



Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
UNIVERSITAS
JANABADRA

RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL

**Prasetya Adi,
Sukamto,
Firly Nopriza**

Pengendalian Defleksi dan Peningkatan Kuat Lentur Profil C dengan Penambahan Batang Vertikal dan Horizontal Menggunakan Sambungan Las

**Titiek Widyasari,
Lalu Dhanny Putrangga**

Perbedaan Hasil Perhitungan Debit Puncak Terukur dengan Debit Puncak JanaFlow_Code_14 Hujan Terukur

**Agung Purwanto,
Edy Sriyono,
Sardi**

Analisis Kebutuhan Air Embung Tambakboyo Sleman D.I. Yogyakarta

**Teguh Widodo,
Robertho Tanduk,
Riyo Rokhmanto**

Pengaruh Kadar Air Pemadatan Pada Kinerja Stabilisasi Semen Tanah Lanau Berlempung

Adityawan Sigit

Studi Komparasi Metode EOQ Dan POQ Dalam Efisiensi Biaya Persediaan Material – Studi Kasus Di Perusahaan Paving Block

RANCANG BANGUN
TEKNIK SIPIL

VOL. 1

No. 1

Hal.

Yogyakarta
Oktober 2017

ISSN



9 772599 313014

DEWAN EDITORIAL

- Penerbit : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra
- Ketua Penyunting
(Editor in Chief) : Dr. Tania Edna Bhakty, ST., MT.
- Penyunting (Editor) : 1. Dr. Suwartanti, S.T., M.Sc, Universitas Janabadra
2. Dr. Ir. Edy Sriyono, M.T., Universitas Janabadra
3. Dr. Nindyo Cahyo K, S.T., M.T., Universitas Janabadra
4. Sarju, ST., Universitas Janabadra
- Alamat Redaksi : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra
Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 55-57, Yogyakarta 55231
Telp./Fax: (0274) 543676
Email: tania@janabadra.ac.id
Website: <http://e-journal.janabadra.ac.id/>
- Frekuensi Terbit : 2 kali setahun

JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL adalah media publikasi jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra, Yogyakarta yang diterbitkan secara berkala pada bulan April dan Oktober. Jurnal ini mempublikasikan hasil-hasil penelitian, kajian teori dan aplikasi teori, studi kasus atau ulasan ilmiah dari kalangan ahli, akademisi, maupun praktisi dalam bidang teknik sipil yang meliputi bidang Struktur, Keairan, Transportasi, Mekanika Tanah, dan Manajemen Konstruksi. Naskah yang masuk akan dievaluasi oleh Penyunting Ahli. Redaksi berhak melakukan perubahan pada tulisan yang layak muat demi konsistensi gaya, namun tanpa mengubah maksud isinya.

DAFTAR ISI

1. Pengendalian Defleksi dan Peningkatan Kuat Lentur Profil C dengan Penambahan Batang Vertikal dan Horisontal Menggunakan Sambungan Las (Prasetya Adi, Sukamto, Firly Nopriza)	1-5
2. Perbedaan Hasil Perhitungam Debit Puncak Terukur dengan Debit Puncak JanaFlow_Code_14 Hujan Terukur (Titiek Widyasari, Lalu Dhanny Putrangga)	6-13
3. Analisis Kebutuhan Air Embung Tambakboyo Sleman DIY (Agung Purwanto, Edy Sriyono, Sardi)	14-18
4. Pengaruh Kadar Air Pemadatan Pada Kinerja Stabilisasi Semen Tanah Lanau Berlempung (Teguh Widodo, Robertho Tanduk, Riyo Rokhmanto)	19-27
5. Studi Komparasi Metode EOQ Dan POQ Dalam Efisiensi Biaya Persediaan Material – Studi Kasus Di Perusahaan Paving Block (Adityawan Sigit)	28-36

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya **JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL** Volume 1, Nomor 1, Edisi Oktober 2017. Jurnal ini merupakan jurnal edisi perdana yang menampilkan lima artikel di bidang Teknik Sipil.

Penerbitan **JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL** ini adalah bertujuan untuk menjadi salah satu wadah berbagi hasil-hasil penelitian, kajian teori dan aplikasi teori, studi kasus atau ulasan ilmiah dari kalangan ahli, akademisi, maupun praktisi dalam bidang teknik sipil yang meliputi bidang Struktur, Keairan, Transportasi, Mekanika Tanah, dan Manajemen Konstruksi. Harapan kami semoga naskah yang tersaji dapat menambah pengetahuan dan wawasan di bidangnya masing-masing.

Redaksi

Pengendalian Defleksi dan Peningkatan Kuat Lentur Profil C dengan Penambahan Batang Vertikal dan Diagonal Menggunakan Sambungan Las

Prasetya Adi, Firly Nopriza

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Janabadra Yogyakarta, Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57, Yogyakarta

Email: prasetya@janabadra.ac.id

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Janabadra Yogyakarta, Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57, Yogyakarta

Email: firlinop@yahoo.co.id

Abstract

Lipped channel is one of steel shape often used as a beam, commonly used as a beam on the roof structure. The advantages of this profile is its own relatively light weight. Disadvantages of this profile is the possibility of buckling on the lipped channel. Another disadvantages is the deflection that occurs large enough before the profile permit stress is exceeded. This study aims to overcome the weakness, especially on the deflection side by installing a reinforcement on the lip profile. Reinforcement in the form of reinforcement steel bar with 6 mm diameter mounted varies from the distance and the form of reinforcement. Vertical as well as vertical and diagonal mounting are used to strengthen the profile. Profile connection using welding with 1 point and 2 point welding. Retrofitting can reduce deflection. Welding with 1 weld point is sufficient. Failure of buckling occurs in the reinforcement rod. The lipped channel undergoes a change in shape due to the welding process. The result of modeling with computer program gives significant difference of result compared with experimental.

Keywords: deflection, lipped channe, strengthening

1. Pendahuluan

Baja merupakan salah satu komponen yang banyak digunakan sebagai struktur bangunan. Keberadaan baja sebagai bahan struktur khususnya struktur atap semakin populer seiring meningkatnya harga kayu. Salah satu kegunaan baja pada struktur atap adalah sebagai bahan gording. Jenis profil baja yang sering digunakan adalah jenis profil C.

Gording adalah struktur yang digunakan untuk menahan atap setelah reng dan usuk sebelum diteruskan ke kuda-kuda. Mekanisme yang terjadi pada gording adalah lentur.

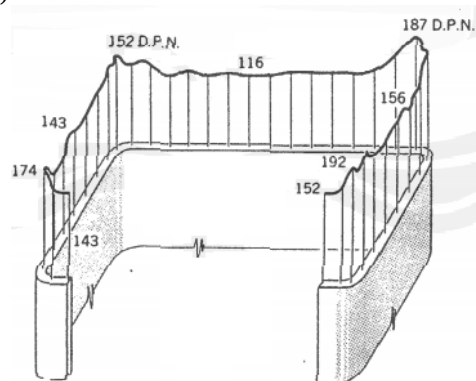
Profil C memiliki kelebihan yaitu berat sendiri yang ringan namun memiliki kelemahan yaitu kuat lentur pada sumbu lemah. Kelemahan ini diatasi dengan pemasangan sagrod. Bentang gording akan menjadi berkurang pada sumbu lemah karena bentang total akan dibagi menjadi beberapa bagian sesuai jumlah sagrod yang dipasang.

Kelemahan lain dari profil ini jika digunakan sebagai komponen lentur adalah defleksi dan kemungkinan terjadi tekuk pada bagian bibir profil. Hal ini terjadi karena pada bagian bibir profil adalah bagian yang tidak tertahan sehingga memudahkan terjadinya tekuk.

Kanal C adalah salah satu profil giling baja yang dibentuk secara dingin (*cold formed*), yang pada dasarnya tersusun dari elemen plat baja. Proses pembentukan secara dingin dapat mengakibatkan perubahan susunan material pembentuk profil dalam bentuk terjadinya peningkatan nilai tegangan lentur (Tall, 1974).

Ilustrasi dari pengaruh pengerjaan dingin pada pembentukan kanal ditunjukkan dalam **Error! Reference source not found..** Angka yang ditampilkan dalam gambar adalah nilai kekerasan material dalam Diamond Penetration Number (DPN)

yang menunjukkan nilai dari tegangan lentur (Tall, 1974).



