

# PERENCANAAN ALTERNATIF STRUKTUR BAJA GEDUNG PTIIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG MENGACU PADA SNI 1729:2015

**Firsty Adinda Firdauzy, Wisnumurti, ChristinRemayanti N**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: [firstyadinda27@gmail.com](mailto:firstyadinda27@gmail.com)

## ABSTRAK

Terkait dengan gedung tinggi yang terdapat di Kota Malang, salah satu contohnya adalah Gedung B Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (PTIIK) Universitas Brawijaya Malang yang terdiri dari 13 lantai gedung dengan ketinggian total 79,52 m sehingga direncanakan pula sebagai bangunan tahan gempa. Dengan keadaan eksisting bahwa balok dan kolom berukuran besar sehingga penggunaan ruang gerak sedikit terbatas, diharapkan dari kelemahan struktur bangunan beton bertulang dapat direncanakan bangunan alternatif guna mendapatkan bangunan yang lebih baik dalam struktur kekuatannya dan sebagai pertimbangan perencanaan gedung bertingkat lainnya. Perencanaan ulang pada Gedung B Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (PTIIK) Universitas Brawijaya Malang ini menggunakan komponen baja pada struktur balok dan kolomnya. Dengan struktur baja ini terdapat banyak kelebihan yaitu berat struktur lebih ringan sekitar 44% dari struktur eksisting beton bertulang, hal ini menguntungkan karena beban gempa yang diterima bangunan akan semakin kecil, berat baja dapat dihemat, penampang yang digunakan dapat semakin kecil, dan kekakuan pelat lantai meningkat. Gedung dirancang mampu tahan gempa menggunakan sistem struktur yaitu sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM) karena terletak di wilayah atau zona gempa 4. Konsep perencanaan dibatasi pada ketentuan LRFD saja, yang menurut RSNI disebut Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK). Beban gempa dianalisis dengan metode respon spektrum dengan bantuan aplikasi analisis struktur. Untuk perencanaan balok didapatkan profil WF dengan mutu baja BJ 37 ( $F_y = 240$  MPa) sedangkan untuk perencanaan kolom didapatkan profil King Cross dan profil WF dengan mutu baja BJ 55 ( $F_y = 410$  MPa). Sambungan yang digunakan adalah rekomendasi *Metal Building Manufacturers Association* (MBMA) dari USA dengan dua tipe yaitu, *flush-end-plate* dan *extended-end-plate* dengan perkuatan las dan menggunakan baut A325 ( $F_u = 620$  MPa dan  $F_m = 330$  MPa).

**Kata Kunci:** struktur baja, gaya gempa, SRPMM, DFBK

## ABSTRACT

Related to the high buildings in Malang, one example is Program Information Technology and Computer Science (PTIIK) Brawijaya University of Malang's Section B Building consisting of 13 floors of building with total height 79,52 m so that it is planned also as earthquake resistant building. With the existing condition that the blocks and columns are large so that the use of space is slightly limited, it is expected from the weakness of the structure of reinforced concrete buildings can be planned alternative buildings to get a better building in its strength structure and as a consideration of other multilevel building planning. Redesign of Program Information Technology and Computer Science (PTIIK) Brawijaya University of Malang's Section B Building is using steel components in the beam structure and column. With this steel structure there are many advantages: the lighter weight of the structure is about 44% of the existing reinforced concrete structure, this is advantageous because the earthquake load received by the building will be smaller, the weight of steel can be saved, the used cross section will be smaller, and the stiffness of the floor plate increased. The building is designed to be able to withstand earthquakes using a structural system that is intermediate moment frame system (SRPMM) because it is located in the region or zone of the earthquake 4. The concept of planning is limited to the LRFD provisions only, which according to RSNI called *Desain Faktor Beban dan Ketahanan* (DFBK). Earthquake loads are analyzed by spectrum response method with the help of structural analysis application. For the planning of the beams, the profile of WF with steel quality is BJ 37 ( $F_y = 240$  MPa), while for column planning we get King Cross profile and WF profile with steel quality BJ 55 ( $F_y = 410$  MPa). The connection used is a *Metal Building Manufacturers Association* (MBMA) recommendation from the USA with two types namely, *flush-end-plate* and *extended-end-plate* with welding reinforcement and using A325 bolts ( $F_u = 620$  MPa and  $F_m = 330$  MPa).

