

KOMPARASI METODE KEKUATAN LAS TIPE *BUTT JOINT* BERBANTUAN PERANGKAT LUNAK MIT CALC 2.0

Jalif¹
Darto²

Abstraksi

Pada jaman ini teknik las telah dipergunakan secara luas dalam penyambungan batang-batang pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Luasnya pengguna teknologi ini disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan mempergunakan teknik penyambungan ini menjadi lebih ringan dan proses pembuatannya juga lebih sederhana, sehingga biaya keseluruhannya menjadi lebih murah. Seperti konstruksi pada bangunan dan otomotif, dalam penyambungan rangka baja, perkapalan, jembatan, kereta api, pipa saluran dan lain sebagainya. Dalam teknologi produksi dengan menggunakan bahan baku logam, pengelasan merupakan proses pengerjaan yang memegang peranan sangat penting. Untuk mencapai hasil pengelasan yang lebih sempurna, kini telah digunakan *software*/perangkat lunak untuk menghitung seberapa besar kekuatan dari pengelasan, menurut jenis pengelasan yang dikerjakan, salah satu contohnya adalah *software* MIT Calc 2.0, yang dapat menghitung besarnya kekuatan sambungan las, berdasarkan lebar dan ketebalan plat yang akan disambung, pada jenis sambungan (*Butt Joint*), jenis material yang disambung (JIS G3101 SS330/Baja Struktur), metode yang digunakan (*Basic Calculation, Conversion Coefficients, Permissible Stresses*). Hasil perhitungan yang didapat dari perangkat lunak MIT Calc 2.0, dari keseluruhan metode pengujian data-data yang dimasukkan ke *software*/perangkat lunak bisa dilihat dari hasil pengujiannya dari ketiga metode tersebut yaitu tipe *Basic Calculation* yang hasil *Safety Against Yield Point*, lebih besar atau lebih aman di gunakan pada pengelasan *butt joint* dengan ketebalan pelat 5 mm, dan panjang pengelasan 200 mm. Seiring dengan perkembangan teknologi sekarang ini, sehingga proses perhitungan menggunakan perangkat lunak yaitu dalam hal ini digunakan MIT Calc 2.0 untuk mengetahui kekuatan sambungan las tipe *butt joint* dengan perangkat lunak MIT Calc 2.0 sangatlah efisien waktu dan bisa lebih teliti dalam perhitungan.

Kata Kunci : Kekuatan Las Tipe *Butt Joint*, Berbantuan Perangkat Lunak MIT Calc 2.0

PENDAHULUAN

Pada jaman ini teknik las telah dipergunakan secara luas dalam penyambungan batang-batang pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Luasnya pengguna teknologi ini disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan mempergunakan teknik penyambungan ini menjadi lebih ringan dan proses pembuatannya juga lebih sederhana, sehingga biaya keseluruhannya menjadi lebih murah. Seperti konstruksi pada bangunan dan otomotif, dalam penyambungan rangka baja, perkapalan, jembatan, kereta api, pipa saluran

dan lain sebagainya. Dalam teknologi produksi dengan menggunakan bahan baku logam, pengelasan merupakan proses pengerjaan yang memegang peranan sangat penting.

Permasalahan

Permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah : Bagaimana hasil **Komparasi Perhitungan Kekuatan Las Tipe *Butt Joint* Berbantuan Perangkat Lunak MIT Calc 2.0** dengan 3 metode yang digunakan, agar dicapai hasil pengelasan yang maksimal dan efisien, sehingga konstruksi bangunan, pabrik, otomotif dapat

¹ Alumni Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang

² Dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang

terbentuk dengan kokoh, dan memenuhi standar keamanan pengelasan.

Batasan Masalah

Agar permasalahan dapat tertuju pada sasarannya, maka permasalahan akan dititik beratkan pada:

§ Perangkat lunak yang digunakan adalah MIT Calc 2.0.

§ Hanya terfokus pada metode perhitungan kekuatan las.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui komparasi metode perhitungan kekuatan las dengan berbantuan perangkat lunak MIT Calc 2.0.

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah agar mahasiswa dapat mengaplikasikan ilmunya menggunakan perangkat lunak berbasis komputer, dapat meningkatkan efisiensi hasil kerja serta meningkatkan tingkat ketelitian dalam perhitungan kekuatan las berbantuan perangkat lunak MIT Calc 2.0, agar diperoleh hasil pengelasan yang memenuhi standar sesuai tipe material yang digunakan.

TINJAUAN PUSTAKA

Dasar-Dasar Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan material dengan menggunakan energi panas sehingga menjadi satu dengan atau tanpa tekanan.

Disamping itu pengelasan dapat dilakukan :

- tanpa logam pengisi, dan
- dengan logam pengisi.

Jenis Proses Pengelasan

Pengelasan dapat dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu :

- pengelasan lebur (*fusion welding*),
- pengelasan padat (*solid state welding*).

Penggunaan Pengelasan

Proses pengelasan secara komersial banyak digunakan dalam operasi sebagai berikut :

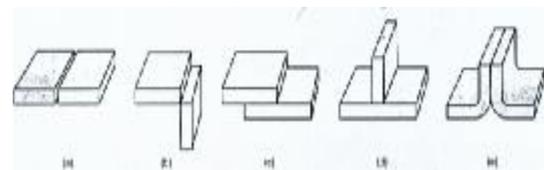
- konstruksi (misalnya, bangunan dan jembatan),
- perpipaan, tabung bertekanan, *boiler*, dan tangki penyimpanan,
- bangunan kapal,
- pesawat terbang dan pesawat luar angkasa,
- automotif dan rel kereta.

Sambungan Las

Sambungan las adalah pertemuan dua tepi atau permukaan benda yang disambung dengan proses pengelasan.

Jenis Sambungan

Terdapat lima jenis sambungan yang biasa digunakan untuk menyatukan dua bagian benda logam, seperti dapat dilihat dalam gambar 1.



Gambar 1. Jenis Sambungan Yang Biasa Digunakan Dalam Proses Pengelasan (Wiryosumarto, Harsono, 1988)

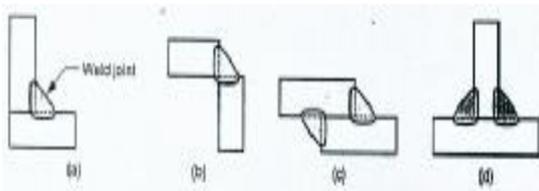
- a. Sambungan tumpu (*butt joint*); kedua bagian benda yang akan disambung diletakkan pada bidang datar yang sama dan disambung pada kedua ujungnya.

- b. Sambungan sudut (*corner joint*); kedua bagian benda yang akan disambung membentuk sudut siku-siku dan disambung pada ujung sudut tersebut.
- c. Sambungan tumpang (*lap joint*); bagian benda yang akan disambung saling menumpang (*overlapping*) satu sama lainnya.
- d. Sambungan T (*tee joint*); satu bagian diletakkan tegak lurus pada bagian yang lain dan membentuk huruf T yang terbalik.
- e. Sambungan tekuk (*edge joint*); sisi-sisi yang ditebuk dari ke dua bagian yang akan disambung sejajar, dan sambungan dibuat pada kedua ujung bagian tekukan yang sejajar tersebut.

Jenis Lasan

Berdasarkan geometrinya, lasan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

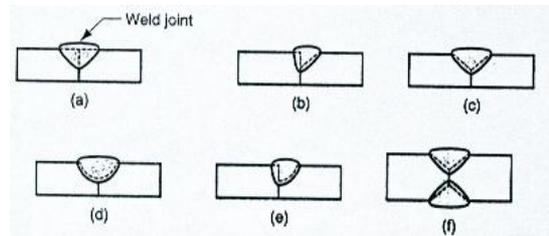
- Lasan jalur (*fillet weld*); digunakan untuk mengisi tepi pelat pada sambungan sudut, sambungan tumpang, dan sambungan T dalam gambar 2. Logam pengisi digunakan untuk menyambung sisi melintang bagian yang membentuk segitiga siku-siku. (Kenyon, 1985).



Gambar 2. Beberapa Bentuk Lasan Jalur

- Lasan alur (*groove welds*); ujung bagian yang akan disambung dibuat alur dalam bentuk persegi, serong (*bevel*), V, U, dan J pada sisi tunggal atau ganda, seperti

dapat dilihat dalam gambar 3. Logam pengisi digunakan untuk mengisi sambungan, yang biasanya dilakukan dengan pengelasan busur dan pengelasan gas.



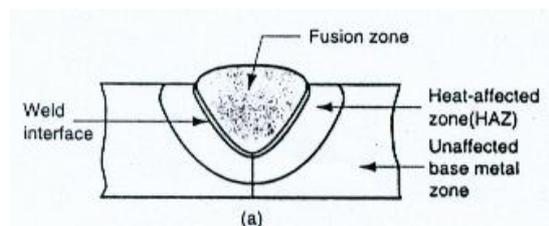
Gambar 3. Beberapa Bentuk Lasan Alur

Ciri-ciri Penyambungan Pengelasan

Penyambungan Lebur

Pada umumnya sambungan las diawali dengan meleburnya di daerah sekitar pengelasan. Seperti ditunjukkan dalam gambar 4, sambungan las yang di dalamnya telah ditambahkan logam pengisi terdiri dari beberapa daerah (*zone*) (Edriandi, 2011) :

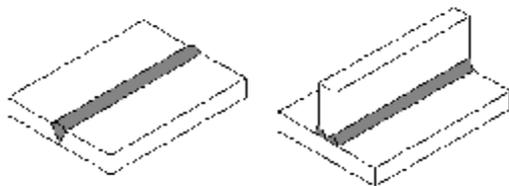
- (1) daerah lebur (*fusion zone*),
- (2) daerah antarmuka las (*weld interface zone*),
- (3) daerah pengaruh panas (*heat effective zone, HAZ*),
- (4) daerah logam dasar tanpa pengaruh panas (*unaffected base metal zone*).



Gambar 4. Penampang Melintang Penyambungan Pengelasan Lebur

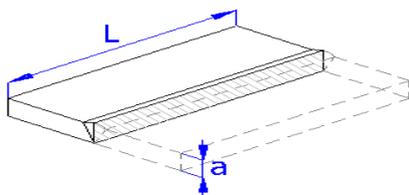
Pengelasan *Butt Joint*

Pengelasan *butt joint* berasal dari celah sambungan dari bagian yang terhubung dan biasanya digunakan sebagai penopang beban, kekuatan las. Untuk mencapai pengerjaan pengelasan yang sempurna, biasanya diperlukan modifikasi dari permukaan kontak dari bagian-bagian yang terhubung. Metode perlakuan permukaan yang dilas ditentukan oleh pengerjaan sambungan, ketebalan bagian yang dilas.



Gambar 5. *Butt Joint* dan *T Joint*

Bagian pengelasan penopang beban akan menjadi karakteristik dasar dari sambungan untuk penilaian kapasitasnya penopang bebannya .



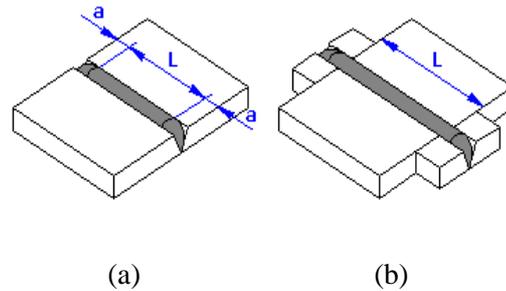
Gambar 6. **Bagian Pengelasan**

Dalam perhitungan pengelasan *butt*, kemudian ditentukan hanya oleh ketebalannya "a" dan panjang "L".

Panjang pengelasan efektif.

Untuk perhitungan yang lebih akurat, maka kami sarankan mengendalikan kapasitas penopang beban dari pengelasan hanya untuk bagian (panjang) dari lasan yang memiliki bagian yang bernilai. Metode

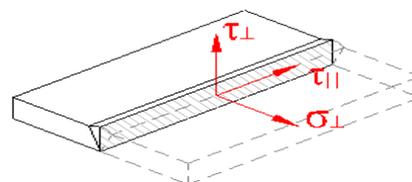
umum pengaturan panjang efektif "L" untuk eksekusi pengelasan umum (gambar 7.a) dan pengelasan perlakuan khusus (gambar 7.b) digambarkan secara skematis dalam gambar. (<http://ProgramFiles/MITCalc.com/en/pr Welding.htm>).



Gambar 7. **Panjang Pengelasan Efektif**

Solusi kekuatan pengelasan.

Ketika melakukan pemeriksaan kekuatan pengelasan *butt*, tegangan yang dinilai pada bagian pengelasan penopang beban harus ditentukan terlebih dahulu. Tergantung pada beban masing-masing, komponen tegangan individu ditentukan dalam arah normal terhadap las dan dalam arah sejajar dengan las. Tegangan bernilai yang dihitung tidak boleh melebihi nilai untuk tegangan yang diizinkan. (<http://ProgramFiles/MITCalc.com/en/pr Welding.htm>).



Gambar 8. **Tegangan Yang Diizinkan**

Rumus berikut menetapkan hubungan yang digunakan dalam perhitungan tegangan yang bernilai (untuk beban masing-masing dan pengerjaan dari sambungan).

1. Tekan.



$$\sigma_{\perp} = \frac{F_n}{A_w} = \frac{F_n}{L \cdot a}$$

2. Geser



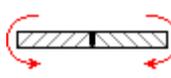
$$\tau_{\parallel} = \frac{F_s}{A_w} = \frac{F_s}{L \cdot a}$$

3. Tekuk



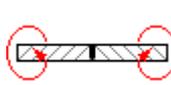
$$\sigma_{\perp} = \frac{M}{Z_w} = \frac{6 \cdot M}{a \cdot L^2}$$

4. Tekuk



$$\sigma = \frac{M}{Z_w} = \frac{6 \cdot M}{L \cdot a^2}$$

5. Puntir



$$\tau_{\parallel} = \frac{T}{I_p} = \frac{T}{\delta \cdot L \cdot a^3} \quad \delta \approx \frac{L}{31.18a}$$

6. Tarik



$$\sigma_{\perp} = \frac{F \cdot \cos(\delta)}{A_w} = \frac{F \cdot [\cos(\delta)]^2}{L \cdot a}$$

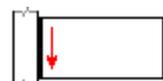
$$\tau_{\parallel} = \frac{F \cdot \sin(\delta)}{A_w} = \frac{F \cdot \sin(2\delta)}{2 \cdot L \cdot a}$$

7. Tarik/Tekan.



$$\sigma_{\perp} = \frac{F_n}{A_w} = \frac{F_n}{L \cdot a}$$

8. Geser



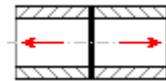
$$\tau_{\parallel} = \frac{F_s}{A_w} = \frac{F_s}{L \cdot a}$$

9. Tekuk



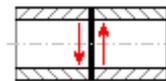
$$\sigma = \frac{M}{Z_w} = \frac{6 \cdot M}{a \cdot L^2}$$

10. Tarik/Tekan.



$$\sigma = \frac{F_n}{A_w} = \frac{4 \cdot F_n}{\pi \cdot (D^2 - d^2)} \quad d = D - 2 \cdot a$$

11. Geser



$$\tau_{\parallel} = \tau_{\perp} = \frac{F_s}{A_w} = \frac{4 \cdot F_s}{\pi \cdot (D^2 - d^2)} \quad d = D - 2 \cdot a$$

12. Tekuk



$$\sigma_{\perp} = \frac{M}{Z_w} = \frac{32 \cdot M}{\pi \cdot D^3 \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]} \quad d = D - 2 \cdot a$$

13. Putar



$$\tau_{\parallel} = \frac{T}{Z_w} = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot D^3 \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]} \quad d = D - 2 \cdot a$$

dimana:

D = diameter tabung [mm,in]

d = las sudut [°]

F = gaya aksi [N, lb]

F_n = gaya normal [N, lb]

F_s = gaya geser [N, lb]

L = panjang pengelasan efektif [mm, in]

M = momen lentur/tekuk [N mm, lb in]

σ_{\perp} = tegangan normal vertikal terhadap arah pengelasan [MPa, psi]

σ_{\parallel} = tegangan normal paralel terhadap arah pengelasan [MPa, psi]

T = torsi [N mm, lb in]

t_{\perp} = tegangan geser vertikal terhadap arah pengelasan [MPa, psi]

t_{\parallel} = tegangan geser paralel dengan arah pengelasan [MPa, psi]

Z_w = modul bagian pengelasan [mm^3 , in^3]
(http://ProgramFiles/MITCalc.com/en/pr_Welding.htm)

Keamanan Sambungan Las Berdasarkan Metode Perhitungan

Sebuah solusi teoritis akurat dengan kondisi kekuatan dan kekuatan adalah masalah yang sangat rumit untuk koneksi dilas, bahkan untuk lasan dengan bentuk yang sederhana. Itulah sebabnya perhitungan teknis umum didasarkan pada berbagai konvensi dan tempat disederhanakan:

1. Metode Perhitungan Dasar.
2. Metode Koefisien Konversi.
3. Metode Tegangan Yang Diijinkan.

Proses Perhitungan Menggunakan Perangkat Lunak MIT Calc 2.0.

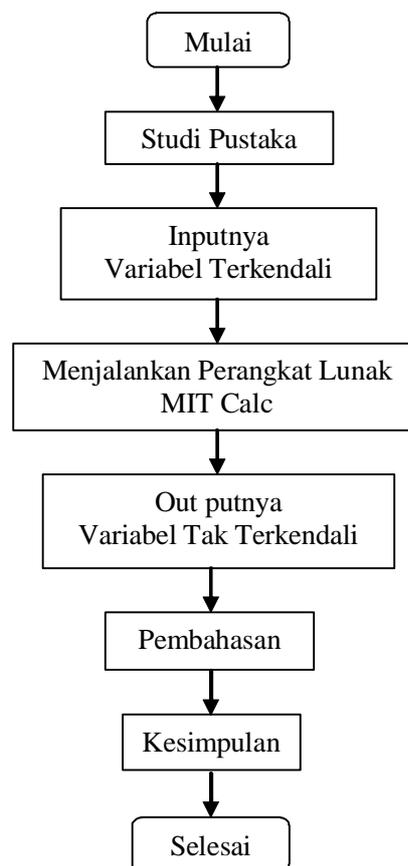
Sebuah desain perhitungan / koneksi umum meliputi langkah-langkah berikut:

1. Mengatur unit perhitungan yang diperlukan (SI / Imperial). [1.1]
2. Pilih metode perhitungan yang tepat dan mengatur tingkat keamanan yang dibutuhkan [1,2].
3. Pilih bahan untuk bagian-bagian yang terhubung [1,9].
4. Pilih bab dengan masing-masing jenis koneksi dilas.
5. Pada baris pertama bab ini [X.1] pilih pengerjaan yang dibutuhkan (bentuk) dari koneksi.

6. Dalam paragraf [X.2] mengatur dimensi dari bagian-bagian yang terhubung.
7. Periksa kotak centang yang sesuai pada "Memasukkan dari koneksi" ayat untuk memilih kombinasi beban yang sesuai. Tentukan ukuran beban yang dipilih.
8. Periksa keamanan dihitung dari koneksi dirancang dalam "cek kekuatan sambungan" paragraf.
9. Simpan buku kerja dengan solusi yang memuaskan dengan nama baru.

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 9. Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah mengkomparasikan metode yang digunakan dalam menghitung

kekuatan las tipe *butt joint* berbantuan perangkat lunak MIT Calc 2.0.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam tugas ini adalah ketebalan dan lebar plat untuk di input pada perangkat lunak MIT Calc 2.0 untuk mengetahui kekuatan sambungan las tipe *butt joint*.

1. Variabel terkontrol

Menyiapkan data yang akan diinputkan dalam *software* :

- § *Calculation units* : SI Units (N.mm, kW)
- § Material standar : *Structural Steel JIS G3101:1995 SS330*
- § Jenis pengelasan : *Butt joint*
- § *Ultimate strength* (S_u) : 330 Mpa
- § *Yield strength* (S_y) : 205 Mpa
- § *Plate thickness* (t) : 5 mm
- § *Plate width* (w) : 200 mm
- § *Weld length* (L) : 100 mm
- § *Tube diameter* (D) : 100 mm

2. Variabel tak terkontrol

A. Sambungan pelat datar menggunakan las akhir.

- § *Plate thickness* (t)
- § *Normal force* (F_n)
- § *Tangential force* (F_t)
- § *Equivalent stresses* (S_w)
- § *Safety against yield point*

B. Sambungan pelat datar menggunakan las miring.

- § *Plate thickness* (t)
- § *Plate width* (w)
- § *Acting force* (F)
- § *Equivalent stresses* (S_w)
- § *Safety against yield point*

C. Sambungan dari balok ke pelat dasar (T-Bersama).

- § *Plate thickness* (t)
- § *Weld length* (L)
- § *Normal force* (F_z)
- § *Equivalent stresses* (S_w)
- § *Safety against yield point*

D. Tipis-tabung berdinding terhubung menggunakan las melingkar.

- § *Tube Thickness* (S)
- § *Tube Diameter* (D)
- § *Axial Force* (F_z)
- § *Equivalent stresses* (S_w)
- § *Safety against yield point*

E. Sambungan dari tabung berdinding tipis ke pelat dasar.

- § *Tube thickness* (S)
- § *Tube diameter* (D)
- § *Axial force* (F_z)
- § *Equivalent stresses* (S_w)
- § *Safety against yield point*

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil dari inputan data didapat perbandingan ketiga metode kekuatan las tipe *butt joint* yaitu *Basic Calculation*, *Convesion Coefficients*, *Permissible Stresses* dengan menggunakan perangkat lunak MIT Calc 2.0, diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut :

Metode pertama *Basic Calculation* tipe las yang A diketahui data-datanya, *plate thicknes* (t) (5 mm), *plate width* (w) (200 mm), *normal force* (F_n) (2000 N), *tangential force* (F_t) (1000 N), *bending moment* (M_1) (30 Nm), *bending moment* (M_2) (20 Nm), *torque* (T) (20 Nm), *yield strength*

(S_y) (205 Mpa), *permissible stress* (S_a) (102,5 Mpa), *equivalent stress* (S_w) (36,08 Mpa), *safety against yield point* (5,68).

Metode kedua *Convesion Coefficients* tipe las yang A diketahui data-datanya, *plate thicknes* (t) (5 mm), *plate width* (w) (200 mm), *normal force* (F_n) (2000 N), *tangential force* (F_t) (1000 N), *bending moment* (M_1) (30 Nm), *bending moment* (M_2) (20 Nm), *torque* (T) (20 Nm), *yield strength* (S_y) (205 Mpa), *permissible stress* (S_a) (136,67 Mpa), *equivalent stress* (S_w) (46,13 Mpa), *safety against yield point* (4,44).

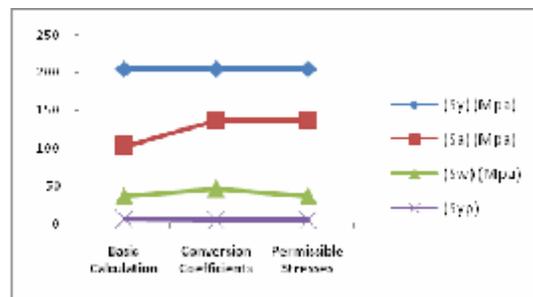
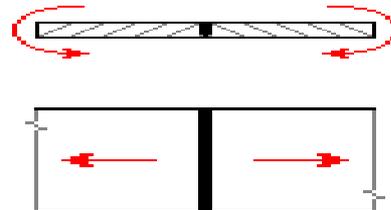
Metode ketiga *Permissible Stresses* tipe las yang A diketahui data-datanya, *plate thicknes* (t) (5 mm), *plate width* (w) (200 mm), *normal force* (F_n) (2000 N), *tangential force* (F_t) (1000 N), *bending moment* (M_1) (30 Nm), *bending moment* (M_2) (20 Nm), *torque* (T) (20 Nm), *yield strength* (S_y) (205 Mpa), *permissible stress* (S_a) (136,67 Mpa), *equivalent stress* (S_w) (36,08 Mpa), *safety against yield point* (3,79).

Sehingga hasil perhitungan yang didapat dari menggunakan perangkat lunak MIT Calc 2.0, dari keseluruhan metode pegujian data-data yang dimasukan ke *software/perangkat lunak* bisa dilihat dari hasil pengujiannya dari ketiga metode tersebut yaitu tipe *Basic Calculation* yang hasil *Safety Against Yield Point*, lebih besar atau lebih aman di gunakan pada pengelasan

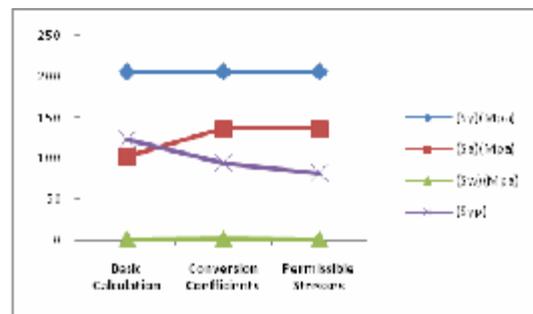
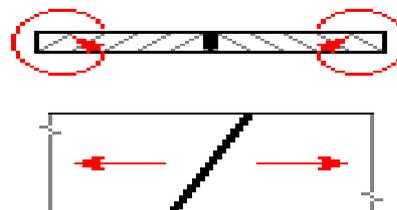
butt joint dengan ketebalan pelat 5 mm, dan panjang pengelasan 200 mm.

