

PENGARUH VARIASI JENIS LOGAM PENGISI PADA PENGELASAN ALUMINIUM 6061-T4 DENGAN PROSES GTAW TERHADAP SIFAT MEKANIK

Martijanti*, Syahminan*

Pengelasan merupakan teknologi yang banyak digunakan untuk penyambungan logam. Namun hasil pengelasan yang diterapkan pada paduan aluminium tidak selalu menghasilkan sambungan dengan kualitas yang baik, hal ini dapat disebabkan salah satu faktornya adalah dalam menentukan jenis logam pengisi. Penentuan jenis logam pengisi ini akan menentukan kekuatan hasil las dari paduan aluminium. Untuk melihat sejauh mana pengaruh jenis logam pengisi tersebut, maka pada penelitian ini penulis menentukan tiga jenis logam pengisi yaitu ER 4043, ER 2319, ER 5056 pada proses pengelasan GTAW untuk paduan Aluminium 6061-T4.

Dari hasil pengujian tarik diperoleh nilai kekuatan tarik terbesar pada paduan Aluminium 6061-T4 yang menggunakan jenis logam pengisi ER 4043 yaitu sebesar 19,694 kgf/mm². Hasil distribusi kekerasan untuk ketiga jenis logam pengisi nilai kekerasan paling rendah terletak pada daerah HAZ sehingga pada pengujian tarik spesimen patah rata-rata di daerah HAZ karena pada daerah tersebut terjadi overaged region.

Kata Kunci: Teknologi pengelasan, Logam pengisi, Paduan Aluminium, Sifat mekanik

PENDAHULUAN

Aluminium merupakan salah satu logam yang luas penggunaannya dan telah masuk ke dalam semua sektor utama industri, seperti angkutan, konstruksi, listrik dan alat rumah tangga. Luasnya penggunaan ini disebabkan aluminium memiliki sifat yang berbeda dari logam lain seperti ringan, kuat, mudah dibentuk, tahan korosi dan tak beracun.

Salah satu proses pengerjaan untuk aluminium adalah proses penyambungan aluminium dengan cara menggunakan pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*). Aluminium merupakan material yang peka terhadap oksidasi pada temperatur tertentu, oleh karena itu pada proses pengelasan aluminium harus memperhatikan beberapa faktor penting antara lain (ref1).

proses pada waktu pengelasan harus tepat, pemilihan jenis *filler* (logam pengisi), kuat arus dan tegangan yang digunakan harus sesuai pada waktu pengelasan.

Pada penelitian ini dari beberapa faktor tersebut di atas, maka penulis lebih menitikberatkan untuk meneliti sejauhmana pengaruh variasi logam pengisi pada pengelasan aluminium 6061-T4 dengan proses GTAW terhadap sifat mekanik. Pembatasan Masalah pada penelitian

antara lain :

- Ø Logam pengisi yang digunakan seri 4043, 2319 dan 5056
- Ø Logam yang dilas adalah Aluminium 6061-T4 dengan tebal 1,2 mm.
- Ø Besar arus yang digunakan 65 ampere dan tegangan 16 volt
- Ø Untuk mendapatkan hasil analisa terhadap *filler*, maka dilakukan pengujian terhadap logam hasil pengelasan dengan menguji kekuatan tarik dan kekerasan
- Ø Untuk mengetahui kandungan unsur-unsur kimia dari logam induk yang dilakukan adalah pengujian komposisi kimia dengan metoda spektrometri, untuk mengetahui apakah material yang digunakan sesuai dengan standar aluminium 6061-T4.

DASAR TEORI

Pemilihan logam pengisi harus dipertimbangkan secara optimal. Perhitungan yang optimal dari sambungan dapat dilihat dengan menganalisis bentuk akhir dari sambungan, apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan seperti hasil pengelasan memiliki ketangguhan yang tinggi dan keberadaan cacat sekecil mungkin.

