

ALAT BANTU DESAIN INTERAKTIF ELEMEN STRUKTUR BAJA

Dicky Fredy Widjaja¹, Alex Jayanata², Effendy Tanojo³, Pamuda Pudjisuryadi⁴

ABSTRAK : Material baja semakin sering digunakan dalam dunia konstruksi terbukti dengan munculnya berbagai peraturan dan tabel baja untuk memudahkan desain struktur. Dengan adanya SNI 1729:2015 dan Tabel Profil Konstruksi Baja 1987 sebenarnya sudah cukup memudahkan dalam mendesain. Namun ternyata SNI dan tabel profil ini belum cukup praktis untuk digunakan karena masih terdapat banyak variabel yang tidak dapat ditabelkan. Tugas akhir ini bertujuan untuk membuat alat bantu berupa *spreadsheet* yang dapat membantu dalam mendesain. Alat bantu desain interaktif elemen struktur baja ini dapat menampilkan daftar profil sesuai dengan beban rencana serta kapasitas struktur baja meliputi kapasitas aksial, kapasitas lentur, dan kapasitas geser serta kombinasi aksial-lentur dari profil berdasarkan SNI 1729:2015. Untuk memudahkan pengecekan, program juga dapat menampilkan langkah-langkah dan rincian perhitungan profil yang dipilih oleh *user*.

KATA KUNCI : alat bantu desain interaktif, kapasitas struktur baja, *spreadsheet*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan material baja sebagai komponen struktur bangunan bukan merupakan hal yang asing lagi. Beberapa panduan untuk membantu proses perancangan struktur baja seperti Tabel Profil Konstruksi Baja (Gunawan dan Morisco, 1987) dan SNI Baja telah dikeluarkan. Bahkan telah dilakukan beberapa penelitian untuk mengembangkan Tabel Profil Konstruksi Baja. Pengembangan tersebut dilakukan dengan cara menampilkan kapasitas kuat tekan nominal, kuat tarik nominal, kuat lentur nominal dan kuat geser nominal untuk profil IWF berdasarkan SNI 03-1729-2002 (Dharmawan, 2014). Penelitian tersebut kemudian dilanjutkan lagi untuk profil kanal, kanal ganda, siku sama kaki, siku sama kaki ganda, dan pipa serta *Castellated* (Candra dan William, 2014). Namun karena pengembangan tabel-tabel tersebut masih memiliki kekurangan pada sisi keefektifan penggunaan, sehingga penelitian ini akan melanjutkan penelitian tersebut agar tabel tersebut menjadi lebih sederhana dan praktis penggunaannya dalam format program sederhana berupa *spreadsheet*. *Spreadsheet* ini akan membahas 6 profil antara lain; profil IWF, kanal, kanal ganda, siku sama kaki, siku sama kaki ganda dan pipa berdasarkan SNI 1729:2015 dan AISC 360-10.

2. LANDASAN TEORI

Landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (Badan Standarisasi Nasional, 2015) dan *Specification of Structural Steel Buildings* (AISC, 2010).

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

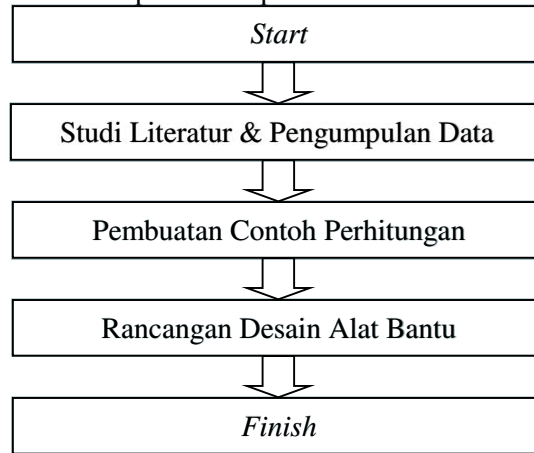
²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, alex_je_93@hotmail.com

³Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Krsiten Petra, effendy@petra.ac.id

