the past decade, the use of cold-formed steel either as structural and non-structural member in Indonesian has been increasing significantly. Unfortunately, it is also followed by many structural failures due to the lack of design code applied nationally. The condition forces Indonesian Department of Public Work to construct a design code for the application of cold-formed steel in 2010. In 2012 the committee has successfully prepared the draft for the code, and now has been validating as a national code (*Standar Nasional Indonesia, SNI*).

The Indonesian code draft (RSNI) for cold-formed steel is adopted from Australian Standard AS 4600:2005, considering the wide application of this code among Indonesian construction industries. On the other hand, almost Indonesian design code refer to American code such as ACI 318 and ASCE 2010. Therefore Indonesia needs comparison study between both references, RSNI and American Iron and Steel Institute (AISI) S100-2007, to check the compatibility and to recommend for the application of RSNI in the next future. The study concentrates only on the sections which are contain

dissimilarities and different point of view. Study shows that in general AISI is more conservative than RSNI, and some clauses in RSNI need further adjustment.

Keywords: cold-formed steel, Indonesian cold-formed steel, AISI S100-05.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PENGESAHAN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
PRAKATA	III
ABSTRAK	IV
DAFTAR ISI	VI
1. LATAR BELAKANG	1
2. PERUMUSAN MASALAH.....	2
3. TUJUAN	3
4. RUANG LINGKUP.....	3
5. METODOLOGI PENELITIAN	3
6. HASIL PENELITIAN	4
7. RINGKASAN DAN SARAN.....	18
8. DAFTAR PUSTAKA	18

1. LATAR BELAKANG

Akhir-akhir ini sering terjadi keruntuhan struktur rangka atap yang menggunakan baja canai dingin. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pengetahuan masyarakat akan perilaku baja canai dingin serta ketiadaan standar perencanaan yang berlaku secara nasional. Hal ini mendorong pemerintah khususnya Kementerian Pekerjaan Umum (PU) untuk menyusun peraturan mengenai baja canai dingin. Pada tahun 2012, panitia yang dibentuk oleh PU berhasil mengeluarkan draft Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI) Baja Canai Dingin. Untuk selanjutnya dokumen ini disebut RSNI.

RSNI ini mengadopsi standar Australia AS 4600:2005 dengan pertimbangan bahwa para pelaku industri banyak menggunakan standar tersebut. Di sisi yang lain, hampir seluruh standar perencanaan struktur di Indonesia mengacu pada standar Amerika seperti ACI 318 (untuk struktur beton), ASCE 7-10 (untuk standar desain ketahanan gempa), dan AISC (untuk struktur baja). Oleh sebab itu, khusus untuk aplikasi baja canai dingin, Indonesia memerlukan studi perbandingan antara RSNI dan standar Amerika yang berlaku yaitu *American Iron and Steel Institute (AISI) S100-07*. Untuk selanjutnya dalam laporan ini standar Amerika dituliskan sebagai AISI.

Studi awal yang dilakukan oleh Singgih dan Luntungan (2012) menunjukkan bahwa AISI memiliki cakupan pembahasan yang lebih luas dibandingkan RSNI. Perbandingan isi pasal-pasal pada kedua standar (diurutkan sesuai urutan pasal RSNI) ditunjukkan pada Tabel 1.1. Melihat kondisi yang ada, maka perlu dilakukan studi banding lebih lanjut untuk mengetahui kesesuaian antara RSNI dan AISI, serta memeriksa kompatibilitas antara kedua standar.

Tabel 1.1 Perbandingan Pasal-pasal RSNI dan AISI

Pasal-pasal	RSNI	AISI	Keterangan
UMUM DAN RUANG LINGKUP	1	A1	
Ruang Lingkup	1.1	A1.1	Sama
Acuan Normatif	1.2	A1.2	Beda
Definisi	1.3	A1.3	Beda
Notasi	1.4	A1.4	Beda
Material	1.5	A2	Beda
Persyaratan Desain	1.6	-	
ELEMEN	2	B	
Properti Penampang	2.1	B1	Beda
Lebar Efektif untuk Elemen dengan Pengaku	2.2	B2	Beda
Lebar Efektif untuk Elemen tanpa Pengaku	2.3	B3	
• Elemen Tanpa Pengaku yang Mengalami Tegangan Merata	2.3.1	B3.1	Sama
• Elemen Tanpa Pengaku dan Pengaku Tepi yang Mengalami Tegangan Bergradien	2.3.2	B3.2	Beda
Lebar Efektif Elemen yang Mengalami Tekan Merata dengan Pengaku Tepi	2.4	B4	Sama
Lebar Efektif Elemen dengan Pengaku yang Mengalami Tekan Merata dengan 1 Pengaku Antara	2.5	-	
Lebar Efektif Elemen dengan Pengaku yang Mengalami Tekan Merata dengan Pengaku Antara Majemuk	2.6	B5.1	Beda
Lebar Efektif Elemen dengan Pengaku Tepi yang Mengalami Tekan Merata dengan Pengaku Antara	2.7	B5.2	Beda
Elemen Busur Tekan	2.8	-	

