

# APLIKASI PERANGKAT LUNAK UNTUK PERENCANAAN PENGELASAN PADA MATERIAL BAJA

Mulyadi<sup>1)</sup>, Fentje Abdul Rauf<sup>2)</sup>, Rudy Poeng<sup>3)</sup>  
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

## ABSTRACT

*The development of software in Welding Strength Design have fulfill the demand of quick account and efficiency that could manage and maximize resources.*

*This research aim to get welding strength from several loading systems in steel material using software "Smalltalk"*

*The result of the simulation of welding strength design for butt joint, normal tension 34,286 N/mm<sup>2</sup> with seam welding strength Fe 390. For lap joint, normal tension 44,63 N/mm<sup>2</sup> with seam welding strength Fe 490. At T joint for ring surface, bending strength 64,646 N/mm<sup>2</sup> with seam welding strength Fe 590. At T joint for square surface, bending strength 79,502 N/mm<sup>2</sup> with seam welding strength Fe 690.*

*Keyword : Smalltalk Software, Welding Strength Design, Welding Joint.*

## ABSTRAK

Seiring kemajuan ilmu dan teknologi khususnya pada perencanaan kekuatan las yang dapat memenuhi tuntutan sistem perhitungan serba cepat dan efisien serta terus berkembang, diperlukan sistem yang dapat mengelola dan memaksimalkan sumber daya, salah satunya berupa pengembangan perangkat lunak.

Penelitian ini adalah untuk mendapatkan kekuatan pengelasan dari berbagai sistem pembebanan pada material baja dengan menggunakan model perangkat lunak yang telah dikembangkan. Adapun perangkat lunak yang digunakan adalah *smalltalk*.

Hasil simulasi dengan menggunakan perangkat lunak yang dikembangkan untuk perencanaan kekuatan las didapatkan bahwa pada sambungan las tumpul tegangan normal 34,286 N/mm<sup>2</sup> dengan kekuatan kampuh las Fe 390, pada sambungan las tumpang tegangan geser 44,643 N/mm<sup>2</sup> dengan kekuatan kampuh las Fe 490, pada sambungan las T untuk penampang cincin tegangan lengkung 69,646 N/mm<sup>2</sup> dengan kekuatan kampuh las Fe 590 dan pada sambungan T untuk penampang segi empat tegangan lengkung 79,502 N/mm<sup>2</sup> dengan kekuatan kampuh las Fe 690.

Kata kunci : Aplikasi Perangkat Lunak *Smalltalk*, Perencanaan Kekuatan Las, Sambungan Las

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pengelasan merupakan bagian yang penting dalam suatu proses industri, dan kebutuhan akan pengelasan sangat tinggi pada konsumen, oleh karena itu teknologi pengelasan semakin lama semakin berkembang. Penggunaan teknologi las biasanya dipakai dalam bidang konstruksi, otomotif, perkapalan, pesawat terbang, dan bidang lainnya. Dalam proses pengelasan terdapat berbagai permasalahan yang terjadi, karena banyak faktor yang mempengaruhi hasil pengelasan. Berbagai hal harus diperhitungkan sebelum melakukan pengelasan, untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik seperti sifat mekanik, sifat fisik, komposisi, dan dimensi menentukan prosedur pengelasan yang benar adalah langkah yang harus dilakukan agar hasil yang didapatkan akan optimal dan mencegah terjadinya cacat.

Proses pengelasan dapat dimodelkan yang diaplikasikan dalam bentuk perangkat lunak *smalltalk*, sehingga mempermudah perencanaan kekuatan las. Pemodelan berorientasi obyek

merupakan bahasa pemodelan yang paling banyak digunakan pada pembuatan perangkat lunak *smalltalk*. Model ini memanfaatkan obyek, dimana obyek-obyek di dunia nyata dimodelkan sebagai suatu konsep yang diimplementasikan dalam bentuk perangkat lunak *smalltalk*.

Seiring kemajuan ilmu dan teknologi khususnya pada perencanaan kekuatan las yang dapat memenuhi tuntutan sistem perhitungan serba cepat dan efisien serta terus berkembang, diperlukan sistem yang dapat mengelola dan memaksimalkan sumber daya, salah satunya berupa pengembangan perangkat lunak *smalltalk*. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan perangkat simulasi *smalltalk* pada perhitungan kekuatan las.

### **I.2 Perumusan Masalah**

Masalah yang diangkat dalam penelitian bagaimana dapat melakukan perencanaan kekuatan las pada material baja dengan menggunakan aplikasi perangkat lunak *smalltalk*.

#### 1.4 Batasan Masalah

1. Data yang dijadikan obyek berdasarkan data yang direncanakan untuk dilakukan perhitungan kekuatan las, dibatasi pada sistem pembebanan yang terjadi pada kampuh las, meliputi sambungan las tumpul akibat gaya normal, sambungan las tumpang akibat gaya lintang dan sambungan las T akibat gaya lengkung penampang cincin maupun penampang segi empat.
2. Perangkat lunak yang digunakan untuk aplikasi perencanaan kekuatan las dengan model bahasa pemrograman *smalltalk* yang telah dikembangkan.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Dasar - Dasar Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan material dengan menggunakan energi panas sehingga menjadi satu dengan atau tanpa tekanan. Pengelasan dapat dilakukan dengan: (Ginting, 1985)

- Pemanasan tanpa tekanan,
- Pemanasan dengan tekanan, dan
- Tekanan tanpa memberikan panas dari luar (panas diperoleh dari dalam material itu sendiri).

Disamping itu pengelasan dapat dilakukan :

- Tanpa logam pengisi, dan
- Dengan logam pengisi.

Pengelasan pada umumnya dilakukan dalam penyambungan logam, tetapi juga sering digunakan untuk menyambung plastik. Dalam pembahasan ini akan difokuskan pada penyambungan logam.

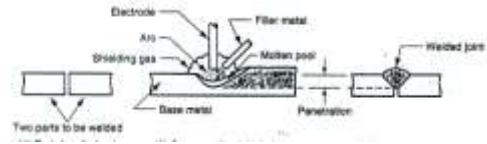
Pengelasan merupakan proses yang penting baik ditinjau secara komersial maupun teknologi, karena:

- Pengelasan penyambungan yang permanen;
- Sambungan las dapat lebih kuat daripada logam induknya, bila digunakan logam pengisi yang memiliki kekuatan lebih besar dari pada logam induknya;
- Pengelasan merupakan cara yang paling ekonomis dilihat dari segi penggunaan material dan biaya fabrikasi. Metode perakitan mekanik yang lain memerlukan pekerjaan tambahan (misalnya, penggurdian lubang) dan pengencang sambungan (misalnya, *rivet* dan baut);
- Pengelasan dapat dilakukan dalam pabrik atau di lapangan.

Walaupun demikian pengelasan juga memiliki keterbatasan dan kekurangan:

- Kebanyakan operasi pengelasan dilakukan secara manual dengan upah tenaga kerja yang mahal;
- Kebanyakan proses pengelasan berbahaya karena menggunakan energi yang besar;
- Pengelasan merupakan sambungan permanen sehingga rakitannya tidak dapat dilepas. Jadi metode pengelasan tidak cocok digunakan untuk produk yang memerlukan pelepasan rakitan (misalnya untuk perbaikan atau perawatan);
- Sambungan las dapat menimbulkan bahaya akibat adanya cacat yang sulit dideteksi. Cacat ini dapat mengurangi kekuatan sambungannya.

Dalam proses pengelasan penyambungan dilakukan dengan memanaskan logam pengisi dan bagian sambungan dari logam induk sampai mencair dengan memakai sumber panas, seperti ditunjukkan dalam gambar 2.1.

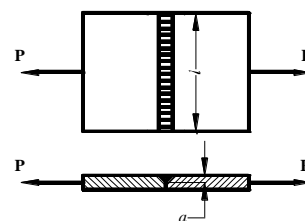


Gambar 2.1 Proses pengelasan  
(Ginting, 1985)

## 2.2 Tegangan yang Terjadi pada Kampuh Las

Pengelasan adalah nama kumpulan sejumlah teknologi untuk memperoleh suatu sambungan mati. Tegangan yang diijinkan dalam las elemen mesin dan konstruksi baja dengan sendirinya tergantung pada tujuan dan keadaan kerja. Pada pekerjaan las yang baik, pada beban statik, tanpa keberatan dapat sampai sejauh tegangan yang diijinkan dalam bahan induk. Pada beban dinamik tegangan yang diijinkan lebih rendah, tergantung pada besarnya dan frekuensi osilasi-beban. Kampuh las dapat dibebani:

1. Semata-mata oleh gaya normal; umpamanya sambungan las tumpul yang tegak lurus pada arah gaya.



Gambar 2.2 Gaya Normal  
(Stolk dan Kros, 1986)

Tegangan normal:

$$\sigma_t = \frac{P}{A} = \frac{P}{a.l} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(2.1)$$

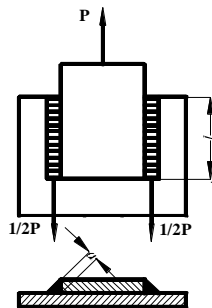
dimana:  $P$  = gaya normal (N)

$A$  = luas penampang las  
(mm<sup>2</sup>)

$a$  = tebal kampuh las  
(mm)

$l$  = panjang pengelasan  
(mm)

2. Semata-mata oleh gaya melintang;  
umpamanya sambungan las  
tumpang yang dibuat dalam arah  
gaya.



Gambar 2.3 Gaya Melintang  
(Stolk dan Kros, 1986)

Tegangan geser

$$\tau = \frac{P}{A_s} = \frac{P}{a.l} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:  $P$  = gaya lintang (N)

$A_s$  = luas penampang  
las (mm<sup>2</sup>)

$a$  = tebal kampuh las  
(mm)

$l$  = panjang pengelasan  
(mm).

3. Semata-mata oleh momen  
lengkung;

umpamanya sambungan T.

Tegangan lengkung

o Momen lengkung las

$$M_b = P.c \text{ (Nmm)} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana:

$P$  = gaya lengkung (N)

$c$  = jarak momen lengkung  
(mm)

o Untuk penampang cincin

Diameter luar las

$$D = d_o + 2a \text{ (mm)} \dots\dots\dots(2.4)$$

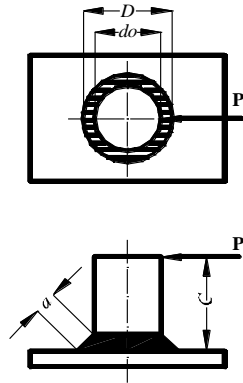
dimana:

$d_o$  = diameter luar benda  
kerja (mm)

$a$  = tebal kampuh las (mm)

Momen tahanan lengkung  
penampang las

$$W_b = \frac{\pi}{32} \left( \frac{D^4 - d_o^4}{D} \right) \text{ (mm}^3\text{)} \dots\dots\dots(2.5)$$



Gambar 2.4 Gaya Lengkung Penampang Cincin (Stolk dan Kros, 1986)

- o Untuk penampang segi empat  
Tebal luar las:

$$b = b_o + 2a \text{ (mm)} \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana:

$b_o$  = tebal benda kerja (mm)

$a$  = tebal kampuh las (mm).

Lebar luar las:

$$h = h_o + 2a \text{ (mm)} \dots \dots \dots (2.7)$$

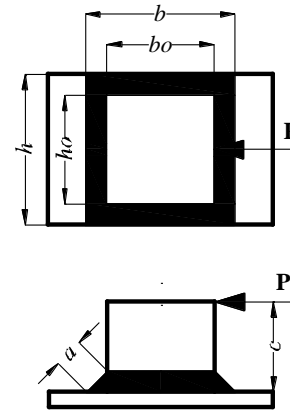
dimana:

$h_o$  = lebar benda kerja (mm)

$a$  = lebar kampuh las (mm)

Momen tahanan lengkung penampang las

$$W_b = \frac{1}{6} [(bh^2) - (b_o h_o^2)] \text{ (mm}^3) \dots \dots \dots (2.8)$$



Gambar 2.5 Gaya Lengkung Penampang Segi Empat (Stolk dan Kros, 1986)

- o Tegangan lengkung pada las adalah:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \text{ (N/ mm}^2) \dots \dots \dots (2.9)$$

### 2.3 Aplikasi Perangkat Lunak

#### Smalltalk Perencanaan

#### Kekuatan Las

Aplikasi perangkat lunak *smalltalk* yang akan digunakan untuk merencanakan kekuatan las, seperti tampak pada gambar 2.10. (Poeng, 2013)

Tampilan awal aplikasi perangkat lunak pada gambar 2.18, memiliki satu *list* (jendela) daftar pembebanan las, sebelas *input field* dan dua tombol *action button*. Dari sebelas *input field* terdiri lima

memasukan data perencanaan kekuatan las, yaitu: (Poeng, 2013)

- Pembebanan Las
- Gaya Normal
- Tebal Kampuh Las
- Panjang Pengelasan
- Luas Kampuh Las
- Jarak Momen Lengkung



Gambar 2.10 Aplikasi Perangkat Lunak (Poeng, 2013)

Dan tujuh hasil perencanaan kekuatan las, yaitu:

- Luas Kampuh Las
- Jarak Momen Lengkung
- Momen Lengkung
- Momen Tahanan Lengkung
- Tegangan Normal
- Kekuatan Kampuh Las
- Kekuatan yang Diijinkan.

Tombol *action button* berfungsi untuk perintah input pembebanan dan hapus data. Aplikasi perangkat lunak perencanaan kekuatan las dapat digunakan untuk

mensimulasikan data perencanaan las, sehingga akan diperoleh batas kekuatan aman pengelasan diijinkan yang dijadikan obyek dalam penelitian ini.

### III.METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi Manado. Dan waktu pelaksanaan mulai 28 Agustus sampai 15 Desember 2013.

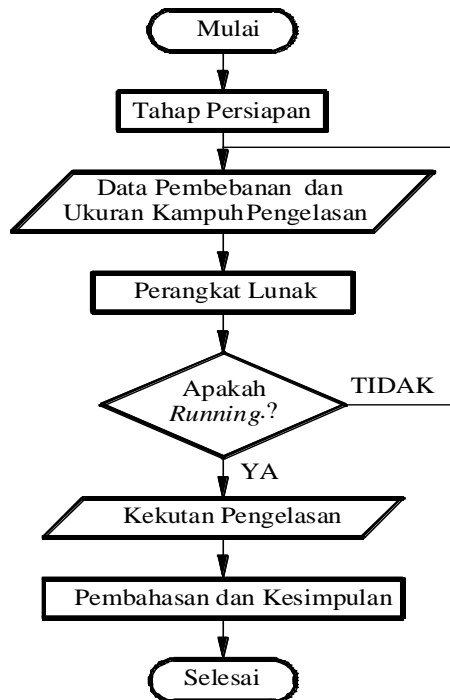
#### 3.2 Bahan dan Peralatan

Kebutuhan bahan dan peralatan dalam penelitian ini adalah:

- Satu unit *Personal Computer (PC)*.
- Perangkat Lunak Perencanaan kekuatan Las Bahasa pemrograman *Smalltalk*.

#### 3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dapat dilaksanakan secara sistematis dan terstruktur, maka prosedur penelitian seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

### 3.4 Pengolahan Data

#### 3.4.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut:

- Jenis pengelasan  
= SMAW (*Shielded Metal Arch welding*)
- Pembebanan gaya normal pada sambungan las tumpul  
Gaya normal ( $P$ ) = 12000 N  
Tebal kampuh las ( $a$ ) = 7 mm  
Panjang pengelasan ( $l$ ) = 50 mm
- Pembebanan gaya lintang pada sambungan las tumpang  
Gaya normal ( $P$ ) = 25000 N  
Tebal kampuh las ( $a$ ) = 7 mm  
Panjang pengelasan ( $l$ ) = 80 mm

- Pembebanan gaya lengkung pada sambungan las T

*Penampang cincin:*

Gaya lengkung ( $P$ ) = 12500 N

Jarak momen lengkung ( $c$ ) = 50 mm

Diameter benda kerja ( $d_o$ ) = 36 mm

Tebal kampuh las ( $a$ ) = 7 mm

*Penampang segi empat:*

Gaya lengkung ( $P$ ) = 25000 N

Jarak momen lengkung ( $c$ ) = 60 mm

Tebal benda kerja ( $h_o$ ) = 50 mm

Lebar benda kerja ( $b_o$ ) = 35 mm

Tebal kampuh las ( $a$ ) = 7 mm.

#### 3.4.2 Analisis Data

Data dan informasi yang diambil sebagai perencanaan las dijadikan obyek pada perangkat lunak yang dikembangkan. Data tersebut juga dijadikan input untuk menganalisis simulasi kekuatan pengelasan dari berbagai sistem pembebanan.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengamatan

#### 4.1.1 Perencanaan Kekuatan Las

Dari perencanaan kekuatan las yang telah dilakukan. Hasil pengamatan yang didapatkan yaitu:



1. Sebelum dilakukan perhitungan harus diketahui ukuran kampuh las dan sistem pembebanan yang terjadi pada kampuh las tersebut.
2. Perencanaan kekuatan las yang diamati yaitu pada sambungan tumpul, sambungan tumpang dan sambungan T penampang cincin maupun penampang segi empat.
3. Hasil perencanaan diperoleh tegangan yang terjadi pada setiap sambungan las yang diamati tersebut.
4. Hasil tegangan yang diperoleh dibandingkan dengan tegangan yang diperbolehkan untuk menyatakan bahwa sambungan kampuh las yang direncanakan dapat memberikan keamanan yang cukup.

#### 4.1.2 Diagram Alir Program

Diagram alir program merupakan tahapan cara penggunaan perangkat lunak yang dikembangkan untuk menentukan kekuatan kampuh las. Penjelasan adalah sebagai berikut:

1. Pada tampilan awal perangkat lunak *smalltalk* perencanaan kekuatan las tekan tombol pembebanan untuk memilih sistem pembebanan.
2. Jika dipilih gaya normal atau gaya lintang, maka akan diproses gaya normal atau gaya lintang, tebal kampuh las dan panjang pengelasan.
3. Akan menghasilkan tegangan yang terjadi normal atau geser. Dengan demikian akan diperoleh kekuatan kampuh dan tegangan yang diijinkan/diperbolehkan untuk menyatakan bahwa sambungan kampuh las yang direncanakan dapat memberikan keamanan yang cukup.
4. Jika dipilih momen lengkung, maka akan dilakukan pemilihan lagi bentuk penampang.
5. Apabila dipilih penampang cincin, maka akan diproses diameter benda kerja, tebal kampuh las, diameter luar las, momen tahanan lengkung, gaya lengkung dan jarak momen lengkung. Akan menghasilkan tegangan yang terjadi lengkung penampang cincin. Dengan demikian akan diperoleh kekuatan kampuh dan tegangan yang diijinkan/diperbolehkan untuk menyatakan bahwa sambungan

kampuh las yang direncanakan dapat memberikan keamanan yang cukup.

6. Apabila dipilih penampang segi empat, maka akan diproses lebar benda kerja, tebal benda kerja, tebal kampuh las, lebar luar las, tebal luar las, momen tahanan lengkung, gaya lengkung dan jarak momen lengkung. Akan menghasilkan tegangan yang terjadi lengkung penampang segi empat. Dengan demikian akan diperoleh kekuatan kampuh dan tegangan yang diijinkan/diperbolehkan untuk menyatakan bahwa sambungan kampuh las yang direncanakan dapat memberikan keamanan yang cukup.

7. Jika dipilih *cancel* akan kembali ke tampilan awal perangkat lunak *smalltalk*.

#### 4.2 Hasil Pengolahan Data

Setelah data akibat pembebanan gaya normal dimasukkan, maka tampilan perangkat lunak perencanaan kekuatan las hasil simulasi sambungan las tumpul seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Tampilan Hasil Simulasi Sambungan Las tumpul

Setelah data akibat pembebanan gaya lintang dimasukkan, maka tampilan perangkat lunak perencanaan kekuatan las hasil simulasi sambungan las tumpang seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Tampilan Hasil Simulasi Sambungan Las Tumpang

Hasil simulasi sambungan las T penampang cincin seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Tampilan Hasil Simulasi Las T Penampang Cincin

Hasil simulasi sambungan las T penampang segi empat seperti pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Tampilan Hasil Simulasi Las T Penampang Segi Empat

### 4.3 Pembahasan

Perangkat lunak perencanaan kekuatan las dengan melakukan simulasi sambungan las tumpul, sambungan las tumpang dan sambungan las T penampang cincin maupun segi empat dapat menentukan kekuatan pengelasan.

Hasil simulasi ini seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil simulasi Perangkat Lunak

No	Jenis Sambungan	Sistem Pembebanan	Tegangan (N/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan		Keterangan
				Kampuh Las	Dipaman	
1	Tumpul	Gaya Normal	34,286	Fe 390	50	Kapasitas yang cukup
2	Tumpang	Gaya Lintang	44,643	Fe 490	40	Kapasitas yang cukup
3	Tee	Gaya Lintang Penampang Cincin	88,646	Fe 590	70	Kapasitas yang cukup
		Gaya Lintang Penampang Segi Empat	79,502	Fe 690	80	Kapasitas yang cukup

Hasil simulasi yang diperoleh pada tabel 4.1 dibandingkan dengan hasil perhitungan perencanaan kekuatan las, adalah sama nol persen (0%) tidak ada perbedaan. Dengan demikian aplikasi perangkat lunak *smalltalk* yang dikembangkan dapat digunakan untuk perencanaan kekuatan las pada material baja.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Aplikasi perangkat lunak untuk perencanaan pengelasan pada material baja, Hasil simulasi didapatkan bahwa pada sambungan las tumpul, akibat pembebanan gaya normal, diperoleh tegangan normal 34,286 N/mm<sup>2</sup> dengan kekuatan kampuh las Fe 390 dan tegangan normal yang diijinkan 50 N/mm<sup>2</sup>. Pada sambungan las tumpang, akibat pembebanan gaya lintang, diperoleh tegangan geser 44,643 N/mm<sup>2</sup>

dengan kekuatan kampuh las Fe 490 dan tegangan geser yang diijinkan 48 N/mm<sup>2</sup>. Pada sambungan las *tee*, akibat pembebanan gaya lengkung, diperoleh tegangan lengkung untuk penampang cincin 69,646 N/mm<sup>2</sup> dengan kekuatan kampuh las Fe 590 dan tegangan lengkung yang diijinkan 70 N/mm<sup>2</sup> dan tegangan lengkung untuk penampang segi empat 79,502 N/mm<sup>2</sup> dengan kekuatan kampuh las Fe 690 dan tegangan lengkung yang diijinkan 80 N/mm<sup>2</sup>. Hasil simulasi ini dibandingkan dengan hasil perhitungan perencanaan kekuatan las, adalah sama nol persen (0%) tidak ada perbedaan. Dengan demikian aplikasi perangkat lunak *smalltalk* yang dikembangkan dapat digunakan untuk perencanaan kekuatan las pada material baja.

## 5.2 Saran

Aplikasi perangkat lunak untuk perencanaan pengelasan pada material baja, diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pemodelan pengembangan perangkat lunak *smalltalk* perencanaan kekuatan sambungan las lainnya agar

mampu melakukan perbandingan hasil simulasi perencanaan pengelasan.

2. Diharapkan dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut untuk menghasilkan simulasi perencanaan ke sistem *database*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Djamiko, R. 2008. Modul Teori Pengelasan Logam, Teknik Mesin Universitas Yogyakarta.
- Ginting, D. 1985. Dasar-dasar Pengelasan, Erlangga, Jakarta.
- Mott, R. 2009. Elemen-elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis, ANDI Yoyakarta.
- Neimman, G. 1999. Elemen Mesin, Baping Ciracas, Jakarta.
- Poeng. 2013. Perangkat Lunak Perencanaan Kekuatan Las, Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Stolk dan Kros. 1986, Elemen Konstruksi Bangunan Mesin, Erlangga, Jakarta
- Wiryosumarto, H. 1988. Teknologi Pengelasan Logam, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Las Listrik 2, Politeknik Manufaktur Bandung.