Gambar 1. Pengaruh pengerjaan dingin pada pembentukan kanal

Proses penyambungan baja dengan metoda pengelasan banyak dilakukan karena praktis dan cepat daripada menggunakan baut atau paku keling. Seperti diketahui bahwa pengelasan dapat menimbulkan pengaruh pada bahan baja. Salah satu pengaruh yang ditimbulkan adalah munculnya tegangan sisa (*residual stress*). Pengaruh yang lain adalah terjadinya perubahan bentuk penampang setelah pendinginan.

Balok adalah batang struktural yang didisain untuk menahan gaya-gaya yang bekerja dalam arah transversal terhadap sumbunya. Beban-beban pada sebuah balok diarahkan tegak lurus pada sumbunya (James M Gere, 1985).

Pemasangan elemen pengaku atau penguat pada bagian bibir profil C diharapkan mampu menahan tekuk dan dapat meningkatkan kekakuan profil. Pemasangan pengaku dapat dilakukan dengan berbagai cara. Beberapa penelitian terdahulu telah dicoba memasang batang baja dan pengecoran sisi dalam profil dan berhasil meningkatkan kinerja profil C. Metoda ini memiliki kelemahan yaitu

penambahan berat sendiri yang cukup besar terutama pada metoda pengisian dengan beton. Pemasangan perkuatan yang telah dicoba adalah memasang batang tulangan arah vertikal (transversal) pada bagian bibir profil.

Penelitian ini akan menguji beberapa perkuatan menggunakan batang tulangan yang di las pada bibir profil. Optimasi pemasangan perkuatan perlu dilakukan agar profil dapat ditingkatkan kinerjanya dengan penambahan berat sendiri yang seminimal mungkin. Optimasi dilakukan meliputi diameter tulangan yang digunakan, jarak perkuatan, model perkuatan dan titik pengelasan.

Penelitian diharapkan sesuai dengan tujuan, untuk itu diperlukan batasan masalah yang dapat menyederhanakan permasalahan yang ada. Adapun batasan masalah tersebut adalah :

- Benda uji adalah profil baja C 100 x 50 x 20 x 2.3 sebagai balok dengan tumpuan sendi dan rol
- Perkuatan menggunakan baja tulangan polos berdiameter 4 mm dan 6 mm dengan variasi jarak h , $1.5h$ dan $2h$.
- Beban yang dikerjakan adalah beban terpusat
- Tinjauan dilakukan atas besarnya beban yang dikerjakan, defleksi pada tengah bentang, serta beban maksimum yang dapat ditahan

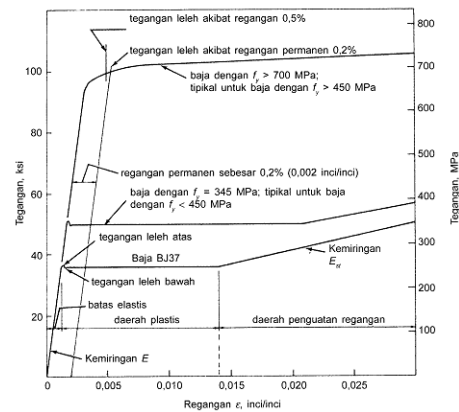
Ronald Martin Sinaga melakukan penelitian : Perilaku Lentur Baja Profil C Tunggal Dengan Menggunakan Perkuatan Tulangan Arah Vertikal

Damar Budi Laksono dan Haryanto Yoso Wigroho melakukan penelitian : Studi Kekuatan Kolom Profil C Dengan Cor Beton Pengisi Dan Perkuatan Transversal

Yoso Wigroho melakukan penelitian : Kuat Lentur Profil C Tunggal dengan Perkuatan Tulangan Vertikal dan Cor Beton Pengisi

Baja muncul sebagai material baru berupa paduan antara besi dan karbon pada abad ke-19 dimana kandungan karbon lebih sedikit daripada besi tuang. Pembuatan baja dalam volume besar baru dilakukan pertama kali oleh Sir Henry Bessemer (Setiawan, 2008)

Baja mempunyai sifat mekanis yang khas. Model pengujian yang paling tepat untuk mendapatkan sifat mekanik dari material baja adalah dengan melakukan uji tarik (Setiawan, 2008). Diagram tegangan regangan baja secara umum dapat dipisahkan menjadi bagian linear, luluh dan pengerasan regangan (Gambar III.1).



Gambar 2. Diagram tegangan regangan baja.

Profil giling ataupun profil tersusun terdiri dari elemen-elemen plat, kekuatan penampang kolom yang didasarkan pada angka kelangsingan keseluruhan hanya dapat tercapai jika elemen plat tersebut tidak tertekuk setempat. Tekuk setempat elemen plat dapat mengakibatkan kehancuran penampang keseluruhan yang terlalu dini atau paling sedikit menyebabkan tegangan menjadi tidak merata dan mengurangi kekuatan keseluruhan. (Salmon dan Johnson, 1986)

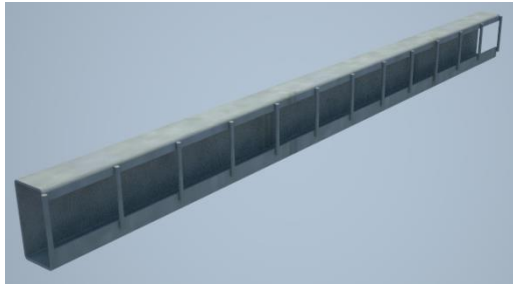
2. Metoda Penelitian

Penelitian dilakukan dengan benda uji berbentuk balok dengan panjang ukur 1.2 m ditambah panjang tumpuan 2×10 cm sehingga panjang total 1.4 m. Balok dipasang di atas tumpuan sendi dan rol terdiri dari balok dengan perkuatan tulangan yang dipasang vertikal (Gambar IV.2) dan balok dengan perkuatan tulangan yang dipasang vertikal dan diagonal (Gambar IV.3).

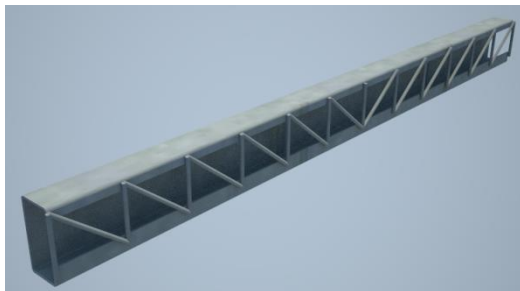
Pemasangan tulangan dilakukan dengan cara pengelasan menggunakan 2 cara yaitu di las pada ujung tulangan dan di las pada sisi samping tulangan. Variasi pengelasan ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan las minimal yang diperlukan. Jika pengelasan pada ujung tulangan sudah mencukupi maka akan sangat menguntungkan dari sisi biaya dan waktu pengelasan serta meminimalisir efek negatif pengelasan pada profil yaitu munculnya tegangan sisa dan perubahan bentuk profil.

Bahan utama dari penelitian ini adalah baja profil C (Gambar IV.1), namun perlu beberapa tambahan bahan. Bahan-bahan penelitian meliputi :

- Profil baja C 100 x 50 x 20 x 2.3
- Baja tulangan diameter 6 mm
- Kawat las



Gambar 3. Benda uji dengan perkuatan vertikal



Gambar 4. Benda uji dengan perkuatan vertikal dan diagonal

Pengujian benda uji dilakukan dengan cara memberikan beban di tengah bentang. Beban yang diberikan dibangkitkan dari sebuah hydraulic jack, sedangkan pengukuran beban yang bekerja menggunakan load cell. Adapun peralatan yang diperlukan untuk penelitian ini adalah :

- Dongkrak hidrolik (Hydraulic jack)
- Pengukur beban (Load cell)
- Alat pengukur defleksi (dial gauge)
- Frame dengan tumpuan sendi dan rol
- Alat-alat pendukung

Perlakuan terhadap benda uji yang akan diuji pada penelitian, serta jumlah sampel tiap variasi disampaikan dalam tabel Tabel 1 :

Tabel 1. Benda uji dan perlakuan

No	Kode	Jarak perkuatan	Tipe	Las	Jml
1.	Normal	-	-	-	3
2.	1.0VU	h	vertikal	ujung	3
3.	1.5VU	1.5h	vertikal	ujung	3
4.	2.0VU	2h	vertikal	ujung	3
5.	1.0VS	h	vertikal	samping	3
6.	1.5VS	1.5h	vertikal	samping	3
7.	2.0VS	2h	vertikal	samping	3
8.	1.0DU	h	diagonal	ujung	3
9.	1.5DU	1.5h	diagonal	ujung	3
10	2.0DU	2h	diagonal	ujung	3
11	1.0DS	h	diagonal	samping	3
12	1.5DS	1.5h	diagonal	samping	3
13	2.0DS	2h	diagonal	samping	3
Total					39

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban terpusat pada balok secara bertahap sampai balok gagal. Data yang akan diambil dari penelitian ini adalah :

- Beban maksimum yang mampu ditahan balok
- Defleksi yang terjadi di tengah bentang seiring dengan peningkatan gaya terpusat
- Jenis kerusakan yang terjadi pada balok

Analisis akan dilakukan dari hasil pengujian yang diperoleh adalah perbandingan tegangan dari hasil pengujian dan tegangan hasil analisis teoritis. Analisis ini perlu dilakukan untuk menilai kemampuan profil untuk mengembangkan tegangan mendekati tegangan ijin.

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban pada benda uji secara bertahap menggunakan dongkrak. Beban ditingkatkan dengan mencatat penurunan pada tengah bentang yang terbaca dari dial gauge. Pembebanan diawali dengan peningkatan beban setiap 25 kg.

Metoda pengujian yang dilakukan untuk beban awal adalah dengan *load control*, yaitu pengujian dengan beban sebagai pedoman. Metoda ini dilakukan saat benda uji masih dalam kondisi elastis, dimana beban dan defleksi berhubungan secara linier atau berbanding lurus. Jika benda uji sudah menunjukkan perilaku tidak elastis, yaitu beban dan defleksi tidak berbanding lurus. Secara visual dapat dilihat jika defleksi bertambah namun beban tidak bertambah secara signifikan. Metoda pengujian pada kondisi ini diubah dari *load control* menjadi *displacement control*, yaitu pembacaan defleksi yang digunakan sebagai pedoman. Cara ini ditempuh karena beban sudah tidak bertambah lagi secara signifikan. Pengujian dihentikan jika beban sudah tidak dapat bertambah lagi meskipun dongkrak beban ditambah bebannya, atau bahkan indikator beban justru menunjukkan penurunan. Pengamatan dilakukan pada kegagalan benda uji, apakah pada sambungan las, *buckling* perkuatan atau *buckling* profil.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pengujian baja profil perlu dilakukan untuk memberikan gambaran secara teoritis kekuatan benda uji. Besarnya beban yang diperlukan untuk menguji ditentukan terlebih dahulu secara teoritis dengan perhitungan inersia penampang dan hasil uji tarik baja. Pengujian dilakukan atas 3 sampel benda uji.

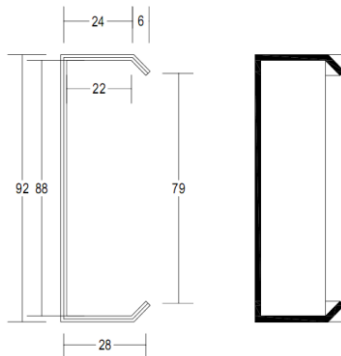
Tabel 2. Data pengujian tarik sampel plat profil C

Benda Uji	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Luasan	mm ²	26	23	22
P leleh	kN	5.35	5.36	5.00
Δl Putus	mm	32.67	33.60	34.70

P max	kN	6.78	6.49	6.42
σ leleh	N/mm ²	205.77	233.04	227.27
σ max	N/mm ²	260.77	282.17	291.82
ε		116.335	116.800	117.35

Rerata tegangan leleh dari 3 sampel uji tarik diperoleh sebesar 222.03 N/mm². Hasil tegangan leleh tersebut dipergunakan untuk memprediksi gaya aksial yang diperlukan untuk pengujian.

Bentuk profil C dengan posisi bibir profil yang tidak siku dengan memerlukan cara tersendiri dalam menghitung inersia penampang. Penggunaan tabel dimaksudkan untuk mempermudah proses perhitungan.



Gambar 5. Benda uji, dimensi dan luasan hitungan inersia

Inersia penampang benda uji sebesar 223000.4 mm⁴. Inersia tersebut dipergunakan untuk memprediksi besarnya beban titik yang diperlukan.



Gambar 6. Setting alat pengujian

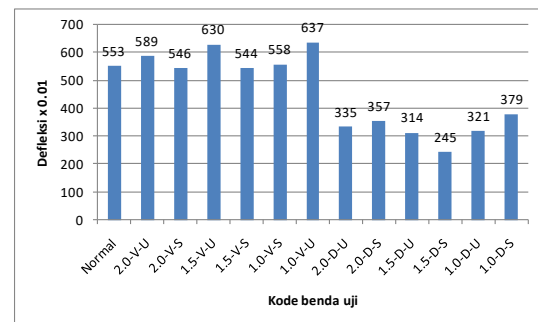


Gambar 7. Pemasangan label pada benda uji



Gambar 8. Buckling pada tulangan perkuatan

Seluruh pengujian menunjukkan kegagalan pada *buckling* pada tulangan perkuatan atau profil C, tidak ada benda uji yang mengalami kegagalan las. Hal tersebut membawa ke suatu kesimpulan bahwa pengelasan pada ujung tulangan, khususnya pada tulangan kecil (6 mm) sudah mencukupi. Pengelasan berlebihan akan mengakibatkan melengkungnya profil akibat adanya susut saat proses pendinginan.



Gambar 9. Defleksi yang terjadi pada beban 300 kg

Diagram yang ditunjukkan dalam **Error! Reference source not found.** menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan antara benda uji normal, dengan perkuatan vertikal, dengan perkuatan vertikal dan diagonal. Defleksi yang lebih kecil menunjukkan bahwa perkuatan vertikal ditambah dengan diagonal mampu memberikan kekakuan yang lebih besar. Perkuatan vertikal saja tidak mampu menambahkan kekuatan pada profil C.

Rata-rata defleksi pada beban 300 kg sebesar 5.85 mm pada benda uji normal dan perkuatan vertikal, sedangkan 3.25 mm pada benda uji dengan perkuatan vertikal dan diagonal. Persentase defleksi benda uji dengan perkuatan vertikal dan diagonal sebesar 56 % dibanding benda uji tanpa perkuatan dan dengan perkuatan vertikal saja.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

- Pemasangan perkuatan akan menambah kekakuan balok profil C.
- Kekuatan balok tidak terpengaruh karena kegagalan berupa tekuk pada keseluruhan balok.

- c. Kekuatan las dengan 1 titik sudah mencukupi
- d. Kegagalan perkuatan berupa tekuk pada batang perkuatan
- e. Terjadi deformasi pada profil C setelah mengalami pengelasan batang perkuatan
- f. Pemodelan dengan komputer memberikan hasil yang berbeda secara signifikan dengan eksperimental.

5. Daftar Pustaka

Charles G. Salmon, J. E. (1997). Steel Structures: Design and Behavior. USA: Prentice Hall.

Damar Budi Laksono, H. Y. (2012). Studi Kekuatan Kolom Profil C Dengan Cor Beton Pengisi Dan Perkuatan Transversal. Jurnal Teknik Sipil , 95.

Ferdinan L. Singer, A. P. (1995). Ilmu Kekuatan Bahan. Jakarta: Erlangga.

J.Stolk, C. H. (1984). Elemen Konstruksi dari Bangunan Mesin. Jakarta: Erlangga.

James M. Gere, S. G. (1985). Mekanika Bahan. Jakarta: Erlangga.

Setiawan, A. (2008). Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD . Jakarta: Erlangga.

Tall, L. (1974). Structural Steel Design. New York: Ronald Press.

Yosowigroho, H. (2008). Kuat Lentur Profil C Tunggal dengan Perkuatan Tulangan Vertikal dan Cor Beton Pengisi. Jurnal Teknik Sipil .

Charles G. Salmon, J. E. (1997). Steel Structures: Design and Behavior. USA: Prentice Hall.

Damar Budi Laksono, H. Y. (2012). Studi Kekuatan Kolom Profil C Dengan Cor Beton Pengisi Dan Perkuatan Transversal. Jurnal Teknik Sipil , 95.

Ferdinan L. Singer, A. P. (1995). Ilmu Kekuatan Bahan. Jakarta: Erlangga.

Setiawan, A. (2008). Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD . Jakarta: Erlangga.

Yosowigroho, H. (2008). Kuat Lentur Profil C Tunggal dengan Perkuatan Tulangan Vertikal dan Cor Beton Pengisi. Jurnal Teknik Sipil .