**Keywords:** Steel structure, seismic force, SRPMM, DFBK

## Pendahuluan

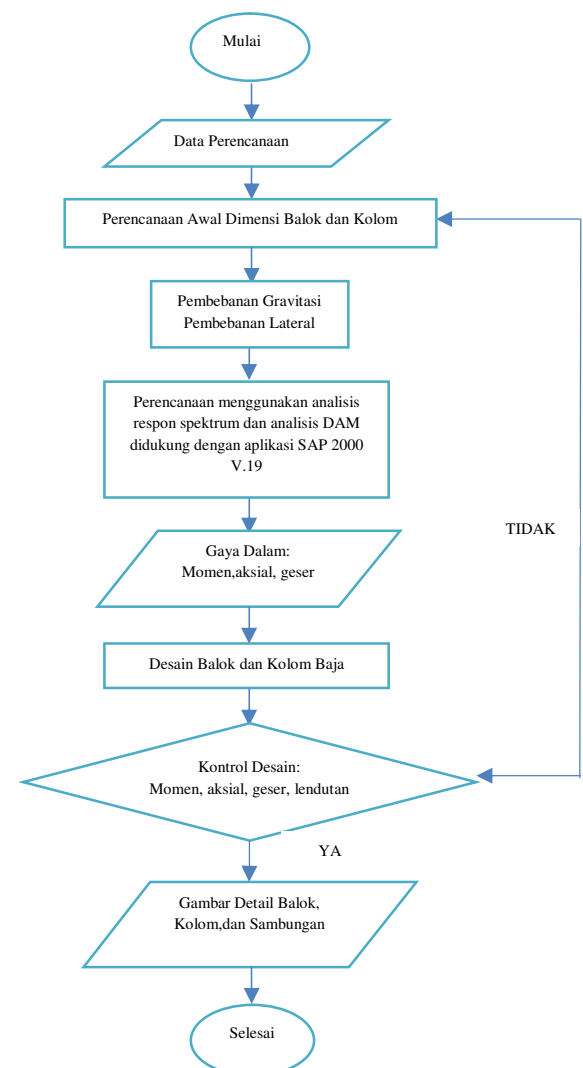
Seiring berjalannya waktu, perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi senantiasa mengalami peningkatan yang cukup signifikan sebab konstruksi bangunan merupakan suatu hal yang sangat erat keterkaitannya dengan kehidupan sehari-hari. Adapun salah satu perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi adalah teknologi konstruksi menggunakan material baja, dimana inovasi ini bertujuan agar kualitas konstruksi tersebut semakin meningkat. Adapun beberapa keunggulan material baja secara singkat di antaranya yaitu memiliki kekuatan tinggi (sehingga dapat mengurangi ukuran struktur serta mengurangi berat sendiri dan struktur), keseragaman dan keawetan yang tinggi, sifat elastis, daktilitas cukup tinggi, dan kemudahan penyambung antar elemen satu dengan lainnya (menggunakan alat sambung las atau baut). Sesuai dengan keunggulan material tersebut, maka penggunaan material baja tepat digunakan untuk konstruksi gedung tinggi.

Hal inilah yang melatarbelakangi penulis untuk menjadikan yasebuahgagasan dalam mendesain gedung berstruktur baja dengan mengambil Gedung B Program Teknologi Informatika dan Ilmu Komputer (PTIHK) Universitas Brawijaya Malang yang terdiri dari 13 lantai gedung dengan ketinggian total 79,52 m sebagai contoh konstruksi gedung tinggi yang direncanakan pula sebagai konstruksi bangunan tahan gempa. Selain itu, akan dibandingkan berat gedung eksisting dengan gedung yang didesain ulang menggunakan struktur baja untuk membuktikan bahwa berat gedung berstruktur baja lebih ringan dibandingkan dengan gedung berstruktur beton bertulang.

## Metodologi Penelitian

Adapun data yang digunakan sebagai perencanaan awal gedung

berstruktur baja pada Gedung B Program Teknologi Informatika dan Ilmu Komputer (PTIHK) Universitas Brawijaya Malang adalah gambar eksisting dari perencanaan awal gedung tersebut yaitu gambar eksisting struktur beton bertulang. Selain itu, digunakan SNI 1726-2012 sebagai dasar perencanaan beban gempa respon spektrum dan digunakan pula metode DAM (*Direct Analysis Method*) sesuai SNI 1729-2015 untuk pembebanan gravitasi dan pembebanan lateral. Perhitungan kekuatan perlu menggunakan aplikasi SAP 2000 V.19 dengan output gaya-gaya dalam yang meliputi momen, aksial dan geser yang selanjutnya akan digunakan untuk mendesain profil penampang balok dan kolom.



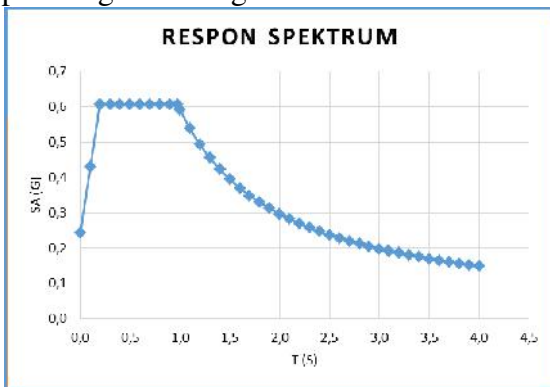
Gambar1 Diagram Alir Penelitian

**Hasil dan Pembahasan**

Adapun Pembebanan pada struktur meliputi Beban Mati (PPIUG 1983), Beban Hidup (SNI 1727:2013), Beban Atap (terpusat pada kolom sebesar 5748,46 kg), Beban Notional dan Beban pada Balok. Berikut ini adalah pembahasan tentang Beban Gempa dan Beban Notional.

1. Beban Gempa

Dengan metode analisis respons spektrum di peroleh grafik sebagai berikut



Gambar2 Grafik Respon Spektrum dengan data

$R=8, I_c= 1,5. T_a= 2,045s, T_{aktual} = 3,091s$

2. Beban Notional

$N_i = 0,002 \alpha Y_i$

Dimana,

$N_i$  = beban notional di level i

$Y_i$  = beban grafitasi di level i hasil kombinasi LRFD

$\alpha$  = 1 (untuk kombinasi LRFD)

Tabel1 Nilai beban notional tiap level

Level	$N_i$ (kg)		Level	$N_i$ (kg)	
	Arah x (+)	Arah y (+)		Arah x (+)	Arah y (+)
1	103,36	106,36	8	78,42	78,42
2	81,27	81,27	9	76,79	76,79
3	87,39	87,39	10	76,79	76,79
4	68,09	68,09	11	81,25	81,25
5	73,46	73,46	12	81,84	81,84
6	73,46	73,46	13	45,02	45,02
7	79,95	79,95	14	34,69	34,69

Perencanaan balok dan perencanaan kolom dilakukan setelah menentukan kombinasi pembebanan dan melakukan input data pada SAP 2000 V.19.

Pada perencanaan balok diperoleh profil sebagai berikut

Tabel2 Profil Penampang Balok

Balok	Profil
B1	WF 582.300.12.17
B2	WF 582.300.12.17
B3	WF 390.300.10.16
B4	WF 300.305.15.15
B5	WF 488.300.11.18
B6	WF 198.99.4,5.7
B7	WF 244.175.7.11

Tabel3 Rekapitulasi klasifikasi penampang balok

Balok	Flens		Web		Penampang
	$\lambda$	$\lambda_p$	$\lambda$	$\lambda_p$	
B1	8,82	10,97	41,00	108,54	KOMPAK
B2	8,82	10,97	41,00	108,54	KOMPAK
B3	9,38	10,97	31,40	108,54	KOMPAK
B4	10,17	10,97	15,60	108,54	KOMPAK
B5	8,33	10,97	36,36	108,54	KOMPAK
B6	7,07	10,97	36,00	108,54	KOMPAK
B7	7,95	10,97	27,14	108,54	KOMPAK

Tabel4 Rekapitulasi kuat lentur balok

Balok	$M_u$ (kNm)	$M_p$ (kNm)	$M_n$ akibat LTB (kNm)	$\Phi \cdot M_n$ (kNm)	Kontrol
B1	627,461	907,779	907,779	817,001	OK!
B2	491,381	907,779	907,779	817,001	OK!
B3	415,067	1034,139	1034,139	930,725	OK!
B4	300,058	378,540	378,540	340,686	OK!
B5	651,875	743,961	743,961	669,565	OK!
B6	36,585	40,908	40,908	36,817	OK!
B7	87,485	128,345	128,345	115,511	OK!

**Tabel5** Rekapitulasi kuat lentur balok terhadap momen

kritis, $M_{CR}$			
Balok	$M_u$ SAP (kNm)	$M_{cr}$ (kNm)	Keterangan
B1	623,741	3641,867	Tidak terjadi LTB
B2	707,050	3641,867	Tidak terjadi LTB
B3	1359,499	4404,489	Tidak terjadi LTB
B4	45,066	368,719	Tidak terjadi LTB
B5	81,711	622,643	Tidak terjadi LTB
B6	20,596	125,720	Tidak terjadi LTB
B7	35,497	55,893	Tidak terjadi LTB

**Tabel6** Rekapitulasi kuat geser balok

Balok	$V_u$ (kN)	$V_u$ SAP (kN)	$\Phi V_n$ (kN)	Kontrol	
				$V_u$ terhadap $\Phi V_n$	$V_u$ SAP terhadap $\Phi V_n$
B1	3,486	331,600	1005,696	OK!	OK!
B2	2,730	517,831	1005,696	OK!	OK!
B3	3,221	1066,615	1016,064	OK!	Not OK!
B4	0,713	20,984	648,000	OK!	OK!
B5	0,402	26,539	772,992	OK!	OK!
B6	1,171	28,228	128,304	OK!	OK!
B7	0,000	15,324	245,952	OK!	OK!

**Tabel7** Rekapitulasi kuat geser balok terhadap Flange

Local Bending			
Balok	$V_u$ (kN)	<i>Flange Local Bending</i>	
		$\phi R_{n-1}$ (kN)	Kontrol
B1	3,486	390,15	OK!
B2	2,730	390,15	OK!
B3	1,537	345,60	OK!
B4	0,713	303,75	OK!
B5	0,402	595,35	OK!
B6	1,171	66	OK!
B7	0,000	194,40	OK!

**Tabel8** Rekapitulasi kuat geser balok terhadap Web

Local Yielding			
Balok	$V_u$ (kN)	<i>Web Local Yielding</i>	
		$\phi R_{n-2}$ (kN)	Kontrol
B1	3,486	1080,00	OK!
B2	2,730	1080,00	OK!
B3	3,221	1065,60	OK!
B4	0,713	756,00	OK!
B5	0,402	1294,80	OK!
B6	1,171	364,50	OK!
B7	0,000	432,00	OK!

**Tabel9** Rekapitulasi kuat geser balok terhadap Web

Crippling			
Balok	$V_u$ (kN)	<i>Web Crippling</i>	
		$\phi R_{n-3}$ (kN)	Kontrol
B1	3,486	1039,18	OK!
B2	2,730	1039,18	OK!
B3	3,221	1320,31	OK!
B4	0,713	924,81	OK!
B5	0,402	1545,23	OK!
B6	1,171	522,32	OK!
B7	0,000	591,88	OK!

**Tabel10** Rekapitulasi kuat penampang balok terhadap

Web Buckling			
Balok	$V_u$ (kN)	<i>Web Buckling</i>	
		$\phi R_{n-4}$ (kN)	Kontrol
B1	3,486	525,60	OK!
B2	2,730	525,60	OK!
B3	3,221	950,71	OK!
B4	0,713	639,53	OK!
B5	0,402	1047,07	OK!
B6	1,171	489,41	OK!
B7	0,000	510,80	OK!

**Tabel11** Rekapitulasi lendutan penampang balok

Balok	Profil	$\Delta$	$\Delta_{ijin}$	Kontrol
		(mm)	(mm)	
B1	WF 582.300.12.17	12,28	20,00	OK!
B2	WF 582.300.12.17	9,31	20,00	OK!
B3	WF 390.300.10.16	21,60	20,00	Not OK!
B4	WF 300.305.15.15	2,11	20,00	OK!
B5	WF 488.300.11.18	2,75	30,00	OK!
B6	WF 198.99.4.5.7	6,84	8,33	OK!
B7	WF 244.175.7.11	1,03	30,00	OK!

Pada perencanaan balok diperoleh profil sebagai berikut

**Tabel12** Profil Penampang Kolom

Kolom	Profil
K1	KC 800 x 300
K2	KC 600 x 200
K4	WF 400.400.13.21
K5	WF 400.400.13.21

**Tabel13** Rekapitulasi kuat tekan nominal kolom

Kolom	$P_u$ SAP	$\Phi P_n$	Kontrol
	(kN)	(kN)	
K1	10148,151	11251,96	OK!
K2	7044,913	8261,81	OK!
K4	1368,579	5114,75	OK!
K5	2586,403	4181,40	OK!

**Tabel14** Klasifikasi penampang kolom terhadap kondisi sibat LTB

Kolom	$L_b = L$	$L_p$	Keterangan
	(m)	(m)	
K1	7,000	9,434	Bentang Pendek
K2	4,500	6,840	Bentang Pendek
K4	4,500	3,934	Bentang Menengah
K5	7,000	3,934	Bentang Menengah

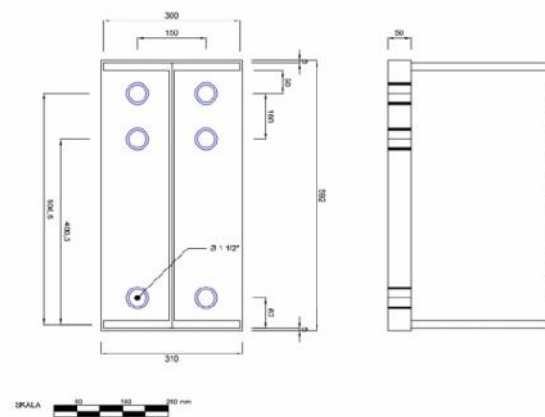
**Tabel15** Rekapitulasi interaksi momen lentur dangaya aksial pada penampang

Kolom	$P_r$	$P_c$	$P_r / P_c$	$M_{ux}$	$M_{uy}$
	(kN)	(kN)		(kNm)	(kNm)
K1	11251,96	18309,04	0,6146	0,0292	1201,344
K2	8261,81	9348,64	0,8837	0,0084	237,5751
K4	5114,75	6796,55	0,7526	0,0103	249,8086
K5	4181,40	5325,90	0,7851	0,0105	82,9255

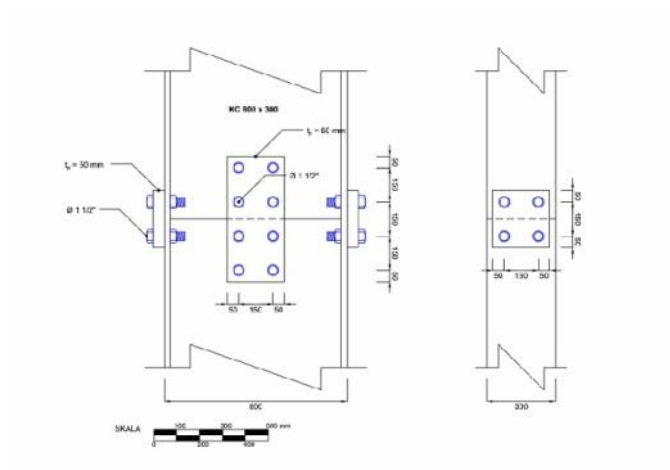
Kolom	$\delta$	$M_{ix} = \delta M_{ux}$	$M_{iy} = \delta M_{uy}$	$M_{ex} = \phi M_{ix}$	$M_{ey} = \phi M_{iy}$
		(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
K1	0,9965	0,0291	1197,1412	2801,6325	2856,1338
K2	0,7687	0,0065	182,6223	982,5363	1005,3036
K4	1,0854	0,0112	271,1544	1328,4491	625,5013
K5	1,1709	0,0123	97,0987	1328,4491	625,5013

Kolom	Untuk $\frac{P_r}{P_c} > 0,2$ maka		Kontrol
	$\frac{P_r}{2P_c} + \frac{8}{9} \left[ \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right] \leq 1$		
K1	0,6799		OK!
K2	0,6034		OK!
K4	0,7616		OK!
K5	0,5305		OK!

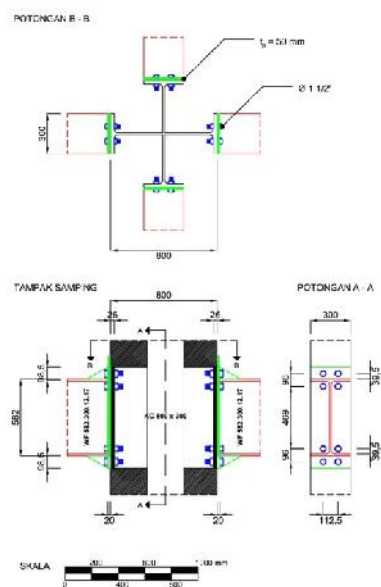
Perencanaan sambungan dilakukan setelah menentukan perencanaan balok dan perencanaan kolom.



**Gambar3** Sambungan Antar Balok



**Gambar4**SambunganAntarKolom



**Gambar5**SambunganBalok – Kolom

### Kesimpulan dan Saran

Perencanaan ulang pada Gedung B Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (PTIIK) Universitas Brawijaya Malang ini menggunakan komponen baja pada struktur balok dan kolomnya. Dengan struktur baja ini terdapat banyak kelebihan yaitu berat struktur lebih ringan sekitar

44% dari struktur eksisting beton bertulang, hal ini menguntungkan karena beban gempa yang diterima bangunan akan semakin kecil, berat baja dapat dihemat, penampang yang digunakan dapat semakin kecil, dan kekakuan pelat lantai meningkat. Gedung dirancang mampu tahan gempa menggunakan sistem struktur yaitu sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM) karena terletak di wilayah atau zona gempa 4. Konsep perencanaan dibatasi pada ketentuan LRFD saja, yang menurut RSNI disebut Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK). Beban gempa dianalisis dengan metode respon spektrum dengan bantuan aplikasi analisis struktur. Untuk perencanaan balok didapatkan profil WF dengan mutu baja BJ 37 ( $F_y = 240$  MPa) sedangkan untuk perencanaan kolom didapatkan profil King Cross dan profil WF dengan mutu baja BJ 55 ( $F_y = 410$  MPa). Sambungan yang digunakan adalah rekomendasi *Metal Building Manufacturers Association* (MBMA) dari USA dengan dua tipe yaitu, *flush-end-plate* dan *extended-end-plate* dengan perkuatan las dan menggunakan baut A325 ( $F_m = 620$  MPa dan  $F_{nv} = 330$  MPa).

Analisis menggunakan aplikasi struktur berguna untuk memudahkan mencari gaya-gaya dalam. Perencana harus mempunyai ketelitian dan kemampuan penguasaan teori dalam menganalisis struktur dalam keadaan nyata mungkin. Kesalahan yang sering timbul saat menggunakan program aplikasi yaitu kurang memperhatikan peraturan-peraturan yang berlaku untuk desain dan keterbatasan pada program analisis. Oleh karena itu perencana harus memahami konsep analisis dan desain serta memahami penggunaan program aplikasi secara benar. Hal ini sering terjadi sehingga hasil yang didapat tidak dapat dipertanggung jawabkan.

Pada perencanaan struktur baja agar dapat menahan gaya gempa, perlu diperhatikan saat menganalisis beban gempa, mengontrol tahanan balok dan kolom harus memenuhi batasan-batasan sesuai peraturan yang digunakan. Selain itu dalam perencanaan sambungan dan

penghubung geser harus teliti dan dapat direalisasikan secara nyata.

## Daftar Pustaka

- Admin. (2012, March 28). Retrieved Mei 23, 2012, from [www.ilmutekniksipil.com/struktur-baja/perencanaan-struktur-baja](http://www.ilmutekniksipil.com/struktur-baja/perencanaan-struktur-baja)
- AISC.(2010).”Spefication for Structural Steel Building (ANSI/AISC 360 – 10)”, American Institute of Stell Construction, Chicago, Illinois, June 2010
- AISC.(2011).”*Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications – Including Supplement No. 1 – ANSI/AISC 358s1-11*”, American Institute of Stell Construction, Chicago, Illinois
- Badan Standarisasi Nasional.(2013).*Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727-2013*.Jakarta:Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional.(2015).*Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural SNI 1729-2015*. Jakarta:Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional.(2012).*Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung, Standar Nasional Indonesia 03-1726-2012*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Braun, Benjamin.(2010).”Stability of steel plates under combined loading”, Institut für Konstruktion und Entwurf, Stuttgart
- Dewobroto,Wiryanto.(2014).*Rekayasa Komputer dalam Analisis dan Desain Struktur Baja (Studi Kasus Direct alalysis Method AISC 2010)*.Makalah dalam Seminar Lokakarya Rekayasa Struktur Universitas Petra Surabaya.
- Dewobroto,Wiryanto.(2016).*Struktur Baja Edisi – 2*.Tangerang: Jurusan Teknik Sipil UPH
- Galambos.(1998).*Guide to Stability Design for Metal Structure 5thEd*. John Willey & Sons
- Kulak, G.L. dan Gronding, G.Y.(2002).”*Limit State Design in Structural Steel*”, Canadian Institute of Steel Construction
- Manual of Steel Construction.1994.*Load & Resistance Factor Design*. American.United State of America
- Murray, T.M., W. Lee Shoemaker, Emmet A. Sumner, and Patrick N. Toney.(2003).”*AISC/MBMA Steel Design Guide No. 16 – Flush and Extended Multiple-Row Moment End Plate Connections*”, Steel Design Guide Series – 16, AISC
- Murray, T.M. dan Sumner, E.A.(2003).”*Extended End-Plate Moment Connections Seismic and Wind Applications 2<sup>nd</sup> Edition*”, Steel Design Guide Series – 4, American Institute Of Steel Construction, Inc.
- Nasution,A.(2000).*Analisa Struktur dengan Metode Matrik*.Bandung:Penerbit ITB
- Pratsiwi, Dyah Ayu.(2016).*Perencanaan Alternatif Bangunan Komposit Gedung B Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (Tahap 1) Universitas Brawijaya Berdasarkan SNI 1729-2015*.Malang:Universitas Brawijaya
- PT. Gunung Garuda Product Catalogue
- Setiawan,A.(2008).*Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*.Jakarta:Erlangga
- Taranath, B.S.(1998).*Steel, Concrete.and Composite Design of Tall Buildings:USA:Mc.Graw-Hill*.



Tular,R.B.(1984).*Perencanaan Bangunan Tahan Gempa*.Bandung:Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.