Tabel 1.1 Perbandingan Pasal-pasal RSNI dan AISI

Pasal-pasal	RSNI	AISI	Keterangan
KOMPONEN STRUKTUR	3	C	
Umum	3.1	C1	Sama
Komponen Struktur yang Menerima Aksial Tarik	3.2	C2	Beda
Komponen Struktur yang Menerima Lentur	3.3	C3	
• Momen Lentur	3.3.1	C3.1	Sama
• Kapasitas Momen Nominal Penampang	3.3.2	C3.1.1	Beda
• Kapasitas Momen Komponen Struktur Nominal	3.3.3	C3.1.2	Beda
• Geser	3.3.4	C3.2	Beda
• Kombinasi Lentur dan Geser	3.3.5	C3.3	Beda
• Tumpu	3.3.6	C3.4	Beda
• Kombinasi Lentur dan Tumpu	3.3.7	C3.5	Beda
• Pengaku	3.3.8	C3.7	Beda
Komponen Struktur Tekan Pembebanan Konsentris	3.4	C4	Beda
Kombinasi Aksial Tekan atau Tarik dan Lentur	3.5	C5	Beda
Komponen Struktur Berbentuk Tabung Silinder	3.6	C3.1.3, C4.1.5	Sama
STRUKTUR RAKITAN	4	D	
Penampang Tersusun	4.1	D1	
• Penampang I tersusun dari dua kanal	4.1.1	D1.1	Beda
• Pelat Penutup, Lembaran, atau Pengaku tak Terintegrasi dalam Tekan	4.1.2	D1.3	Sama
Sistem Campuran	4.2	D2	Sama
Pengekang Lateral	4.3	D3	Beda
Stud Dinding dan Kumpulan Stud Dinding	4.4	D5	Beda
SAMBUNGAN	5	E	
Umum	5.1	E1	Sama
Sambungan Las	5.2	E2	Beda
Sambungan Baut	5.3	E3	Beda
Sambungan Sekrup	5.4	E4	Beda
Sambungan Paku Keling	5.5	-	
Runtuh	5.6	E5	Beda
Sambungan yang menggunakan Sembarang Alat Penyambung	5.7	E6	Beda
FATIK	6	G	
Umum	6.1	G1	Beda
Perhitungan Tegangan Maksimum dan Rentang Tegangan	6.2	G2	Sama
Kategori Detail untuk Detail Terklasifikasi	6.3	-	
Perkiraan Fatik	6.4	-	
METODE KEKUATAN LANGSUNG	7	-	
Umum	7.1	-	
Komponen-komponen Struktur	7.2	-	
PENGUJIAN	8	F	
Pengujian untuk Menentukan Properti Material	8.1	F1	Beda
Pengujian untuk Perkiraan untuk Verifikasi	8.2	F2, F3	Beda

2. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

- Bagaimana kompatibilitas RSNI terhadap AISI?
- Apakah RSNI menghasilkan desain yang lebih konservatif dibandingkan AISI?

3. TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Memeriksa kompatibilitas dan relevansi ketentuan yang tercantum pada RSNI dibandingkan ketentuan AISI S100-07.
2. Memberikan contoh perhitungan untuk aplikasi desain berdasarkan RSNI dan AISI S100-2007.
3. Memberi catatan untuk RSNI jika ditemukan hal-hal penting.

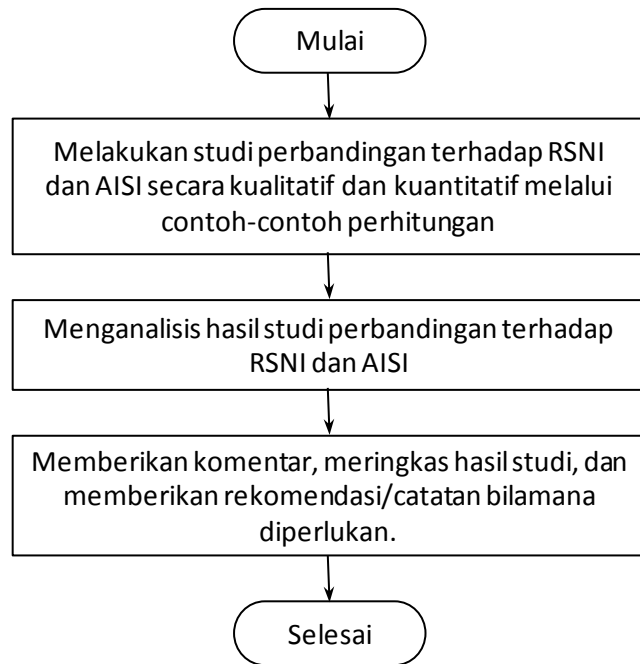
4. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Objek penelitian adalah RSNI Baja Canai Dingin yang akan dibandingkan dengan standar Amerika AISI S100-2007 secara kualitatif dan kuantitatif.
2. Kombinasi pembebanan yang digunakan adalah kombinasi pembebanan yang berlaku di Indonesia.
3. Contoh perhitungan hanya terbatas pada komponen struktur pada struktur sederhana.
4. Perhitungan gaya-gaya dalam dan analisis struktur akan dilakukan dengan menggunakan *software* SAP2000 v.11 apabila diperlukan.

5. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 5.1. Penelitian diawali dengan melakukan studi perbandingan antara RSNI dan AISI, dilanjutkan dengan identifikasi pasal-pasal yang berbeda. Pada pasal-pasal yang berbeda tersebut dilakukan analisis yang lebih dalam, baik secara kualitatif dan kuantitatif. Jika diperlukan, dibuatkan contoh perhitungan untuk memberikan informasi yang lebih jelas mengenai hasil desain yang dilakukan berdasarkan kedua standar. Selanjutnya hasil studi dituangkan dalam bentuk komentar dan ringkasan. Apabila ditemukan hal-hal penting yang perlu diperhatikan dalam aplikasi RSNI akan dituliskan dalam bentuk rekomendasi.