Faktor-faktor utama yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan sebuah logam

Tabel 1 Kesesuaian Logam Pengisi dan Logam Induk⁽²⁾

Logam Induk	AC4D	AC4C ADC12	AC7A	A7NO1	6061 6063 6101 6151	5056	5154	5083	5052	5005 A5NO1	1100 1200 3003 3203	1060 1070
1060 1070	-	ER 4043	ER 4043	ER 4043	ER 4043	ER 5356	ER 4043	ER 5356	ER 4043	ER 1100	ER 1100	ER 1070
1100 1200 3003 3203	-	ER 4043	ER 4043	ER 4043	ER 4043	ER 5356	ER 4043	ER 5356	ER 4043	ER 4043	ER 1100	
5005 A5NO1	ER 4043	ER 4043	ER 5154	ER 5356	ER 4043	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 4043	ER 4043		
5052	-	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5154			
5083	-	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5183				
5154	-	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5154					
5056	-	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5356	ER 5356						
6061 6063 6101 6151	ER 4043	ER 4043	ER 5356	ER 5356	ER 4043							
A7NO1	ER 4043	ER 4043	ER 5356	ER 5356								
AC7A		ER 4043	ER 4043									
AC4C ADC12	ER 4043	ER 4043										
AC4D	ER 4043											

pengisi untuk pengelasan aluminium adalah ^(ref1):

1. mudah untuk dilas atau hasil pengelasan bebas dari retak
2. kekuatan tarik atau kekuatan geser pengelasan
3. keuletan pengelasan
4. service temperature kerja
5. ketahanan korosi

Kemudahan pengelasan merupakan pertimbangan pertama pada sebagian besar aplikasi pengelasan.

Pada umumnya paduan aluminium tak mampu perlakuan panas dapat dilas dengan logam pengisi dari komposisi dasar yang sama dengan logam induknya. Pada paduan aluminium mampu perlakuan panas agak lebih kompleks secara metalurgis dan lebih sensitif terhadap retak hot short. Untuk mencegah terjadinya retak hot short sebaiknya digunakan logam pengisi yang sejenis dan memiliki temperatur cair yang rendah, sehingga daerah lasan akan memberikan komposisi

penyusutan yang besar dan tidak memungkinkan terjadinya segregasi komposisi dan daerah tersebut mengalami proses pembekuan bersamaan^(ref2).

Pada konstruksi pengelasan selalu digunakan logam pengisi yang mempunyai kekuatan dan keuletan yang lebih baik atau setara dengan logam induk karena pada proses pengelasan kekuatan dan keuletan logam dapat berubah. Agar kekuatan dan keuletan hasil pengelasan lebih baik maka pemilihan logam pengisi harus memperhatikan kombinasi yang sesuai antara komposisi kimia dari logam pengisi dan logam induk.

Suatu aluminium memiliki kekuatan yang tinggi tetapi belum tentu memiliki keuletan yang tinggi pula. Hal ini dapat dijelaskan bahwa keuletan dari hasil las aluminium mampu perlakuan panas dapat menurun bila aluminium tersebut dilakukan postweld heat treatment (PWHT) yaitu proses peningkatan kekuatan pada heat affected zone (HAZ) dengan perlakuan panas seperti melakukan aging di atas temperatur kamar^(ref4).

Berdasarkan standart AWS, logam pengisi yang sesuai untuk logam yang akan dilas seperti terlihat pada tabel 2.4 dibawah ini^(Ref:2)

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang diteliti adalah Aluminium seri 6064-T4. Pengelasan dilakukan di Welding Departement PT. Dirgantara Indonesia. Proses penyambungan dilakukan pada paduan aluminium 6061-T4 adalah

jenis pengelasan GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) las Busur Gas dengan Elektroda tak terumpan.

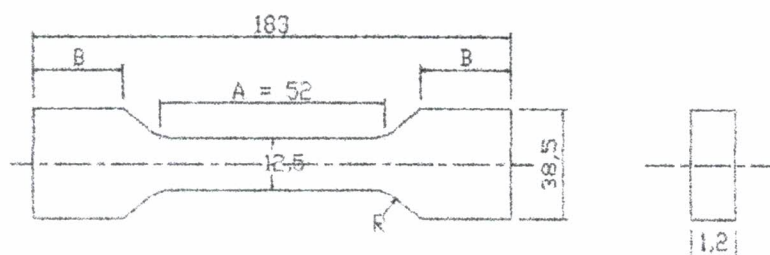
Mesin Las	: Miller, Cyncrowave-300
Proses Pengelasan	: secara manual
Tegangan terukur	: 18 Volt
Arus yang digunakan	: 65 Ampere
Kecepatan Las	: 5 cm/menit
Arah pengelasan	: mendatar
Jenis sambungan	: Butt joint
Elektroda	: Zirconium Tungsten dengan diameter 1,6 mm
Polaritas	: DC (DCRP)
Logam pengisi (<i>Filler Metal</i>)	: 4043, 2319, 5056 dan diameter 1,2 mm
Gas Pelindung	: gas argon
a. Tekanan	: 6 Bar
b. Kecepatan Gas	: 6 lt/menit

Komposisi logam dasar ditunjukkan pada tabel

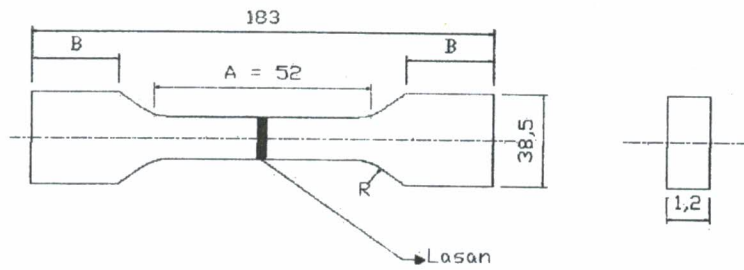
1. Spesimen uji tarik berdasarkan ASTM B557. (lihat pada gambar 1) dan spesimen hasil pengelasan dapat dilihat pada gambar 2. Spesimen pengujian kekerasan dapat dilihat pada gambar 3. Pengujian kekerasan menggunakan metoda mikro hardness vikress dengan beban yang digunakan adalah 0,3 kgf dan Jarak antara jejak = 300 mikrometer, Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali untuk setiap daerah perubahan pada logam setelah pengelasan (logam induk, HAZ, dan logam lasan).

Tabel 1 Komposisi Kimia Material Awal

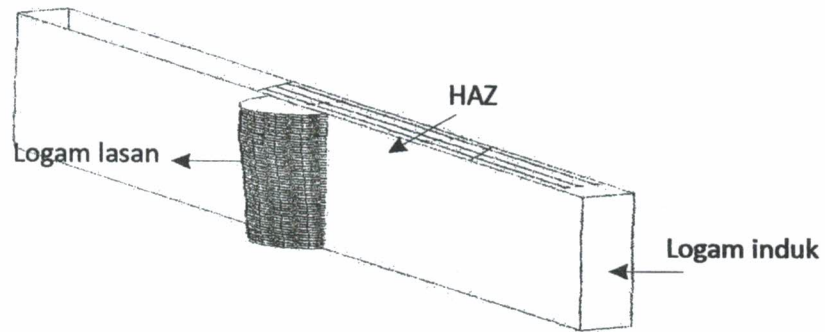
Unsur	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
Benda uji 1	0.5634	0.6754	0.3546	0.1534	0.8563	0.0523	0.2543	0.1532	Sisanya
Benda uji 2	0.5463	0.6574	0.3657	0.1536	0.8467	0.0537	0.2489	0.1546	Sisanya
Rata-rata	0.5549	0.6664	0.3602	0.1535	0.8515	0.0530	0.2516	0.1539	-



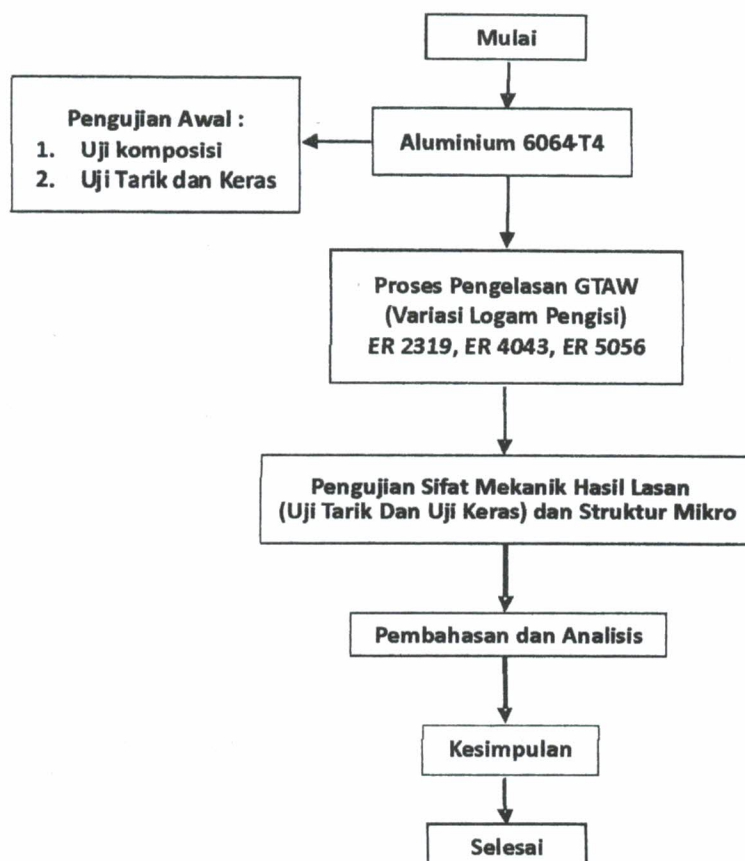
Gambar 1 Bentuk dan ukuran spesimen uji tarik berdasarkan



Gambar 2 Bentuk dan ukuran spesimen uji tarik setelah proses pengelasan



Gambar 3 Penampang uji kekerasan



Gambar 4 Skema Tahap-tahap Penelitian

PEMBAHASAN DAN ANALISIS

4.1 Analisis Hasil Pengujian tarik

Hasil uji tarik yang diperoleh pada masing-masing spesimen dapat dilihat pada tabel 2, tabel 3, tabel 4 dan tabel 5. Pada tabel 2 sampai dengan tabel 5 harga kekuatan tarik pada paduan Aluminium 6061-T4 dari hasil pengelasan GTAW dibandingkan dengan kekuatan Aluminium 6061-T4 sebelum proses pengelasan adalah paduan Aluminium hasil proses pengelasan dengan menggunakan logam pengisi ER 2319 mengalami penurunan **34,90 %**, sedangkan pada paduan Aluminium 6061-T4 dengan menggunakan logam pengisi ER 4043 mengalami penurunan **30,34 %** dan menggunakan logam pengisi ER 5056 mengalami penurunan sebesar **36,64 %**.

Dari variasi logam pengisi yang digunakan pada proses pengelasan Aluminium 6061-T4 maka kekuatan tarik terbesar adalah **19,694 kgf/mm²** dengan menggunakan logam pengisi ER 4043 dan kekuatan tarik terkecil adalah **17,913 kgf/mm²** dengan menggunakan logam pengisi ER 5056. Maka untuk proses pengelasan pada paduan aluminium 6061-T4 dari ketiga logam pengisi yang

digunakan sebaiknya jenis logam pengisi yang digunakan untuk paduan aluminium 6061-T4 adalah ER 4043, karena dilihat dari penurunan kekuatan tarik jika dibandingkan dengan menggunakan logam pengisi ER 4043 dan kekuatan tarik terkecil adalah **17,913 kgf/mm²** dengan menggunakan logam pengisi ER 5056. Maka untuk proses pengelasan pada paduan aluminium 6061-T4 dari ketiga logam pengisi yang digunakan sebaiknya jenis logam pengisi yang digunakan untuk paduan aluminium 6061-T4 adalah ER 4043, karena dilihat dari penurunan kekuatan tarik jika dibandingkan dengan kekuatan tarik paduan Aluminium yang tidak mengalami proses pengelasan nilai penurunannya paling kecil dan dibandingkan dengan jenis logam pengisi ER 2319 dan 5056 nilai kekuatan tariknya paling besar dan hal ini sesuai dengan standar yang diberikan oleh AWS yang dapat dilihat pada tabel tentang Kesesuaian Logam Pengisi dan Logam Induk bahwa paduan Aluminium seri 6061 yang dilakukan proses penyambungan dengan paduan Aluminium seri 6061 maka logam pengisinya adalah 4043.

Tabel 2 Hasil pengujian tarik material awal

Spesimen	Beban Tarik Max (kgf)	Tegangan Tarik Max (kgf/mm ²)	Tegangan Luluh (kgf/mm ²)	Regangan Putus (kgf/mm ²)
1	299.55	28.36	14.02	19.78
2	299.97	28.18	14.06	19.70
Rata-rata	299.76	28.27	14.04	19.74

Tabel 3 Hasil pengujian tarik dengan jenis logam pengisi ER 2319

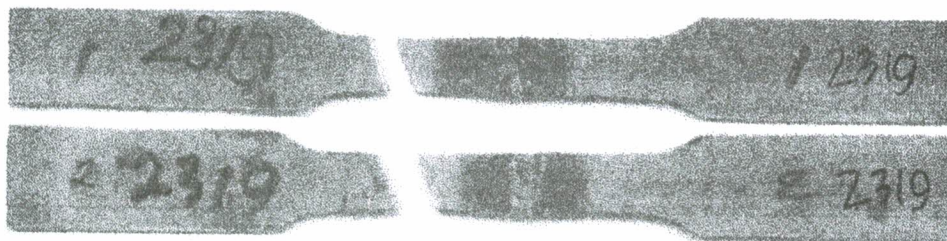
Spesimen	Beban Tarik Max (kgf)	Tegangan Tarik Max (kgf/mm ²)	Tegangan Luluh (kgf/mm ²)	Regangan Putus (kgf/mm ²)
1	354.80	18.18	7.56	11.54
2	369.61	18.63	7.57	15.62
Rata-rata	362.21	18.41	7.56	13.58

Tabel 4 Hasil pengujian tarik dengan jenis logam pengisi ER 4043

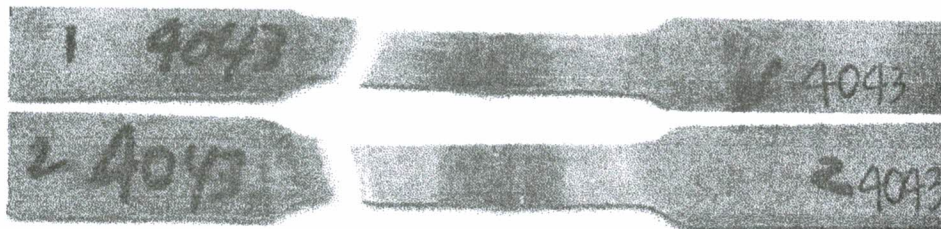
Spesimen	Beban Tarik Max (kgf)	Tegangan Tarik Max (kgf/mm ²)	Tegangan Luluh (kgf/mm ²)	Regangan Putus (kgf/mm ²)
1	371.1	19.33	10.77	11.95
2	398	20.06	8.48	12.23
Rata-rata	384.55	19.69	9.62	12.09

Tabel 5 Hasil pengujian tarik dengan jenis logam pengisi 5056

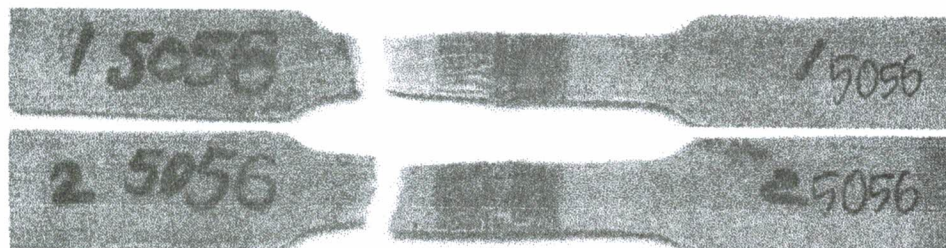
Spesimen	Beban Tarik Max (kgf)	Tegangan Tarik Max (kgf/mm ²)	Tegangan Luluh (kgf/mm ²)	Regangan Putus (kgf/mm ²)
1	346.05	17.58	7.51	10.38
2	388.19	18.24	7.59	14.43
Rata-rata	367.12	17.91	7.55	12.61



Gambar 5 Specimen Hasil Uji Tarik Dengan Filler 2319



Gambar 6 Specimen Hasil Uji Tarik Dengan Filler 4043



Gambar 7 Specimen Hasil Uji Tarik Dengan Filler 5056

4.1 Analisis Hasil Pengujian Kekerasan

Harga distribusi rata-rata kekerasan pada HAZ memiliki harga yang rendah dibandingkan logam induk dan logam lasan pada ketiga jenis logam pengisi yang digunakan pada proses pengelasan GTAW paduan Aluminium 6061 T4, karena terjadinya pengkasaran presipitat atau terbentuknya daerah pelunakan. Pengkasaran atau daerah pelunakan tersebut dikenal dengan istilah overaged region dan hampir seluruh spesimen uji tarik hasil pengelasan mengalami patah di daerah tersebut hal ini dapat dilihat pada gambar 5, 6, dan 7

Dari Tabel 6 bahwa distribusi kekerasan pada

proses pengelasan paduan aluminium 6061-T4 dengan menggunakan ketiga variasi logam pengisi ER 4043 mempunyai nilai kekerasan pada daerah lasan pada umumnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan logam induk hal ini berdasarkan hasil penelitian (Ahmad Kafrawi N) ^(ref 3) disebabkan oleh kontribusi unsur Mg dari logam pengisi dengan kandungan unsur Mg yang tinggi akan larut pada di daerah logam lasan dan disebabkan laju pendinginan yang cepat dan pada daerah tersebut seolah-olah mengalami pengembalian kekerasan dengan larut padat lewat jenuh (*supersaturated solid solution*).

Tabel 6 Hasil pengujian kekerasan Vickers

No	Filler	Daerah Pengujian		
		Logam Induk	HAZ	Logam Lasan
1	2319	76.50	74.00	91.00
		77.00	74.50	87.60
		77.40	75.60	91.80
Rata-rata		76.97	74.70	90.13
2	4043	77.00	77.40	95.00
		77.20	74.50	97.60
		77.40	75.60	97.80
Rata-rata		77.20	74.40	96.80
3	5056	76.50	74.00	80.50
		77.00	73.00	82.00
		77.40	74.00	81.80
Rata-rata		76.97	73.66	81.43

KESIMPULAN

1. Dari ketiga jenis logam pengisi yang digunakan pada proses pengelasan GTAW paduan aluminium 6061-T4 yang mempunyai nilai kekuatan tarik terbesar adalah 19,694 kgf/mm² dengan menggunakan filler ER 4043.
2. Hasil distribusi kekerasan pada proses pengelasan GTAW untuk paduan Aluminium 6061-T4 maka daerah HAZ memiliki nilai kekerasan paling rendah dibandingkan dengan logam induk maupun logam lasan karena terbentuk daerah pelunakan (overaged region).

SARAN

Perlu adanya tindak lanjut penelitian tentang proses ini sehingga nantinya didapat material hasil pengelasan yang mempunyai sifat mekanis yang baik seperti variasi masukan panas, pengujian lebar daerah pengelasan, uji spektrometri pada daerah lasan, dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wiryosumarto Harsono, 1996, Teknologi Pengelasan logam, Jakarta, Pradnya Paramita

2. Committee, AWS Hand Book, 1982, Welding Hand Book, volume IV : Metals and Their Weldability : America Welding Society
3. Ahmad Kafrawi Nasution, "Pengaruh Variasi Jenis Logam Pengisi dan Masukan Panas Pada Pengelasan Aluminium 6013-T4 Dengan Proses GTAW Terhadap Sifat Mekanik", TESIS S-2, ITB, Bandung.
4. Slamet Wahyudi dan Ahmad Efan Nurilmaulidi, "Analisis Pengaruh Variasi Proses Age Hardening Terhadap Sifat Mekanis Hasil Las Paduan Aluminium", Jurnal Teknik, UNBAR, 2000.

BIODATA PENULIS

- * **Martijanti, S.T.,M.T.**, adalah dosen biasa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin.
- Syahminan , S.T.**, adalah dosen biasa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin.