

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK-IV)

Hotel Swiss-Belinn Kristal Kupang, Kupang - 25 Oktober 2019

PENGARUH PEMANASAN MULA TERHADAP KEKUATAN TARIK MATERIAL TABUNG ASITELIN

Dominggus G.H. Adoe¹, Jack C. A. Pah², Defmit B. N. Riwu³, dan Adi Y. Tobe⁴.

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Email : godlief_mesin@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu langkah untuk mencegah kegagalan pada proses pengelasan adalah dengan melakukan pemanasan mula pada logam induk sebelum dilakukan pengelasan. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi pendinginan cepat sehingga logam pengisi dapat menyesuaikan keadaannya dengan logam induk, disamping itu proses pemanasan mula juga berguna untuk menghilangkan tegangan sisa yang menjadi penyebab terjadinya crack. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemanasan mula terhadap kekuatan tarik pada hasil pengelasan material tabung generator asetilin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan temperatur pemanasan mula 150⁰C pada proses pengelasan mempunyai kekuatan tarik sebesar 206,95 N/mm², penggunaan temperatur pemanasan mula 150⁰C pada proses pengelasan mempunyai kekuatan tarik sebesar 240,27 N/mm² sedangkan proses pengelasan tanpa pemanasan mula mempunyai kekuatan tarik sebesar 1809,55 N/mm². Dengan demikian perlakuan pemanasan mula sangat berpengaruh terhadap kekuatan sambungan las. Hal ini ditunjukkan dengan hasil penelitian dimana material dengan pemanasan mula 300⁰C memberikan kekuatan tarik tertinggi yaitu 240,27 N/mm².

Kata kunci : Las asetilin, generator asetilin, kekuatan bahan, pemanasan mula

Author : Dominggus G.H. Adoe¹, Jack C. A. Pah², Defmit B. N. Riwu³, dan Adi Y. Tobe⁴.

1. PENDAHULUAN

Seringnya terjadi kecelakaan kerja akibat ledakan generator asetilin saat ini adalah dikarenakan sistem pengaman yang kurang memadai serta tidak terlepas dari umur dan kondisi bahan yang digunakan. Pemilihan bahan yang asal-asalan tanpa memperhitungkan umur pakai dan penurunan kekuatan bahan akibat pemakaian, serta penurunan kekuatan bahan karena pengerjaan panas merupakan penyebab utama terjadinya kecelakaan akibat ledakan pada tabung generator asetilin. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pengujian kekuatan tarik material tabung generator asetilin untuk mendapatkan suatu desain, rancangan dan produk generator asetilin yang memiliki *safety factor* yang tinggi, aman dan mudah digunakan dalam jangka waktu yang lama.

2. MATERIAL DAN METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan mengadakan perlakuan - perlakuan tertentu pada spesimen, untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat yang terjadi pada spesimen tersebut.

Metode eksperimental untuk karakterisasi/pengujian sifat mekanik mengacu kepada standar pengujian (ASTM) sedangkan penentuan temperatur dan kecepatan regangan diatur sesuai dengan kondisi kemampuan peralatan yang ada.

Pengujian Tarik

Salah satu jenis pengujian untuk mengetahui sifat mekanik material adalah pengujian tarik. Pengujian tarik adalah salah satu uji stress-strain mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, bahan uji ditarik sampai putus. Dari pengujian ini dapat diketahui sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa. Hasil pengujian ini dapat ditampilkan dalam grafik tegangan regangan. Perhitungan beban dan elongation dapat dirumuskan sebagai berikut :

Engineering Stress (tegangan)

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (2)$$

dengan σ = *Engineering Stress* (tegangan) (MPa), F = Beban dalam arah tegak lurus terhadap penampang spesimen (N), A_0 = Luas penampang spesimen sebelum diberikan pembebanan (m^2).

Engineering Strain (regangan)

$$\nu = \frac{l_i - l_o}{l_o} = \frac{\Delta L}{l_o} \quad (3)$$

dengan ν = *Engineering Strain* (regangan) (%), l_0 = panjang awal spesimen sebelum diberikan pembebanan (m), l_1 = panjang spesimen setelah ditarik (m), L = pertambahan panjang (m).