Gambar 5.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

6. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian yang akan disampaikan ulasan berikut ini adalah pasal-pasal yang berbeda antara RSNI dan AISI, sedangkan pasal-pasal yang sama tidak akan dibahas lebih lanjut. Perbandingan disajikan dalam bentuk komentar dan rekomendasi untuk masing-masing pasal yang berbeda.

Tabel 6.1 Perbandingan Pasal-pasal RSNI dan AISI

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
1	1.2 Acuan Normatif <i>A1.2 Applicability</i>	Komentar: Tidak dapat dibandingkan, karena: <ul style="list-style-type: none"> • Perbedaan pada lingkup peraturan yang menyebabkan perbedaan acuan ketentuan yang digunakan. • AISI membahas 3 metode desain yaitu ASD, LRFD, dan LSD, sedangkan RSNI hanya membahas LRFD. Rekomendasi: Perlu penyesuaian terhadap ketentuan yang banyak diadopsi oleh industri di Indonesia.

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
2	1.3 Definisi <i>A1.3 Definitions</i>	Komentar: Tidak perlu dibahas.
3	1.4 Notasi <i>A1.4 Unit of Symbols and Terms</i>	Komentar: RSNI sudah sesuai dengan satuan yang berlaku di Indonesia, tidak perlu adanya perubahan.
4	1.5.1.1 Baja yang dapat digunakan <i>A2.1 Applicable steel</i>	Komentar: Perbedaan pada lingkup peraturan menyebabkan perbedaan acuan ketentuan yang digunakan.
5	1.5.1.2 Peningkatan kekuatan yang dihalikan dari proses canai dingin <i>A7.2 Strength increase from cold work of forming</i>	Komentar: RSNI tidak membahas analisis efek mekanis terhadap penggunaan las, sedangkan AISI membahasnya.
		Rekomendasi: RSNI perlu menambahkan penjelasan mengenai efek mekanis penggunaan las seperti halnya AISI pasal A7.2 poin (c).
6	1.5.1.4 Daktilitas <i>A2.3 Ductility</i>	Komentar: Perbedaan terdapat pada batas maksimum tegangan. AISI memberi batasan lebih rendah, seduai dengan material yang berlaku. Selain itu, AISI menghasilkan tegangan leleh dan tegangan tarik yang lebih aman, karena semua ketebalan baja direduksi menjadi 75%.
		Rekomendasi: Tegangan maksimum perlu menyesuaikan dengan yang banyak diadopsi oleh industri Indonesia. Disarankan RSNI menggunakan reduksi kapasitas tegangan seperti halnya AISI pasal A2.3.
7	RSNI tidak membahas <i>A3 Loads</i>	Rekomendasi: RSNI perlu menambahkan mengenai ketentuan pembebanan yang dipergunakan.
8	RSNI tida membahas <i>A5 Load and Resistance Factor Design</i>	Rekomendasi: RSNI perlu menambahkan ketentuan mengenai konsep LRFD untuk memperjelas metode desain yang dipergunakan.

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
9	RSNI tidak membahas <i>A8 Serviceability</i>	Komentar: RSNI sebenarnya telah membahas mengenai <i>serviceability</i> , hanya saja tidak secara spesifik dalam pasal tertentu melainkan masuk di dalam sub-bab yang terkait.
10	2.2.2 Lebar Efektif elemen dengan pengaku yang mengalami tekan merata dengan lubang lingkaran a. lebar efektif (b_e) elemen dengan pengaku yang mengalami tekan merata dengan lubang lingkaran. $b_e = (w(1 - (0.22/\lambda) - (0.8d_h/w)))/\lambda \text{ ketika } \lambda > 0,673$ 2.2.2.2(2) <i>B2.2 Uniformly compressed stiffened elements with circular or Non-circular holes</i> a. For circular holes: $b_e = (w(1 - (0.22/\lambda) - (0.8d_h/w) + (0.085d_h/(w\lambda))))/\lambda$ ketika $\lambda > 0.673$... (Eq.B2.2-2)	Komentar: AISI menghasilkan nilai lebar efektif yang lebih besar dibandingkan RSNI, sehingga RSNI lebih konservatif daripada AISI.
11	RSNI tidak membahas <i>B2.2 Uniformly compressed stiffened elements with circular on non-circular holes</i>	Rekomendasi: Sub-bab ini perlu ditambahkan dalam RSNI.
12	2.2.3 Elemen dengan pengaku dengan tegangan bergradien a. ψ adalah perbandingan f_1^*/f_2^* . ψ tidak diambil nilai mutlak. b. $k = 4 + 2(1-\psi)^3 + 2(1-\psi)$ c. Jarak y pada saat mencari tegangan lentur adalah jarak yang searah dengan pelat yang ditinjau <i>B2.3 Webs and other stiffened elements under stress</i>	Komentar: a. Perbedaan asumsi ψ tidak berpengaruh ada perumusan k . b. Persamaan 2.2.3.2(4) di RSNI tidak sama dengan persamaan 2.2.3.2(4) di AS/NZS 4600:2005. c. Perbedaan asumsi pengambilan jarak y oleh kedua peraturan tidak berpengaruh pada saat mencari ψ

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
	<p><i>gradient.</i></p> <p>a. ψ adalah perbandingan f_2/f_1. ψ diambil nilai mutlak</p> <p>b. $k = 4 + 2(1-\psi)^3 + 2(1+\psi)$ <i>where f_1 compression and f_2 tension</i> $k = 4 + 2(1-\psi)^3 + 2(1-\psi)$ <i>where f_1 compression and f_2 tension</i></p> <p>c. jarak y pada saat mencari tegangan lentur adalah jarak vertikal arah sumbu y</p>	
13	<p>2.3.2.2 Lebar efektif untuk perhitungan kapasitas</p> <p><i>B3.1 Uniformly compressed unstiffened elements</i></p>	<p>Komentar:</p> <p>a. Perbedaan asumsi ψ tidak berpengaruh pada perumusan k dan ρ, karena AISI memberikan dua rumusan yaitu pada kondisi f_1 dalam tekan dan f_2 dalam tarik dengan f_1 dalam tarik dan f_2 dalam tarik.</p> <p>b. RSNI sama dengan AISI</p>
14	<p>2.6.2 Kasus khusus: 'n' pengaku identik, dengan jarak yang sama. ... pers 2.6.2.1(1)</p> <p><i>B5.1.1 Specific case: n identical stiffeners, equally spaced (Eq.B5.1.1-1)</i></p>	<p>Komentar:</p> <p>AS/NZS 4600:2005 mencantumkan: $k_{loc} = 4(n+1)^2$ Ini menunjukkan bahwa RSNI salah ketik.</p>
15	<p>2.7 Lebar efektif elemen dengan pengaku tepi yang mengalami tekan merata dengan pengaku antara</p> <p><i>B5.2 Edge stiffened elements with intermediate stiffener(s)</i></p>	<p>Rekomendasi:</p> <p>RSNI perlu menambahkan penjelasan mengenai <i>serviceability</i> seperti halnya AISI.</p>
16	<p>3.2 Komponen struktur yang menerima aksial tarik. Pengaruh eksentrisitas sambungan dalam kapasitas tarik diberikan berupa faktor</p>	<p>Komentar:</p> <p>AISI menghasilkan desain yang lebih konservatif dan teliti, karena memberikan faktor reduksi penampang yang lebih aman dibandingkan RSNI.</p>

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
	koreksi (k_t) dalam Tabel 3.2. <i>C2. Tension members</i> Pengaruh eksentrisitas diberikan dalam perumusan (1) <i>For angle members having two or more bolts in the line of force</i> $U = \dots$ (2) <i>For channel members having two or more bolts in the line of force</i> $U = \dots$	Rekomendasi: RSNI perlu meninjau kembali mengenai pengaruh faktor reduksi penampang terhadap kapasitas aksial tarik.
17	3.3.2 Kapasitas momen nominal penampang <i>C3.1.1 Nominal section strength [resistance]</i>	Komentar: RSNI tidak menuliskan besaran C_y pada kondisi dimana elemen tekan tanpa pengaku yang mengalami tekanan merata sebagaimana halnya AISI. Rekomendasi: RSNI perlu menambahkan keterangan mengenai kondisi pengambilan besaran C_y .
18	3.3.3.2.1 Komponen struktur penampang terbuka <i>C3.1.2 Lateral torsional buckling strength [resistance]</i>	Komentar: <ul style="list-style-type: none"> • RSNI menggunakan sumbu utama minor miring untuk penampang dengan simetri titik, sedangkan AISI menggunakan inersia sumbu x dan y. • Dalam komentar AS/NZS 4600, inersia dapat dipakai sumbu x dan y, dimana $I_{yc} = I_y/2$. Rekomendasi: RSNI perlu memberikan penjelasan berdasarkan komentar AS/NZS 4600.
19	3.3.3.2.2 Komponen struktur boks tertutup <i>C3.1.2.2 Lateral-torsional buckling strength [resistance] of closed box members</i>	Komentar: RSNI memberikan perumusan yang berbeda dengan AISI, namun komponen struktur boks tertutup mempunyai kekakuan yang lebih besar dibandingkan dengan komponen struktur terbuka (<i>Cold-formed Steel Design: third edition, 2005</i>). Oleh sebab itu persamaan 3.3.3.2(19) dalam RSNI masih dapat digunakan.
20	3.3.3.3 Komponen struktur yang menerima tekuk distorsi <i>C3.1.4 Distortional buckling</i>	Komentar: Tidak dibahas

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
	<i>strength (resistance)</i>	
21	3.3.4.1 Kapasitas geser pelat tanpa lubang <i>C3.2.1 Shear strength (resistance) of webs without holes</i>	Komentar: Berdasarkan hasil analisis (Singgih dan Luntungan, 2012) diketahui bahwa konstanta AISI lebih kecil dibandingkan RSNI sehingga menghasilkan kapasitas yang lebih konservatif. Rekomendasi: RSNI perlu meninjau ulang pasal ini.
22	3.3.5 Kombinasi lentur dan geser untuk balok dengan pelat badan tanpa pengaku, <i>C3.3 Combined bending and shear</i>	Komentar: Meskipun kedua standar memberikan rumusan yang berbeda namun dalam komentar AISI disebutkan bahwa tanda akar dalam rumusan yang dipergunakan boleh dihilangkan. Dengan demikian secara matematis pada akhirnya rumusan RSNI dan AISI menjadi sama.
23	3.3.6.2 Tumpu tanpa lubang, poin a. <i>C3.4.1 Web crippling strength (resistance) of webs without holes</i>	Komentar: AISII memberikan tambahan alternatif perhitungan kapasitas tumpu <i>end-one-flange</i> ketika terdapat <i>overhang</i> . Rekomendasi: RSNI menambahkan alternatif perhitungan kapasitas tumpu pada kasus <i>overhang</i> .
24	3.3.6.2 Tumpu tanpa lubang, poin b dan c <i>C3.4.1 Web Crippling strength (resistance) of webs without holes</i>	Komentar: Ada perbedaan besaran konstanta C , C_g , C_N , C_h serta ϕ untuk penampang I dari 2 kanal dan topi tunggal. RSNI memberikan hasil yang tidak konsisten. AISII memberikan syarat tambahan, yaitu jarak antara ujung komponen struktur dan titik maksimum kemungkinan terjadinya tumpu sebesar $2.5d$. Tidak demikian halnya dengan RSNI. Rekomendasi: RSNI melakukan re-evaluasi terhadap nilai C , C_g , C_N , C_h serta ϕ agar didapatkan hasil yang lebih konsisten. RSNI menambahkan syarat tambahan antara ujung komponen dan titik maksimum kemungkinan terjadinya tumpu sebesar $2,5d$.
25	3.3.6.2 Tumpu tanpa lubang,	Komentar:

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
	<p>poin d</p> <p><i>C3.4.1 Web crippling strength (resistance) of webs without holes</i></p>	<p>AISI melakukan revisi pada batasan <i>interior-one-flange</i> dengan dikencangkan ke tumpuan, untuk membentuk konsistensi antara ketentuan tersebut dengan persamaan C3.5.1-3 dan C3.5.2-3 yang merupakan rumusan interaksi lentur dan tumpu.</p> <p>Rekomendasi: RSNI melakukan re-evaluasi terhadap batasan <i>interior-one-flange</i> dengan dikencangkan ke tumpuan, untuk mendapatkan hasil yang lebih konsisten.</p>
26	<p>3.3.7 Kombinasi Lentur dan Tumpu, poin b, c, d</p> <p><i>C3.5 Combined bending and web crippling, poin b, c.</i></p>	<p>Komentar: Pada RSNI terdapat kesalahan penulisan notasi faktor reduksi kapasitas (ϕ_w dan ϕ_b). Seharusnya hanya ada satu nilai faktor reduksi kapasitas yaitu 0,9. Dengan demikian persamaan RSNI menjadi sama dengan AISI.</p> <p>Rekomendasi: RSNI merevisi penulisan faktor reduksi yang digunakan, yaitu yang bernilai 0,9.</p>
27	<p>3.3.8.1 Pengaku transversal</p> <p><i>C3.7.1 Bearing stiffeners</i></p>	<p>Rekomendasi: Batasan $0,37\sqrt{(E/f_{ys})}$ dalam RSNI diubah menjadi $0,42\sqrt{(E/f_{ys})}$ seperti halnya AISI karena faktor 0,37 diambil berdasarkan perhitungan ASD, sedangkan faktor 0,42 sudah didasarkan pada pendekatan luasan efektif.</p> <p>Komentar: Jika RSNI tidak melakukan perubahan, maka RSNI lebih konservatif.</p>
28	<p>3.3.8.3 Pengaku Geser, poin a dan b.</p> <p><i>C3.7.3 Shear stiffeners, point a and b.</i></p>	<p>Komentar: Terjadi kesalahan penulisan pada RSNI, yaitu kurang jelasnya angka 1 pada persamaan 3.3.8.3(5) dan 3.3.8.3(6).</p> <p>Rekomendasi: RSNI perlu melakukan penyesuaian rumus k, sesuai dengan AISI (Cv), karena di dalam perumusan Cv terdapat variabel E (Cold-formed Steel Design: 4th edition, 2010).</p>
29	<p>3.4.1 Umum (komponen struktur tekan pembebanan)</p>	<p>Rekomendasi: RSNI merevisi kesalahan pengetikan. Dalam</p>

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
	<p>konsentris)</p> <p><i>C4.1 Nominal strength for yielding, flexural, flexural-torsional and torsional buckling</i></p>	<p>AS/NZS 4600 Supp 1:1998 dituliskan bahwa $F_n = \{(0.658)^{\lambda_c^2}\}F_y$</p>
30	<p>3.4.2 Penampang yang tidak menerima tekuk torsi atau tekuk lentur-torsi</p> <p><i>C4.1.1 Sections not subject to torsional or flexural-torsional buckling</i></p>	<p>Komentar: Reduksi radius girasi dalam RSNI tidak mempunyai pengaruh yang signifikan pada nilai f_{oc}.</p>
		<p>Rekomendasi: RSNI disarankan mengikuti AISI karena lebih sederhana.</p>
31	<p>3.4.6 Penampang simetris tunggal yang menerima tekuk-distorsi</p> <p><i>C4.2 Distortional Buckling strength (resistance)</i></p>	<p>Komentar: Tidak perlu dibahas.</p>
32	<p>3.5.1 Kombinasi aksial tekan dan lentur</p> <p><i>C5.2 Combined compressive axial load and bending</i></p>	<p>Komentar: AISI memberi batasan minimum 0 untuk faktor amplifikasi momen sedangkan RSNI tidak demikian halnya. Pada dasarnya amplifikasi momen tidak boleh negatif karena akan mengubah persamaan kombinasi.</p>
		<p>Rekomendasi: RSNI menambahkan batasan minimum 0 untuk rumusan faktor amplifikasi momen seperti halnya AISI.</p>
33	<p>4.1.1 Penampang-I tersusun dari dua kanal</p> <p><i>D1 Built-Up sections</i></p>	<p>Komentar: Ada perbedaan penggunaan rumus. Kapasitas tegangan tekuk lentur elastis dari RSNI lebih besar dari AISI.</p>
34	<p>4.3 Pengekang lateral</p> <p><i>D3 Lateral and stability bracing</i></p>	<p>Komentar: AISI lebih mudah dipahami dibanding RSNI. RSNI membatasi gaya yang terjadi sedangkan AISI membatasi faktor kapasitas.</p>
35	<p>4.3.3 Balok penampang Z (tidak dibahas)</p>	<p>Rekomendasi: RSNI perlu menambahkan ketentuan untuk</p>

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
	<i>D3.2 C-Section and Z-section beams</i>	penampang Z.
36	4.3.3.3 Bresing sistem atap akibat beban gravitasi <i>D3.3 Bracing of axially loaded compression members</i>	Komentar: RSNI hanya berlaku untuk atap. Secara tersirat kapasitas bresing menurut RSNI sama dengan kapasitas batang tekan. AISI lebih konservatif
		Rekomendasi: RSNI disarankan mengikuti AISI.
37	4.3.3.4 Tidak ada sayap yang dihubungkan ke lembaran atau dihubungkan ke lembaran dengan pengencang tersembunyi. <i>D3.2.1 Neither flange connected to sheating that contributes to the strength and stability of the C- or Z-section</i>	Komentar: RSNI hanya berlaku untuk beban yang sejajar pelat badan sedangkan AISI berlaku secara umum.
		Rekomendasi: RSNI disarankan mengikuti AISI karena memiliki ruang lingkup yang lebih luas.
38	4.4 Stud dinding dan kumpulan stud dinding <i>D4.1 All-steel design of wall stud assemblies</i>	Komentar: Perhitungan kapasitas desain stud untuk kedua standar sesuai dengan bab 3 untuk RSNI, dan bab C untuk AISI. Jika tidak ingin menghitung sesuai bab 3, maka stud harus dibuat sesuai dengan syarat di sub-bab 4.4.
39	RSNI tidak membahas <i>D5 Floor, roof, or wall steel diaphragm construction</i>	Rekomendasi: RSNI perlu menambahkan ketentuan ini.
40	5.2.1 Umum (Sambungan las) <i>E2 Welded Connections</i>	Komentar: AISI merevisi ketebalan minimum untuk meningkatkan validitas perumusan yang digunakan.
		Rekomendasi: RSNI perlu mengevaluasi dan melakukan penyesuaian tebal pelat dengan kondisi industri di Indonesia
41	5.2.2.2 Las Tumpul	Komentar:

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
	<i>E2.1 Groove welds in butt joints</i>	AISI merevisi faktor reduksi berdasarkan penelitian Tangorra, Schuster, dan LaBoube (2001). Akan tetapi RSNI sudah menggunakan faktor reduksi yang lebih kecil sehingga lebih konservatif dibandingkan AISI.
42	5.2.3 Las Sudut <i>E2.4 Fillet Welds</i>	<p>Komentar: AISI merevisi faktor reduksi berdasarkan penelitian Tangorra, Schuster, dan LaBoube (2001). Revisi ini menghasilkan nilai faktor reduksi yang lebih kecil dibandingkan RSNI sehingga menghasilkan desain yang lebih konservatif.</p> <p>Rekomendasi: RSNI disarankan mengubah faktor reduksi kapasitas las sudut dalam pembebanan longitudinal menjadi 0,5 seperti halnya AISI.</p>
43	5.2.4 Las busur spot (las <i>puddle</i>), poin a dan b. <i>E2.2 Arc spot welds</i>	<p>Komentar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ada perbedaan persyaratan tebal maksimum karena adanya perbedaan satuan yang digunakan dalam RSNI (mm) dan AISI (inch). • AISI meningkatkan faktor reduksi berdasarkan penelitian Tangorra, Schuster, dan LaBoube (2001). Namun RSNI menghasilkan desain yang lebih konservatif karena menggunakan faktor reduksi lebih kecil.
44	5.2.4 Las busur (las <i>puddle</i>), poin c dan d <i>E2.2 Arc spot welds</i>	<p>Komentar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ada kesalahan pengetikan dalam RSNI. • AISI melakukan revisi terhadap persamaan untuk menghitung d_s. Perubahan ini berpengaruh pada perhitungan lembaran majemuk. Namun tidak dijelaskan alasan perubahannya. • AISI menambahkan perhitungan <i>shee-to-seet connections</i> berdasarkan saran dari <i>Steel Deck Institute</i>. RSNI tidak membahas mengenai hal ini. <p>Rekomendasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RSNI merevisi kesalahan pengetikan rumus. • RSNI disarankan untuk menambahkan

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
		ketentuan mengenai <i>sheet-to-sheet connections</i> .
45	5.2.4.4 Tarik (Las Busur Spot) <i>E2.2.2 Tension (Arc Spot Welds)</i>	<p>Komentar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RSNI hanya memperhitungkan kemungkinan runtuh pada profil, tanpa memperhitungkan kemungkinan runtuh pada sambungan las. • AISI melakukan revisi pada faktor reduksi berdasarkan penelitian Tangorra, Schuster, dan LaBoube (2001). Revisi ini menghasilkan nilai faktor reduksi yang lebih kecil daripada RSNI sehingga menghasilkan desain yang konservatif. • Berdasarkan hasil analisis (Singgih dan Luntungan, 2012) didapatkan bahwa batasan f_u dari RSNI lebih konsisten terhadap batasan lain yang ada. • RSNI tidak memberikan batasan untuk perhitungan kapasitas tarik. • RSNI dan AISI memberikan pertimbangan yang sama mengenai efek pembebanan eksentris, namun AISI memberikan batasan nominal, sedangkan RSNI hanya berupa pertimbangan.
46	5.2.4.4 Tarik (las busur spot) <i>E2.2.2 Tension (arch spot welds)</i>	<p>Rekomendasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RSNI disarankan untuk mengevaluasi kemungkinan runtuh pada sambungan las, dan menambahkan dalam prosedur perhitungan. • RSNI disarankan untuk mengubah faktor reduksi kapasitas tarik las busur spot menjadi 0,6. • RSNI disarankan untuk menambahkan batasan perhitungan kapasitas las busur spot. • RSNI disarankan untuk mengevaluasi efek pembebanan eksentris dan memberikan batasan dengan lebih jelas.
47	5.2.6 Las Pijar, poin a <i>E2.5 Flare groove welds</i>	<p>Komentar:</p> <p>AISI merevisi faktor reduksi berdasarkan penelitian Tangorra, Schuster, dan LaBoube (2001). Namun secara matematis RSNI menghasilkan nilai d_s yang lebih kecil sehingga menghasilkan kapasitas yang lebih konservatif.</p>

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
48	5.2.6 Las Pijar, poin b <i>E2.5 Flare groove welds</i>	Komentar: Ada kesalahan pengetikan dalam RSNI, f_u seharusnya f_{uw} . Kesalahan ini diketahui setelah dilakukan pemeriksaan terhadap AS/NZS 4600:2005.
		Rekomendasi: RSNI merevisi penulisan rumus sesuai AS/NZS 4600:2005.
49	5.3 Sambungan baut <i>E3 Bolted connections</i>	Komentar: <ul style="list-style-type: none"> • Perbedaan ketebalan maksimum pelat tersambung disebabkan perbedaan referensi material pada masing-masing standar. • AISI menambahkan faktor 0,9 untuk mereduksi kapasitas penampang.
		Rekomendasi: <ul style="list-style-type: none"> • RSNI disarankan untuk melakukan penyesuaian dengan industri di Indonesia. • RSNI disarankan untuk mengevaluasi pemberian faktor reduksi luasan terhadap kapasitas profil.
50	5.3.4 Tumpu, poin a dan b <i>E3.3 Bearing</i>	Komentar: <ul style="list-style-type: none"> • Perbedaan batas bawah tebal bagian tersambung karena perbedaan referensi percobaan yang diambil. • Perbedaan muncul karena adanya beberapa hal yang tidak jelas dalam perumusan RSNI. Pertama, adanya faktor yang tidak jelas (ϕ). Selain itu penentuan nilai α tidak dijelaskan.
		Rekomendasi: <ul style="list-style-type: none"> • RSNI disarankan untuk melakukan penyesuaian batasan tebal bagian tersambung terhadap kondisi industri di Indonesia. • RSNI disarankan untuk mengevaluasi persamaan RSNI, dan memperjelas notasi yang digunakan.
51	5.3.5 Baut, poin a <i>E3.4 Shear tensions in bolt</i>	Komentar: Terdapat perbedaan mutu tarik yang digunakan. Perbedaan ini menyesuaikan dengan industri pada tiap-tiap tempat yang

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
		<p>berlaku.</p> <p>Rekomendasi: RSNI disarankan melakukan penyesuaian pada kapasitas tarik baut terhadap industri yang ada di Indonesia.</p>
52	<p>5.3.5 Baut, poin b, c, d</p> <p><i>E3.4 Shear Tensions in bolts</i></p>	<p>Komentar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perbedaan penentuan luas penampang efektif baut dipengaruhi oleh kondisi baut pada masing-masing tempat yang berlaku. • Faktor reduksi RSNI lebih besar daripada AISI, sehingga AISI menghasilkan desain yang lebih konservatif. • Poin d tidak dapat dibandingkan karena perbedaan konsep perumusan yang ada. <p>Rekomendasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • RSNI disarankan untuk menyesuaikan nilai luas penampang efektif baut terhadap industri di Indonesia. • RSNI disarankan mengevaluasi dan mengubah faktor reduksi kapasitas geser dan tarik sesuai AISI.
53	<p>5.4 Sambungan sekrup, poin a dan b</p> <p><i>E4 Screw connections</i></p>	<p>Komentar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perbedaan terletak pada batasan diameter sekrup, menyesuaikan dengan industri sekrup yang ada pada masing-masing wilayah. • AISI mereduksi batasan karena elah menambahkan persamaan kapasitas geser tepi. RSNI juga telah menambahkan, namun tetap membatasi sejauh $3d_f$. <p>Rekomendasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • RSNI disarankan untuk menyesuaikan dengan industri di Indonesia. • RSNI disarankan untuk mengevaluasi batas tepi minimum, apakah perlu diubah menyesuaikan dengan AISI atau tidak.
54	<p>5.4.2.3 Miring dan tumpu lubang</p> <p><i>E4.3.1 Connection shear limited by tilting and bearing</i></p>	<p>Komentar:</p> <p>Berdasarkan batas atas dan bawah faktor C dalam RSNI, maka RSNI dapat menghasilkan desain yang lebih konservatif seiring dengan meningkatnya rasio diameter pengencang dan</p>

No	Pasal RSNI dan AISI	Komentar dan Rekomendasi
		ketebalan komponen struktur, d_f/t .
55	5.4.2.4 Geser sambungan yang dibatasi jarak ujung. <i>E4.3.2 Connection shear limited by end distance</i>	<p>Komentar: Berdasarkan nilai faktor reduksi yang digunakan, dapat diketahui bahwa AISI menghasilkan kapasitas desain yang lebih konservatif dengan nilai ϕ lebih kecil.</p> <p>Rekomendasi: RSNI disarankan untuk mengevaluasi mengenai penentuan faktor reduksi, apakah disesuaikan dengan rasio f_u/f_y atau tidak, disertai perubahan faktor reduksi apabila diperlukan.</p>
56	5.4.3 Sambungan sekrup dalam tarik <i>E4.4 Tension</i>	<p>Rekomendasi: RSNI disarankan untuk melakukan penyesuaian ketentuan dengan industri, apakah menggunakan <i>dome washer</i> atau tidak. Apabila diperlukan, maka disarankan untuk menambahkan penjelasan mengenai <i>dome washer</i>.</p>
57	RSNI tidak membahas <i>E4.5 Combined shear and pull over</i>	<p>Komentar: AISI memberikan tambahan ketentuan berupa kombinasi geser dan sobek, karena berdasarkan hasil penelitian <i>Luttrell (1999)</i>, kombinasi geser dengan sobek lebih mungkin terjadi dibandingkan geser dan tarik.</p> <p>Rekomendasi: RSNI disarankan untuk menambahkan perhitungan untuk kombinasi geser dan sobek sesuai dengan AISI.</p>
58	5.6 Runtuh <i>E5 Rupture</i>	<p>Komentar: RSNI memberikan batasan untuk tiap rumusan kapasitas runtuh, sedangkan AISI tidak. Selain itu, AISI hanya menggunakan luas penampang netto dan tegangan <i>ultimate</i> untuk menghitung kapasitas tarik, sedangkan RSNI menggunakan luas penampang <i>gross</i> dan tegangan leleh dalam salah satu perumusan kombinasi. AISI melakukan perubahan namun tidak dijelaskan alasan perubahannya.</p>

7. RINGKASAN DAN SARAN

Berdasarkan perbandingan yang telah dilakukan, terlihat bahwa AISI menghasilkan desain yang lebih konservatif dibandingkan RSNI. Hal ini dapat dipahami mengingat AISI ditulis berdasarkan penelitian yang lebih baru (2007) sedangkan RSNI ditulis berdasarkan AS 4600 yang ditulis pada tahun 2005. Apabila diteliti menurut perkembangan AISI, AISI banyak melakukan perubahan untuk meningkatkan konsistensi dan kompatibilitas antar pasal-pasal serta terhadap standar-standar pendukung lainnya. Oleh sebab itu penelitian ini merekomendasikan agar RSNI melakukan pembaruan mengikuti perkembangan terbaru serta memperhatikan kondisi industri di Indonesia.

8. DAFTAR PUSTAKA

- American Iron and Steel Institute. (2007). *Commentary on North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members*. American Iron and Steel Institute.
- American Iron and Steel Institute. (2007). *North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members*. American Iron and Steel Institute.
- Australian/New Zealand Standards. (1998). *Cold-form Steel Structures-Commentary*. Australian/New Zealand Standards.
- Australian/New Zealand Standards. (2005). *Cold-Formed Steel Structures*. Australian/New Zealand Standards.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Struktur Baja Canai Dingin*. Badan Standarisasi Nasional.
- Hancock, G. (1994). *Design of Cold-Formed Steel Structures: Second Edition*. Sidney: Australian Institute of Steel Construction.
- Kompas. (2008, September 2). *Atap Rangka Baja SMPN 1 Bekasi Ambruk*. Retrieved 2 17, 2012, from <http://cetak.kompas.com/read/xml/2008/09/02/01360078/atap.rangka.baja.smpn.1.bekasi.ambruk>
- Singgih, E. dan Luntungan, N. (2012). "Perbandingan Rencana Standar Nasional Indonesia Baja Canai dengan Peraturan Amerika (AISI S100-07)". Skripsi No. 11011837/SIP/2012. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra.
- Solopos. (2011, Juli 20). *Atap Sekolah Roboh, Siswa Diliburkan*. Retrieved Februari 17, 2012, from 2. <http://www.solopos.com/2011/pendidikan/atap-sekolah-roboh-siswa-diliburkan-107858>
- Yu, W. (2000). *Cold-Formed Steel Design: Third Edition*. Missouri: John Wiley & Sons, Inc.
- Yu, W., & LaBoube, R. (2010). *Cold-Formed Steel Design: Forth Edition*. Missouri: John Wiley & Sons, Inc.