Grafik Hasil Pengujian

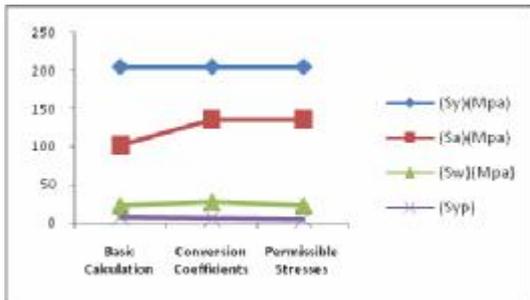
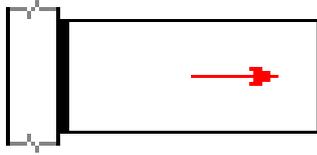
A. Sambungan pelat datar menggunakan las akhir.



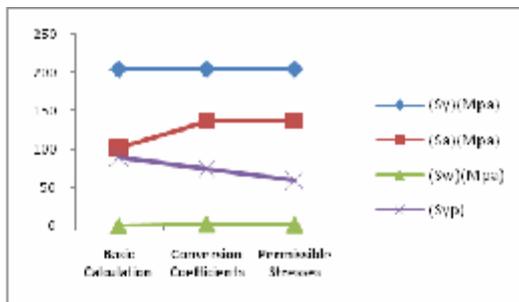
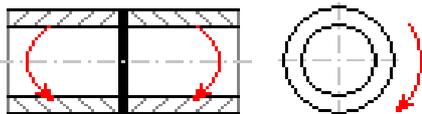
B. Sambungan pelat datar menggunakan las miring.



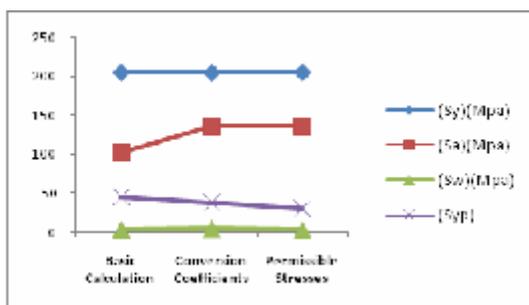
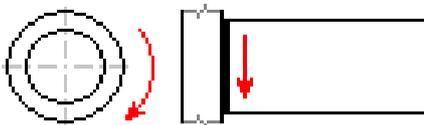
C. Sambungan dari balok ke pelat dasar (T-Bersama).



D. Tipis-tabung berdinding terhubung menggunakan las melingkar.



E. Sambungan dari tabung berdinding tipis ke pelat dasar



SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perbandingan metode kekuatan las tipe *butt joint* dengan menggunakan perangkat lunak MIT Calc 2.0, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut : berdasarkan hasil input data kedalam perangkat lunak MIT Calc 2.0, didapat perbandingan metode kekuatan las tipe *butt joint* yaitu tipe *Basic Calculation* yang hasil *Safety Against Yield Point*, lebih besar atau lebih aman di gunakan pada pengelasan *butt joint* pada kelima tipe pengelasan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

[http://Jurnal Ilmiah Teknik Mesin.blogspot.com/2009/05/19/Teknik Pengelasan](http://JurnalIlmiahTeknikMesin.blogspot.com/2009/05/19/TeknikPengelasan).

<http://edriandi.wordpress.com>

/4/2011/05/16/ Pengertian Dasar-dasar Pengelasan.

[http://www.google.com/2012/07/09/Jenis Proses Pengelasan](http://www.google.com/2012/07/09/JenisProsesPengelasan).

Kenyon W, 1985, **Dasar-Dasar Pengelasan**, Erlangga , Jakarta,

MIT Calc. *Butt Welds* http://www.mitcalc.com/en/pr_welding.htm

Wiryo Sumarto Harsono, dan Okumura Toshie, 1988, **Teknologi Pengelasan Logam**, Pradnya paramita, Jakarta.