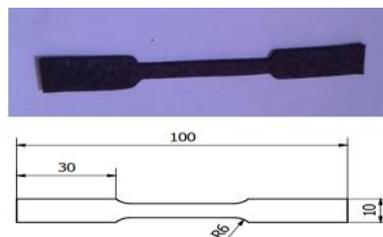
3. METODE ANALISA DATA

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kepustakaan dan eksperimen yaitu pengumpulan data berdasarkan buku-buku pendukung atau yang mempunyai hubungan dengan objek yang diteliti dan dengan pengamatan secara langsung terhadap objek yang diteliti untuk dilakukan pengujian.

Data hasil pengujian dibagi menjadi 2 bagian yaitu data laju korosi dan data pengujian tarik. Data tersebut diperoleh berdasarkan beberapa perlakuan, seperti perlakuan korosi dengan menghitung berat awal spesimen dan berat akhir spesimen. Sedangkan data pengujian tarik diperoleh dengan menghitung kekuatan putus dari spesimen dengan menggunakan alat uji tarik.

Spesimen Uji Tarik

Model spesimen pengujian tarik menurut *American Standard of Testing Material* (ASTM E8M-09), dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Spesimen uji pengujian tarik

Spesimen uji dari tabung generator dan tutup pintu masukan dibentuk menjadi spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM, dengan 5 spesimen dilakukan pemanasan mula didalam dapur pemanas pada temperatur 150°C, 5 spesimen pada temperatur 300°C, dan 1 spesimen tanpa perlakuan pengelasan maupun pemanasan, serta 1 spesimen dilas tanpa pemanasan mula. setelah itu semua spesimen di las dengan bentuk alur V ganda (X) dan kemudian dilakukan uji tarik. Pengujian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu generator asitelin yang memiliki *safety factor* yang tinggi namun aman dan mudah digunakan, serta mudah dalam perawatan sehingga dapat digunakan oleh para praktisi las yang saat ini sudah mulai beralih dari teknologi ini dan menggunakan trafo listrik karena mengganggu generator asitelin sebagai suatu mesin/alat yang tidak aman digunakan dan mudah mengalami ledakan..

Pengujian Tekanan Dalam Generator Asitelin

Pengujian tekanan yang terjadi dalam generator asitelin bertujuan untuk memastikan bahwa tekanan maksimum yang terjadi dalam generator asitelin tidak melebihi kekuatan maksimum tabung reaksi dan untuk memastikan bahwa katup pengaman berfungsi dengan baik untuk membuang tekanan berlebih apabila tekanan yang terjadi sudah melebihi tekanan maksimum yang diijinkan

Dimana $p_1 = 1,5 \text{ N/mm}^2$ (tekanan gas maksimum didalam generator asetelin), $v_1 = 200 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$, $r = 60 \text{ mm}$, $r^2 = 3600 \text{ mm}$, $L = 780 \text{ mm}$, $t = 9,7 \text{ mm}$
 Sehingga:

$$\sigma = \frac{\frac{p_1 \cdot v_1}{\pi \cdot r} \cdot r}{t}$$

$$L = \frac{\frac{p_1 \cdot v_1}{\pi \cdot r} \cdot r}{\sigma}$$

$$L = \frac{1,5 \cdot 200 \cdot 10^6}{3,14 \cdot 3} \cdot 60$$

$$L = 125,9,7$$

$$L = 1310 \text{ mm}$$

Dengan demikian desain dengan panjang tabung reaksi 1310 mm dan panjang keseluruhan generator asetilin 1510 mm bisa dikatakan aman karena tekanan maksimum yang terjadi tidak melebihi tekanan ijin maksimum. Namun apabila terjadi tekanan berlebih secara otomatis katup pengaman akan membuang gas dalam tabung reaktor untuk menjaga tekanan yang terjadi tidak melebihi tekanan ijin maksimum. Pengujian tekanan maksimum yang terjadi di dalam generator asetilin sebelum katup pengaman membuka:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$p_2 = \frac{1,5 \cdot 200 \cdot 10^6}{3,14 \cdot 60^2 \cdot 1310}$$