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

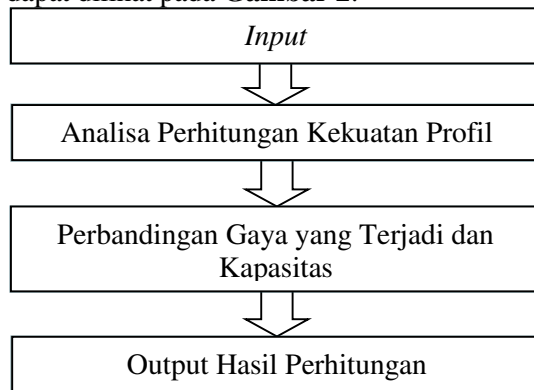
3. METODOLOGI PENELITIAN

Secara garis besar alur penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Skema Penelitian

Untuk rancangan desain alat bantu, diperlukan tahapan-tahapan yang harus dilakukan. Skema rancangan desain alat bantu dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Skema Rancangan Desain Alat Bantu

4. PROSEDUR PENGGUNAAN PROGRAM

Untuk memulai program, buka *file* sesuai profil yang ingin dicek, seperti IWF, kanal, kanal ganda, siku sama kaki, siku sama kaki ganda dan pipa. Setelah file dibuka, akan muncul halaman awal seperti **Gambar 3**.



Program Perhitungan Kapasitas Baja Canai Panas Profil IWF
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Program Studi Teknik Sipil
 Universitas Kristen Petra

Input Data

Add Profil

Batimitik Penggunaan:

- 1 Program ini digunakan untuk menganalisa kapasitas elemen Baja Profil IWF berdasarkan SNI 1729:2015 dan AISI 360-10
- 2 Tekan tombol **INPUT DATA** yang ada di halaman ini untuk mengisi data-data yang dibutuhkan.
- 3 Akan muncul *Form input*, user diharapkan memilih kapasitas yang ingin dicek.
- 4 Setelah semua data telah diisi, tekan tombol **OK** yang ada pada *Form* untuk konfirmasi *input data* yang akan ditampilkan pada *sheet "input"*.
Daftar profil yang memenuhi beban rencana akan ditampilkan pada *sheet "Output"*.
- 5 Untuk mengubah data *input*, user dapat menekan tombol **EDIT INPUT** pada *sheet "Output"*.
- 6 Daftar profil yang memenuhi beban rencana akan ditampilkan pada *sheet "Output"* setelah user menekan tombol **OK** pada *form*.
- 7 Perhitungan rinci untuk ukuran profil tertentu yang ingin dicek user sesuai beban rencana, dapat dilihat pada *sheet "Perhitungan"*.
- 8 Apabila profil yang ingin dicek tidak tersedia pada *sheet "Tabel IWF"*, maka user dapat menambahkan spesifikasi profil dengan menekan tombol **ADD PROFIL** pada *sheet "Start"* atau menambah secara manual melalui *sheet "Add Profil"*.
- 9 Untuk memulai *project* baru user dapat menekan tombol **NEW PROJECT** pada *sheet "Output"* atau **INPUT DATA** pada *sheet "Start"*.

Cell dengan warna berikut mempunyai arti:
 = cell input = cell perhitungan

Batasan-batasan:

- Program ini hanya dapat menghitung profil Hot Rolled IWF tunggal
- Profil IWF yang disediakan program ini sesuai dengan list IWF pada Tabel Konstruksi Baja 1987, sehingga apabila user ingin menambah profil, user harus mengetahui spesifikasi detail profil
- Untuk menghitung komponen batang tarik, kekuatan yang disalurkan oleh sambungan diabaikan

Gambar 3. Tampilan Awal Spreadsheet

Pada halaman awal *spreadsheet*, terdapat dua tombol *command* yaitu “Input Data” dan “Add Profil”. Tombol “Add Profil” akan menampilkan *form* pengisian untuk mengisi data-data yang dibutuhkan seperti kapasitas yang ingin dicek, spesifikasi struktur, beban rencana/gaya dalam, dan mutu baja agar program dapat berjalan. Setelah mengisi data yang diperlukan tekan tombol “OK!” untuk menyimpan data dan melakukan pencarian profil yang mampu menahan beban rencana secara otomatis. *Form* pengisian dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Gambar 4. Form Pengisian

Setelah tombol “OK!” ditekan, data akan disimpan pada *sheets* “Input” seperti **Gambar 5**.