$$p_2 = 20,25 \text{ N/mm}^2$$

Jadi tekanan maksimum yang terjadi dalam generator asetilin sebelum katup membuka adalah $20,25 \text{ N/mm}^2$. Pada generator asetilin terjadi tegangan yang disebabkan oleh tekanan yang terjadi didalam generator asetilin dimana : $t = 9,7 \text{ mm}$, $r = 70 \text{ mm}$, $P = 20,25 \text{ N/mm}^2$ ($P =$ tekanan, didapat dari tekanan maksimum yang terjadi didalam generator asetilin)

a. tegangan tangensial

$$\sigma_\theta = \frac{P}{t}$$

$$\sigma_\theta = \frac{20,25}{9,7}$$

$$\sigma_\theta = 146,13 \text{ N/mm}^2$$

Jadi tegangan arah sumbu tangensial yang terjadi pada generator asetilin adalah $146,13 \text{ N/mm}^2$ sedangkan tegangan tarik yang diizinkan adalah 125 N/mm^2 , hal ini menunjukkan bahwa pada generator asetilin yang dirancang terdapat kelemahan terhadap tegangan tangensial meskipun tekanan yang terjadi masih dibawah tegangan ijin bahan.

b. tegangan arah sumbu radial :

$$\sigma_r = -\frac{P}{2}$$

$$\sigma_r = -\frac{20,25}{2}$$

$$\sigma_r = -10,25 \text{ N/mm}^2$$

Jadi tegangan arah sumbu radial yang terjadi pada generator asetilin adalah $-10,25 \text{ N/mm}^2$ sedangkan tegangan tarik yang diizinkan adalah sebesar 125 N/mm^2 , hal ini menunjukkan bahwa pada perancangan generator asetilin dikatakan aman terhadap tegangan arah sumbu radial.

c. Tegangan arah sumbu longitudinal :

$$\sigma = \frac{P}{2}$$

$$\sigma = \frac{20,25}{2}$$

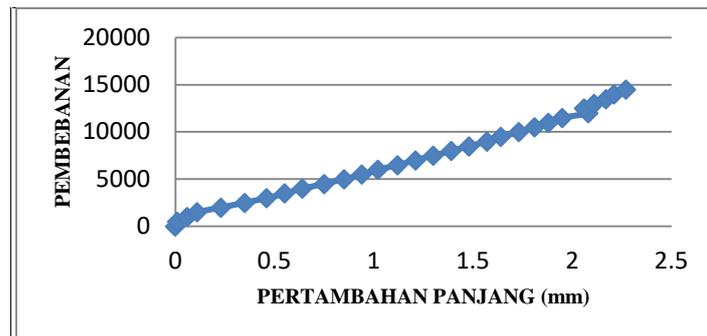
$$\sigma = 10,125 \text{ N/mm}^2$$

Jadi tegangan arah sumbu longitudinal pada pada generator asetilin adalah $73,04\text{N/mm}^2$ sedangkan tegangan tarik yang diizinkan adalah sebesar 125 N/mm^2 ,hal ini menunjukkan bahwa pada perancangan generator asetilin dikatakan aman terhadap tegangan arah sumbu longitudinal.

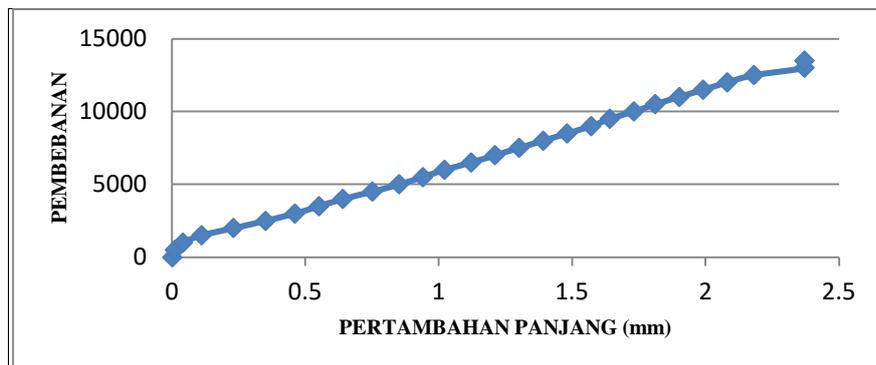
Sehingga secara umum generator asetilin dapat dikatakan aman, karena tegangan dan tekanan maksimum yang terjadi masih dibawah tegangan dan tekanan ijin bahan yang digunakan, serta masih berada diatas tekanan kerja dari katup pengaman.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

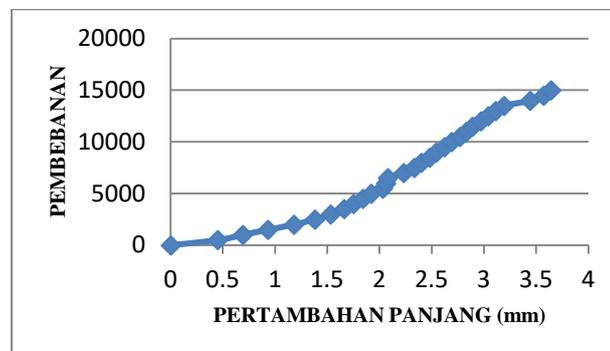
Rancang bangun Generator Asitelin untuk pengelasan pelat body kendaraan ini telah dilakukan di Bengkel Prodi Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknik Undana serta telah di uji coba pada bengkel motor Palugada (bengkel profesional) yang terletak di Oepoi, Kota Kupang. Tahap pertama dalam kegiatan ini adalah perancangan Generator asetilin sistem lempar dengan tabung penampung gas tunggal, yang memiliki safety factor yang tinggi, murah dan mudah dioperasikan.



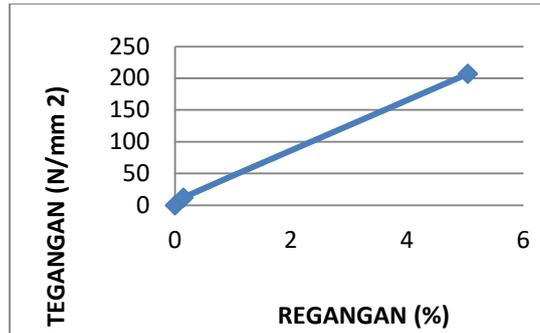
Gambar 2. Pembebanan vs Pertambahan panjang Spesimen tanpa pengelasan dan tanpa pemanasan mula



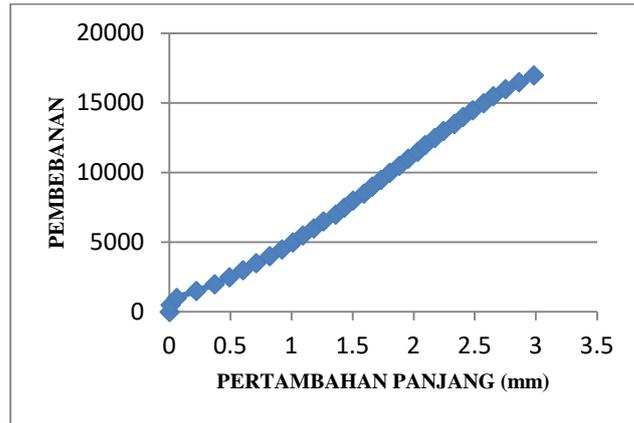
Gambar 3. Pembebanan vs Pertambahan panjang Spesimen dengan pengelasan tanpa pemanasan mula



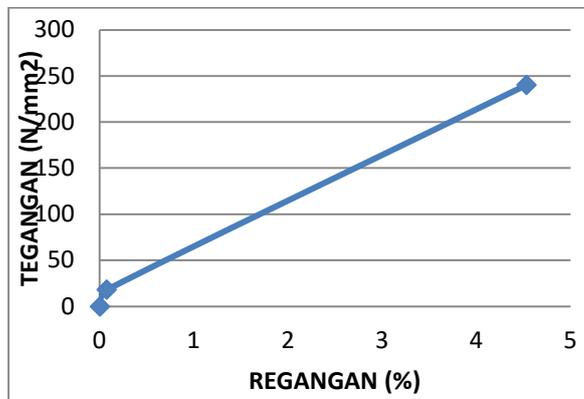
Gambar 4. Pembebanan vs Pertambahan panjang Spesimen dengan pemanasan mula 150°C



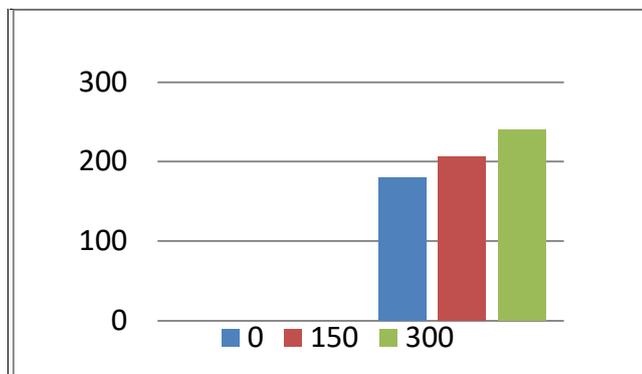
Gambar 5. Grafik tegangan vs regangan Spesimen dengan pemanasan mula 150°C



Gambar 6. Pembebanan vs Pertambahan panjang Spesimen dengan pemanasan mula 300°C



Gambar 7. Grafik tegangan vs regangan Spesimen dengan pemanasan mula 300°C



Gambar 8. Hubungan antara kekuatan tarik dan temperatur pemanasan mula

Dari pengujian tarik yang dilakukan serta tabel dan grafik yang disajikan terdapat perbedaan yang signifikan pada penggunaan temperatur pemanasan mula yang dapat dibahas sebagai berikut :

Spesimen Tanpa Pemanasan Mula

Pada spesimen ini pembebanan luluh (F_y) yang dapat dilakukan berdasarkan pada pergerakan jarum pembebanan pada dinamometer terjadi sebesar 1000 N dan pembebanan patah (F_p) yang sama dengan pembebanan maksimum (F_{max}) adalah 13.500 N. Pertambahan panjang akhir (ΔL_p) sebesar 2,37 mm, sedangkan tegangan luluh (σ_y) dan tegangan patah (σ_p) yang sama dengan tegangan maksimum (σ_{max}) adalah 13,88 N/mm² dan 180,55 N/mm², regangan yield (ϵ_y) serta modulus elastisitas (E) masing-masing yaitu 0,06 % dan 3,93 % serta 23133 N/mm². Spesimen tanpa pemanasan mula ini memiliki kekuatan tarik terendah yaitu 180,55 N/mm². Hal ini dikarenakan pada spesimen tersebut tidak mendapat pemanasan mula sehingga terjadi tegangan sisa, selain itu logam las cair atau logam pengisi tidak dapat menyesuaikan keadaan dengan logam induk.

Spesimen dengan Temperatur Pemanasan Mula 150 °C

Dari hasil analisa data pengujian tarik dengan pembebanan kontinyu untuk spesimen 150 °C terdapat kesalahan relatif sebesar 2,80 % dengan ketelitian 97,2 %. Pada spesimen ini pembebanan luluh (F_p) yang dapat dilakukan berdasarkan pada pergerakan jarum pembebanan pada dinamometer terjadi sebesar 875 N dan pembebanan patah (F_p) yang sama dengan pembebanan maksimum (F_{max}) adalah 14.900 N. Pertambahan panjang akhir (ΔL_p) sebesar 3,02 mm, sedangkan tegangan luluh (σ_y) dan tegangan patah (σ_p) yang sama dengan tegangan maksimum (σ_{max}) adalah 12,145 N/mm² dan 206,95 N/mm². Regangan yield (ϵ_y) dan regangan patah (ϵ_p) serta modulus elastisitas (E) masing-masing yaitu 0,14 % dan 5,04 % serta 12497 N/mm².

Spesimen dengan Temperatur Pemanasan Mula 300 °C

Dari hasil analisa data pengujian tarik dengan pembebanan kontinyu untuk spesimen 300 °C terdapat kesalahan relatif sebesar 2,75 % dengan ketelitian 97,25 %. Pada spesimen ini pembebanan luluh (F_p) yang dapat dilakukan berdasarkan pada pergerakan jarum pembebanan pada dinamometer terjadi sebesar 13.000 N dan pembebanan patah (F_p) yang sama dengan pembebanan maksimum (F_{max}) adalah 17.300 N. Pertambahan panjang akhir (ΔL_p) sebesar 2,72 mm, sedangkan tegangan luluh (σ_y) dan tegangan patah (σ_p) yang sama dengan tegangan maksimum (σ_{max}) adalah 18,048 N/mm² dan 240,27 N/mm². Regangan yield (ϵ_y) dan regangan patah (ϵ_p) serta modulus elastisitas (E) masing-masing yaitu 0,074 % dan 4,53 % serta 25915 N/mm². Spesimen dengan temperatur pemanasan mula 300°C ini memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu 240,27 N/mm². Hal ini dikarenakan pada spesimen tersebut mengalami pemanasan mula dengan temperatur 300 °C, sehingga logam las cair atau logam pengisi dapat menyesuaikan keadaan dengan logam induk, disamping itu tegangan sisa yang terjadipun berkurang.

Terdapat penyimpangan data hasil pengujian tarik untuk pembebanan kontinyu, hal ini terlihat pada data hasil pengujian tarik untuk spesimen 1 dan 2 dengan pemanasan mula 150°C tidak dapat ditentukan dengan baik, sedangkan pemanjangan (ϵ_p) yang ditentukan berdasarkan pada data pertambahan panjang akhir (ΔL_p) melebihi standar, yang mana standar presentase pemanjangan (ϵ_p) untuk panjang ukur (gage length) 2 inci atau 50 mm adalah 0 - 1 %. Namun pada penelitian ini menggunakan panjang ukur 60 mm sehingga seharusnya pemanjangannya (ϵ_p) adalah 1,18 %, tetapi yang terjadi adalah melebihi nilai tersebut. Hal ini diakibatkan karena adanya cacat pada spesimen uji dan preparasi spesimen yang kurang baik sehingga data yang diperoleh tidak begitu akurat.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Generator Asitelin untuk pengelasan plat body kendaraan hasil rancangbangun ini telah mampu bekerja dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan tegangan dan tekanan maksimum yang terjadi berada dibawah tegangan dan tekanan ijin bahan yang digunakan, serta masih berada diatas tekanan kerja dari katup pengaman.
2. Generator asetilin yang dirancang mempunyai kelemahan terhadap tegangan tangensial karena $\sigma_6 = 146,13 \text{ N/mm}^2$. Namun kondisi ini masih aman karena sebelum terjadi tegangan maksimum katup pengaman akan membuka sehingga terjadi penurunan tekanan dan tegangan dalam tabung, sedangkan tegangan tarik yang diizinkan adalah sebesar 125 N/mm² dan pada perhitungan terhadap tegangan arah sumbu radial dan tegangan arah sumbu tangensial dikatakan aman karena $\sigma_r = -10,25 \text{ N/mm}^2$ dan $\sigma_z = 73,04 \text{ N/mm}^2$ lebih kecil dari tegangan tarik yang diizinkan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. 2010. ASTM E8M-09: Standar Test Methods For Tension Testing of Metallic *Materials*. United States
- Boentarto. (1997). *Teknik Mengelas Karbit*. CV Aneka, Solo.
- Daryanto. (1984). *Dasar-Dasar Teknik Mesin*. Bina Aksara, Jakarta.
- Dieter, G. E. (1987). *Metalurgi Mekanik*. Erlangga, Jakarta.
- Iremonger, M. J. (1990). *Dasar Analisis Tegangan*, Universitas Indonesia.
- Shigley, J. & Mitchell, L. (1991). *Perencanaan Teknik Mesin*. Erlangga, Jakarta.
- Spotts, M. F. (1985). *Design of Machine Element*. Six Edition, India.
- Sularso dan Kiyokatsu S. (1997). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sumanto. (1996). *Pengetahuan Bahan*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Wirjosumarto, H. dan Okumura, T. (2004). *Teknologi Pengelasan Logam*. Pradnya Paraminta, Jakarta.