Data-Data Inputan

1. Spesifikasi struktur

Cek Tekan Tarik Mx My Torsi

L 6000 mm
 Lb 0 mm
 Kx 1.30
 Ky 0.80
 Kz 1.00

* data tambahan untuk batang tarik
 U = faktor Shear Leg = 0.00

2. Gaya-gaya yang bekerja

Vux	0.00	kN	Mux	0.00	kNm
Vuy	0.00	kN	Muy	0.00	kNm
Vu	0.00	kN	Tu	0.00	kNm
Pu	100.00	kN			
Ma	=	(momen 1/4 bentang)	=	0.00	kNm
Mb	=	(momen 2/4 bentang)	=	0.00	kNm
Mc	=	(momen 3/4 bentang)	=	0.00	kNm
Mmax	=		=	0.00	kNm

3. Spesifikasi baja

Hot Rolled

BJ-	37
Fy	240 MPa
Fu	370 MPa
E	200000 MPa
G	77200 MPa
μ	0.3
α	12E-06 /°C

4. Interaksi

Interaksi minimum	=	0.00	≥	0.00
Interaksi maksimum	=	1.00	≤	1.00

Gambar 5. Tampilan Sheets “Input”

Hasil Pencarian profil yang mampu menahan beban rencana akan ditampilkan pada *sheets* “Output” beserta dengan berat profil, kapasitas profil dan interaksi kritis yang berlaku pada profil tersebut. Gambar hasil *output* pencarian dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Edit Input

New Project

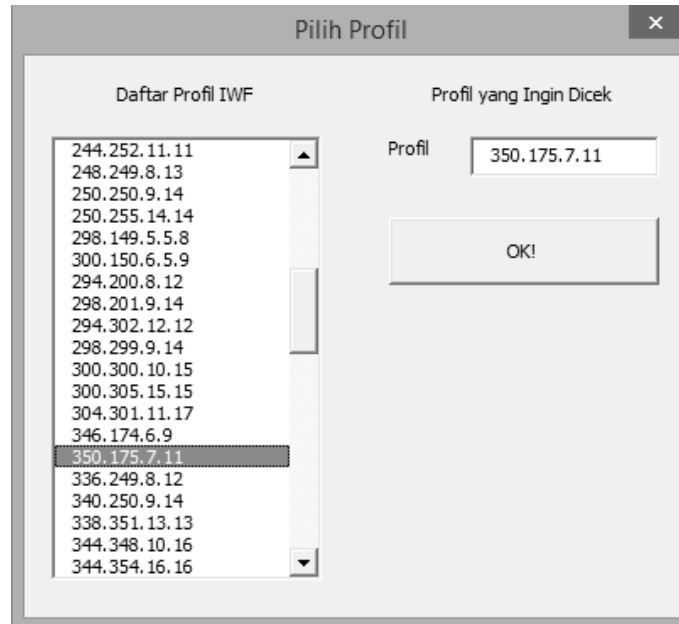
Profil	q	Kapasitas				Interaksi Kritis
		ϕM_{nx}	ϕM_{ny}	ϕP_n	ϕV_n	
mm	kg/m	kNm	kNm	kN	kN	-
200.200.8.12	49.87	110.84	-	845.13	230.40	0.96
200.204.12.12	56.15	119.48	-	921.78	345.60	0.89
208.202.10.16	65.70	150.76	-	1139.58	299.52	0.71
244.175.7.11	44.15	115.51	-	621.17	245.95	0.95
244.252.11.11	64.41	167.16	-	1266.78	386.50	0.64
248.249.8.13	66.49	185.60	-	1346.10	285.70	0.58
250.250.9.14	72.36	202.37	-	1466.00	324.00	0.53
250.255.14.14	82.17	219.24	-	1628.94	504.00	0.49
294.200.8.12	56.82	177.68	-	920.20	338.69	0.62
298.201.9.14	65.44	208.05	-	1075.43	386.21	0.53
294.302.12.12	84.51	259.44	-	1848.48	508.03	0.41
298.299.9.14	86.98	292.22	-	1937.24	386.21	0.37
300.300.10.15	94.03	316.39	-	2094.97	432.00	0.34

Gambar 6. Daftar Profil Sesuai Beban Rencana

Pada *sheets* “Output”, terdapat dua tombol *command*, yaitu tombol “Edit Input” dan tombol “New Project”. *User* dapat langsung mengubah data dengan menekan tombol “Edit Input” untuk menampilkan *form* pengubahan data seperti pada **Gambar 7**. *Form* pengubahan data ini memiliki bentuk yang sama dengan *form* pengisian, hanya saja *form* pengubahan data menampilkan data yang sebelumnya telah disimpan.

Gambar 7. Form Pengubahan Data

Program ini juga menyediakan fitur agar *user* dapat melihat detail dan langkah perhitungan pada *sheets* “Perhitungan”. *User* diharuskan memilih terlebih dahulu profil yang ingin dilihat rincian perhitungannya. Untuk memilih profil, *user* dapat menekan tombol “Pilih Profil” pada *sheet* “Perhitungan”, kemudian melakukan klik ganda pada profil yang ingin dicek pada *listbox* Daftar Profil IWF dan menekan tombol “OK!” seperti pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Form Pemilihan Profil

Setelah memilih profil yang ingin dicek, *user* dapat melihat rincian perhitungan pada *sheets* “Perhitungan”. Potongan rincian perhitungan dapat dilihat pada **Gambar 9**.

Cek Kelangsingan Penampang

1. Sayap

λ_f	=	$b/(2t_f)$	=	<input type="text" value="7.95"/>
λ_{pf}	=	$0,38\sqrt{(E/F_y)}$	=	<input type="text" value="10.97"/>
λ_{rf}	=	$1,0\sqrt{(E/F_y)}$	=	<input type="text" value="28.87"/>
Jenis	=	$\lambda_f \leq \lambda_{pf}$	=	Kompak

2. Badan

λ_w	=	$(d-2t_f-2r)/t_w$	=	<input type="text" value="42.86"/>
λ_{pw}	=	$3,76\sqrt{(E/F_y)}$	=	<input type="text" value="108.54"/>
λ_{rw}	=	$5,7\sqrt{(E/F_y)}$	=	<input type="text" value="164.54"/>
Jenis	=	$\lambda_w \leq \lambda_{pw}$	=	Kompak

KAPASITAS LENTUR NOMINAL PROFIL

1. Profil Kompak

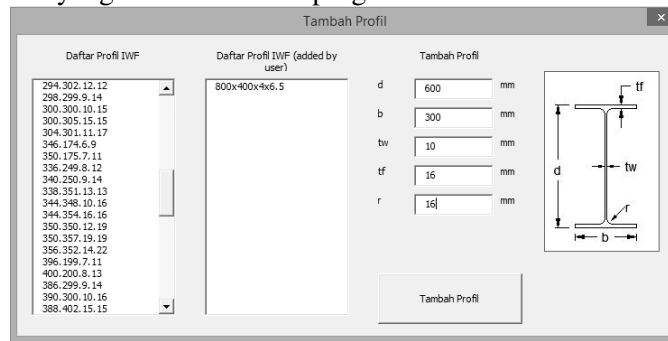
Kapasitas Lentur Nominal Akibat Pengaruh Tekuk Lokal

M_{px}	=	$Z_x \cdot F_y$	=	<input type="text" value="201.80"/>	kNm
M_{nx}	=	M_{px}	=	<input type="text" value="201.80"/>	kNm
ϕM_{nx}	=	$0,9M_{nx}$	=	<input type="text" value="181.62"/>	kNm
M_{py}	=	$Z_y \cdot F_y \leq 1,6 \cdot F_y \cdot S_y$	=	<input type="text" value="-"/>	kNm
M_{ny}	=	M_p	=	<input type="text" value="-"/>	kNm
ϕM_{ny}	=	$0,9M_{ny}$	=	<input type="text" value="-"/>	kNm

Gambar 9 . Potongan Rincian Perhitungan

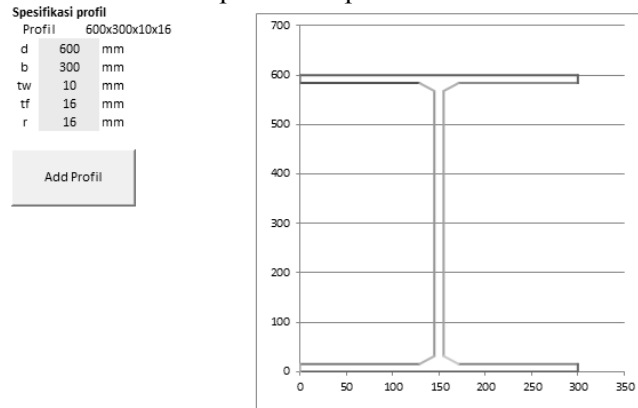
Program ini juga menyediakan fitur untuk menambah profil. Fitur ini berguna apabila profil yang ingin dicek oleh *user* belum tersedia pada daftar profil pada *sheets* “Tabel (elemen profil)”. Nama *sheets* ini berbeda untuk tiap elemen profil, nama disesuaikan dengan jenis elemen profil. Ada dua cara untuk menambah profil. Pertama dengan menekan tombol “Add Profil” yang ada pada *sheets* “Start”. Tombol

tersebut akan menampilkan *form* penambahan profil seperti pada **Gambar 10**. *Form* ini juga dapat menampilkan daftar profil yang disediakan oleh program.



Gambar 10. Form Penambahan Profil

Cara yang kedua adalah dengan menuju *sheets* "Add Profil", dan memasukkan spesifikasi ukuran profil secara langsung pada *cell* yang disediakan dan menekan tombol "Add Profil" untuk menyimpan data profil tersebut. *Sheets* "Add Profil" ini dapat dilihat pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Tampilan Sheets "Add Profil"

Profil yang disediakan oleh program akan ditandai dengan separator titik (.) dan untuk profil yang ditambahkan oleh *user* akan ditandai dengan separator kali/silang (x). *User* dapat melihat sendiri daftar profil yang disediakan oleh program beserta dengan berat, luas, momen inersia, jari-jari girasi, modulus penampang elastis dan plastis, konstanta torsi, serta konstanta lengkung/*warping*. Tampilan data lengkap untuk daftar profil dapat dilihat pada **Gambar 12**.

Profil	q	d	b	tw	tf	r	A	Momen Inertia		Jari-jari Inertia		Modulus Tampang Elastis		Modulus Tampang Plastis		Konstanta Torsi	Konstanta Lengkung	
								Ix	Iy	rx	ry	Sx	Sy	Zx	Zy			J
mm	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³	mm ⁴	mm ⁴	mm ⁴	mm ⁶	
100x50	100.50.5.7	9.30	100	50	5	7	8	11.8491	186.797	14.6729	3.97047	1.1128	37.3594	5.86917	41.795	9.2875	15017	3.173E+08
100x100	100.100.6.8	17.19	100	100	6	8	10	21.898	381.029	133.485	4.17135	2.46896	76.2059	26.6969	84.184	40.756	40181	2.825E+09
125x60	125.60.6.8	13.22	125	60	6	8	9	16.835	411.729	28.9962	4.94538	1.31239	65.8766	9.6654	73.9815	15.381	28328	9.923E+08
125x125	125.125.5.7	18.77	125	125	5	7	10	23.908	689.52	227.98	5.37034	3.088	110.323	36.4768	118.651	55.3813	33208	7.936E+09
150x75	150.75.5.7	14.01	150	75	5	7	8	17.8491	665.047	49.3604	6.10405	1.66296	88.6729	13.1628	98.195	20.5375	22817	2.523E+09
150x100	148.100.6.9	21.07	148	100	6	9	11	26.8382	1018.37	150.234	6.15993	2.36596	137.617	30.0468	150.45	46.17	57960	7.257E+09
150x150	150.150.6.5.10	31.00	150	150	6.5	10	11	39.4882	1628.08	562.798	6.42102	3.77522	217.077	75.0397	237.463	113.873	111900	2.758E+10
175x90	150.150.7.10	31.51	150	150	7	10	11	40.1382	1637.23	562.872	6.38669	3.74478	218.297	75.0495	239.575	114.093	114863	2.758E+10
175x125	175.125.5.8	18.09	175	125	5	8	9	23.045	1212.18	97.3656	7.25263	2.05549	138.535	21.6368	151.841	33.3938	97345	6.789E+09
175x175	175.175.7.11	39.60	175	175	7	11	12	50.4455	2862.64	982.989	7.53307	4.41431	327.159	112.342	356.666	170.312	172776	6.610E+10
200x100	175.175.7.5.11	40.20	175	175	7.5	11	12	51.2105	2877.56	983.09	7.49605	4.38144	328.864	112.353	359.592	170.589	176799	6.610E+10
200x150	200.100.3.2.4.5	12.68	200	100	3.2	4.5	11	16.1502	1133.36	75.0522	8.37713	2.15572	113.336	15.0104	117.16	22.989	8161	7.171E+09
200x200	198.99.4.5.7	18.19	198	99	4.5	7	11	23.1782	1578.72	113.341	8.25302	2.21133	159.467	22.8972	170.451	35.235	28227	1.034E+10
200x250	200.100.5.5.8	21.32	200	100	5.5	8	11	27.1582	1841.12	133.588	8.23363	2.21786	184.112	26.7177	200.152	41.3915	44338	1.231E+10
250x125	194.150.6.9	30.62	194	150	6	9	13	39.01	2684.33	506.567	8.29525	3.60355	276.735	67.5422	296.214	102.834	85572	4.334E+10
250x175	200.200.8.12	49.87	200	200	8	12	13	63.53	4706.28	1600.75	8.60695	5.01964	470.628	160.075	513.152	242.816	260437	1.414E+11
250x200	200.204.12.12	56.15	200	204	12	12	13	71.53	4972.83	1700.47	8.33792	4.87573	497.283	166.712	553.152	256.032	336384	1.503E+11
250x250	208.202.10.16	65.70	208	202	10	16	13	83.69	6513.09	2199.44	8.82179	5.12648	626.258	217.767	697.984	330.832	610261	2.027E+11
250x125	248.124.5.8	25.65	248	124	5	8	12	32.6755	3532.32	254.458	10.3973	2.7906	284.864	41.0416	305.36	62.954	51992	3.664E+10
250x175	244.252.11.11	64.41	244	175	11	11	16	82.0565	8772.75	2936.35	10.3398	5.98201	719.078	233.043	781.407	355.988	322102	3.985E+11
250x250	248.249.8.13	66.49	248	249	8	13	16	84.6965	9912.93	3345.9	10.8185	6.28527	799.43	268.747	859.263	406.559	402590	4.619E+11
	250.250.9.14	72.36	250	250	9	14	16	92.1765	10812.7	3647.18	10.8307	6.29026	865.019	291.775	936.889	441.996	511279	5.078E+11
	250.255.14.14	82.17	250	255	14	14	16	104.676	11463.6	3874.06	10.4649	6.08357	917.084	303.848	1015.01	466.053	669536	5.394E+11

Gambar 12. Tampilan Sheets "Tabel (elemen profil)"

5. DISKUSI DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah program interaktif berupa *spreadsheet* Microsoft Excell untuk profil IWF, kanal, kanal ganda, siku sama kaki, siku sama kaki ganda dan PSB (pipa). Dalam penelitian ini terdapat beberapa kendala dalam pembuatan program, seperti kurang lengkapnya keterangan pada peraturan SNI 1729:2015 sehingga harus mengacu pada peraturan AISC 360-2010. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan pengembangan perhitungan kapasitas torsi pada profil non-PSB, faktor sambungan pada kapasitas tarik, serta penyempurnaan dari batasan lain dalam penelitian ini. Penelitian ini juga dapat dilanjutkan dengan melengkapi perhitungan untuk profil *built-up/welded* dan profil lainnya yang belum dikembangkan. Penelitian ini dapat dikembangkan menjadi alat bantu dalam file “.exe” yang lebih *general* atau program *web*.

6. DAFTAR REFERENSI

- American Institute of Steel Construction. (2010). *Spesification for Structural Steel Buildings: ANSI/AISC 360-10*. Author, Chicago.
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural: SNI 1729:2015*. Author, Jakarta.
- Dharmawan, M. (2014). *Pengembangan Tabel Baja sebagai Alat Bantu dalam Pelaksanaan Konstruksi Baja*. (TA No. 21011971/SIP/2014). Unpublished undergraduate thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Gunawan, R., Morisco. (1987). *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Kanisius, Yogyakarta.
- William, W., Candra, B.P. (2014). *Pengembangan Tabel Baja untuk Profil Ganda sebagai Alat Bantu Desain Komponen Struktur Baja*. (TA No. 11011990/SIP/2014). Unpublished undergraduate thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya.