

PROSIDING



SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 5

**MENINGKATKAN DAYA SAING BANGSA LINTUK MENGHADAPI
AC-FTA MELALUI INTENSIFIKASI RISET
YANG MENDUKLING INDUSTRI**

EDITOR :
Oegik Soegihardjo
Joni Dewanto
Fandi Dwiputra Suprianto

Rabu, 25 Agustus 2010

PENERBIT :



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KRISTEN PETRA
Jl. Siwalankerto 121 - 131, Surabaya 60238



SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 5

**“MENINGKATKAN DAYA SAING BANGSA UNTUK
MENGHADAPI
AC-FTA MELALUI INTENSIFIKASI RISET
YANG MENDUKUNG INDUSTRI”
SURABAYA 25 AGUSTUS 2010**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS KRISTEN PETRA
JL.SIWALANKERTO 142-144, SURABAYA 60236**

SAMBUTAN
KETUA PANITIA SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 5
JURUSAN TEKNIK MESIN- FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KRISTEN PETRA SURABAYA

Salam sejahtera,

Selamat datang di kampus Universitas Kristen Petra. Puji syukur kepada Tuhan akhirnya Seminar Nasional Teknik Mesin 5 dapat terselenggara. Ada 43 extended abstrak yang masuk dan 33 di antaranya lolos dari seleksi reviewer. Akhirnya ada 22 judul makalah lengkap yang diterima oleh panitia. Dibandingkan tahun-tahun sebelumnya ada penurunan jumlah peserta yang disebabkan oleh waktu pelaksanaan yang bertepatan dengan seminar serupa di tempat lain. Ke depan kami ingin meningkatkan jumlah peserta dan kualitas makalah yang dipresentasikan, untuk itu mohon masukan dari Bapak & Ibu pemakalah.

Melalui kesempatan ini, saya ingin menyampaikan terima kasih atas partisipasi Bapak dan Ibu pemakalah. Sekaligus kami meminta maaf atas kekurangan dalam pelayanan yang kami berikan mulai sejak publikasi sampai pada pelaksanaan semnas kali ini. Kiranya apa yang kita lakukan dapat memberikan kontribusi kepada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di tanah air.

Selamat berseminar, Tuhan memberkati kitas semua.

Didik Wahjudi
Ketua Panitia

KATA PENGANTAR

Prosiding ini memuat dua puluh dua makalah terpilih, yang dikirim oleh para peneliti, baik yang berasal dari lembaga pendidikan maupun riset di Indonesia, untuk dipresentasikan dalam Seminar Nasional Teknik Mesin 5. Makalah tersebut disusun menjadi tiga kelompok, yaitu, kelompok desain, konversi energi dan manufaktur, masing-masing terdiri dari 6, 7 dan 9 makalah.

Makalah dalam kelompok desain dapat dikategorikan dalam tiga bentuk kegiatan penelitian, yaitu desain, pemodelan dan optimasi. Ida Bagus Putu Sukadana menyampaikan makalah tentang desain dan fabrikasi propeler standar untuk kapal penumpang dan desain konseptual sebuah *hovercraft* untuk patroli di hutan bakau. Untuk mendapatkan geometri rangka sepeda dan proses pembuatan ember plastik yang optimal disampaikan oleh I Made Londen Batan dan Gan Shu San. Sedang Sunardi Tjandra dan Joni Dewanto, menyampaikan sekitar pemodelan dalam pengembangan rancangan alat pengupas kulit mente dan karakteristik traksi maksimum roda kendaraan.

Makalah dalam kelompok konversi energy sebagian besar menyampaikan hasil kajian eksperimental dan terapan, sebagaimana ditulis oleh Prawoto, Nugroho Rekto Prabowo, Sutardi maupun Ekadewi A. Handoyo. Sedang tiga makalah yang lain merupakan hasil kajian keilmuan dalam bentuk studi dan atau penelaahan literatur.

Dalam kelompok manufaktur, yang menonjol adalah makalah tentang proses manufaktur non perautan dan pengembangan material komposit. Pengaruh arus listrik pada hasil proses mesin EDM dan hasil pengelasan SMAW, masing-masing disampaikan oleh Roche Alimin dan Susila Candra. Sedang pengaruh kecepatan putar pada proses pengecoran centrifugal untuk membuat velg sepeda motor, di sampaikan oleh Undiana Bambang. Mohamad Machbubi dan Yudi Surya Irawan menyampaikan hasil penelitian tentang material komposit.

Demikian, kiranya segenap upaya yang telah dilakukan oleh para peneliti melalui intensifikasi riset dapat memberi kontribusi bagi pengembangan pengetahuan dan teknologi yang mampu meningkatkan daya saing bangsa dan industri nasional untuk menghadapi AC-FTA

Editor

SUSUNAN PANITIA

Panitia Pelaksana:

Penasihat	: Ketua Jurusan Teknik Mesin UK Petra.
Ketua Panitia	: Ir.Didik Wahjudi, MSc, M.Eng.
Bendahara	: Ir.Ekadewi A H, MSc.
Editor	: 1. Ir.Oegik Soegihardjo MA, MSc 2. Ir.Joni Dewanto, MS 3. Fandi D Suprianto, ST, MSc
Sekretariat	: Ian Hardianto S, ST, MT.
Konsumsi & Publikasi	: Dra.Gan Shu San, MS.
Perlengkapan	: Roche Alimin, ST, M.Eng,
Acara	: Ir.Soejono Tjitro, MT.Manf.

Reviewer:

1. Prof. Dr. Ir. Eddy Sumarno Siradj, M.Sc.	(UI)
2. Prof. Dr. Ir. Wajan Berata, DEA.	(ITS)
3. Prof. Ir. ING. Wardana, M.Eng., Ph.D.	(UNIBRAW)
4. Dr. Dipl.Ing Ir. Berkah Fajar T.K	(UNDIP)
5. Dr.-ing. Ir. Herman Sasongko	(ITS)
6. Ir. H.R. Soekrisno, MSME., Ph.D.	(UGM)
7. Dr. Ir. Zainal Abidin	(ITB)
8. Dr. Ing Suwandi Sugondo	(PT Agrindo)
9. Dr. Juliana Anggono, ST, M.Sc.	(UK Petra)

DAFTAR ISI

SAMBUTAN KETUA JURUSAN TEKNIK MESIN UK.PETRA	ii
SAMBUTAN KETUA PANITIA	iii
KATA PENGANTAR	iv
SUSUNAN PANITIA	v
DAFTAR ISI	vi
DESAIN	
1. PENGEMBANGAN PROPELLER STANDAR KAPAL PENUMPANG RO-RO 600 GRTDAN EVALUASI KINERJANYA (Ida Bagus Putu Sukadana).	1
2. DESAIN KONSEPTUAL HOVERCRAFT UNTUK PATROLI WILAYAH HUTAN BAKAU(Ida Bagus Putu Sukadana dan Iwayan Suastawa).	9
3. RANCANG BANGUN RANGKA FLEKSIBEL DALAM UPAYA OPTIMASI GEOMETRI RANGKA SEPEDA (I Made Londen Batan, Tri Laksana Suhardiman dan Wajan Brata).	16
4. KARAKTERISTIK TRAKSI MAKSIMUM RODA KENDARAAN MENGGUNAKAN KAJIAN EKSPERIMENT PADA RODA SEPEDA MOTOR (Djoni Dewanto dan Robi Riyanto).	20
5. APLIKASI METODE DESAIN FAKTORIAL UNTUK MENGOPTIMALKAN PROSES PEMBUATAN EMBER PLASTIK (Gan Shu San , Soejono Tjitro dan Daniel A.P Santoso)	24
6. PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN ALAT PENGUPAS BIJI MENTE UNTUK INDUSTRI KECIL PENGOLAHAN BIJI MENTE (Sunardi Tjandra dan Yon Haryono)	31
KONVERSI ENERGI	37
1. STUDI BANDING FABRIKASI PIN BAHAN BAKAR DISPERSI UO ₂ -PADUAN ZR DAN PIN BAHAN BAKAR GENERASI-7 UNTUK PWR (Suwardi)	38
2. SOLAR ENERGY ELECTRIC 4400VA, 3X220V, 50HZ WITH "SLIVER CELLS" AND CHANGEOVER SWITCH BASED PLC FESTO FC-34 (Suprpto Widodo dan Nurman)	45
3. PENGARUH VARIASI BIOETHANOL TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN PEMAKAIAN BAHAN BAKAR KENDARAAN HYBRID (Prawoto dan Bagus Danang Nugroho)	51
4. KESULITAN DARI PENGUKURAN KARAKTERISTIK ALIRAN FLUIDA DI DEKAT DINDING DENGAN ALIRAN LAPIS BATAS TURBULEN (Sutardi)	57

5. ANALISIS PENGARUH PENGATURAN WAKTU INJEKSI BAHAN BAKAR SOLAR DAN VOLUME LPG TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR DIESEL DUAL FUEL LPG-SOLAR (Nugrah Rekto Prabowo)	62
6. PERANCANGAN DAN PENGUJIAN MESIN PENERING TEPUNG TELUR (Ekadewi A. Handoyo, Djatmiko Ichsani, dan Gladius Meythesa)	70
7. RADIAL PROFILE O MEAN AXIAL VELOCITY OF AN INTERMITTENT JET (Hariyo P. S. Pratomo)	74
MANUFAKTUR	80
1. PENGEMBANGAN PADUAN ALUMINIUM SEBAGAI BAHAN STRUKTUR <i>CLADDING</i> ELEMEN BAKAR NUKLIR (M.Husna Al Hasa)	81
② STUDI PENGARUH PARAMETER PROSES PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA MATERIAL St 42 DENGAN METODE RESPONSE SURFACE (Susila Chandra, Yon Haryono, dan Valentine Linardauw)	89
3. PENGARUH FRAKSI BERAT SEMEN TERHADAP SIFAT FISIK DAN KEKUATAN KOMPOSIT SEMEN – SERBUK AREN (<i>Arenga Pinnata</i>) (Mohamad Machbubi, Dody Ariawan, dan Wijang W.R.)	93
4. MENINGKATKAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT Matriks <i>POLYPROPYLENE</i> DENGAN VARIASI FRAKSI VOLUME DAN PERLAKUAN ALKALI PADA SERAT SERABUT KELAPA (Yudy Surya Irawan, R.Adhi Kristia Ramaputera, dan Winarno Yahdi Atmojo)	100
5. PENGARUH KOMBINASI VOLUME FRAKSI VOLUME SERAT TANGKAI KELAPA SAWIT (<i>ELACIS GUINEENSIS</i>) DAN SERBUK TEMPURUNG KELAPA SAWIT (<i>ELACIS GUINEENSIS</i>) TERHADAP SIFAT MEKANIS KOMPOSIT Matrik <i>STARCH</i> TEPUNG GARUT (<i>MARANTHA ERUNDACEA</i>)	105
6. OPTIMASI RAPAT ARUS PROSES CONTINUOUS HARD ANODIZING TERHADAP LAJU KOROSI ALUMINIUM 6061 DENGAN PENGUJIAN KABUT GARAM (Putu Hadi Setyarini, Debbi Ariffudin, Mochamad Muzaki, Endi Sutikno, dan Sugiarto)	112
7. PENGARUH KECEPATAN PUTAR TERHADAP KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIS PADA <i>CENTRIFUGAL CASTING</i> PENGECORAN <i>ALUMINIUM ALLOY VELG</i> SEPEDA MOTOR (Undiana Bambang, Priyo Tri Istanto, dan Mudjijana)	116
8. <i>QUANTITATIVE RISK ASSESSMENT</i> PADA <i>OIL TREATING PLANT STORAGE TANK</i> DI <i>CENTRAL STATION 10 DURI</i> , PT. CHEVRON PASIFIC INDONESIA (IGN Wiratmaja Puja, Atika, dan M. Abdillah)	120
9. STUDI PENGARUH BESAR ARUS DAN ARC ON-TIME PADA <i>ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING (EDM) SINKING</i> TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA DAN KEAUSAN ELEKTRODA (Roche Alimin, Juliana Anggono, dan Rinto Hamdrik)	127



STUDI PENGARUH PARAMETER PROSES PENGELOMAN SMAW TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA MATERIAL St 42 DENGAN METODE RESPONSE SURFACE

Susila Candra, Yon Haryono dan Orris Valentino Linardauw
Teknik Manufaktur, Universitas Surabaya
Jl Raya Kalirungkut Surabaya, Indonesia
Email: susila_c@ubaya.ac.id dan susilac@yahoo.com

Abstrak

Las busur listrik dengan elektroda terbungkus merupakan salah proses pengelasan yang sangat banyak dipakai di industri, dengan problematika yang sangat beranekaragam. Untuk menghasilkan kualitas pengelasan yang baik parameter proses pengelasan harus disesuaikan dengan situasi dan kondisi proses. Banyak faktor yang harus diperhatikan antara lain panas efektif yang dihasilkan, pancaran bunga api dan penetrasi serta kondisi material. Kualitas pengelasan akan mempengaruhi tingkatan kekuatan hasil sambungan/lasan. Penetapan parameter/variable pengelasan tersebut masih banyak yang belum diketahui, terutama jika dikaitkan dengan kondisi proses, peralatan dan lingkungan berbeda. Untuk menghasilkan kekuatan sambungan las yang tinggi pada pengelasan SMAW pada material St 42 tebal 2 mm dengan menggunakan mesin las SMAW NS 350, electrode RB-E6013 maka penelitian ini melakukan optimasi parameter dengan metode response surface. Dari hasil percobaan diketahui semakin besar arus pengelasan yang digunakan akan meningkatkan kekuatan tarik sedangkan meningkatnya kecepatan pengelasan akan menghasilkan penurunan kekuatan tarik. Hasil optimasi didapatkan titik stasioner (X_0) arus = 90 A dan kecepatan pengelasan = 0,21 mm/s. Dari titik stasioner tersebut didapatkan kekuatan tarik sebesar 756,43 MPa.

Kata kunci : las SMAW, arus, kecepatan pengelasan, St 42 dan kekuatan lasan

1. PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi pada akhir-akhir ini membawa banyak perubahan pada dunia industri. Hal ini karena tuntutan pasar yang menginginkan produk dengan kualitas terbaik.

Proses manufaktur khususnya pengelasan, paling banyak dan hampir sebagian besar dipergunakan di Industri Manufaktur dalam membuat sebuah produk. Proses ini biasanya dilakukan pada tahap akhir pembuatan produk yaitu saat *assembling* produk. Problematika proses pengelasan sangat beranekaragam kerana banyak faktor yang mempengaruhi, seperti kondisi proses (penetapan variable/parameter proses), material proses, fasilitas yang dipergunakan, kemampuan operator dan faktor lingkungan.

Untuk proses pengelasan dengan las busur listrik dengan electrode terbungkus penetapan variable proses akan menghasilkan kondisi penetrasi, panas efektif dan kualitas ikatan atom, yang akhirnya akan mempengaruhi kualitas pengelasan.

Untuk mendapatkan penetrasi yang efektif dengan hasil lasan kualitas bagus (kekuatan lasan) membutuhkan optimasi variabel /parameter proses.

Beberapa variable proses yang dapat mempengaruhi kondisi dan kualitas lasan (kekuatan lasan) dengan proses pengelasan SMAW antara lain:

- Tegangan pengelasan
- Besar arus las
- Kecepatan pengelasan
- Polaritas listrik
- Jenis material uji
- Jenis elektroda

Dari ketujuh parameter tersebut dari hasil literatur studi yang paling memberi dampak terhadap hasil pengelasan adalah arus listrik dan kecepatan pengelasan [4],[5].

Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan pengaruh dan model matematis serta optimasi parameter proses: arus pengelasan dan kecepatan pengelasan terhadap kekuatan tarik dari hasil sambungan las

Agar penelitian yang dilakukan terfokus, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

- Mesin yang digunakan SMAW NS 350.
- Pemesinan dilakukan pada material yang berbentuk plat 200x60 mm.
- Temperatur pemotongan dianggap konstan.
- Material yang digunakan St 42.
- Elektroda : RB26-E6013 dia 2,6 mm
- Parameter proses yang divariasikan adalah arus pengelasan dan kecepatan pengelasan.
- Variabel respon adalah kekuatan tarik.
- Kekuatan las dengan pengujian tarik.
- Pengolahan data pengujian dengan *software* MINITAB 14.0

- Pengelasan dilakukan oleh operator yang sudah

ahli untuk seluruh proses pengelasan

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dan optimasi proses pengelasan dengan metode *response surface*, dengan lakukan tahapan seperti dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Tahapan Penelitian

3. SET- UP PERCOBAAN

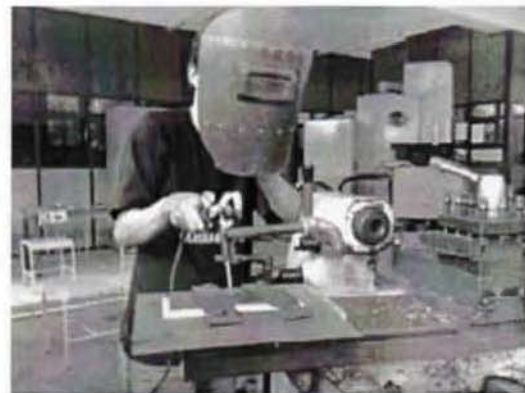
Persiapan alat bantu dan merencanakan langkah percobaan untuk mendapat data. Untuk mengukur kecepatan dipergunakan mesin *turning* dengan memanfaatkan fungsi *feeding* mesin dan menempatkan alat bantu holder dan pencekam pada mesin. (Persiapan dan pembuatan alat bantu dapat dilihat seperti pada gambar 2 dan 3)



Gambar 3. Pencekam

Langkah – langkah pengambilan data pengumpulan data:

- Pemasangan alat bantu pada mesin *turning* dengan sudut pengaturan holder diatur sebesar $60^\circ - 70^\circ$ dimana pengukuran sudut dilakukan dengan menggunakan segitiga yang salah satu sudutnya sebesar 60° .
- Pengaturan kecepatan mesin *turning*: Pengaturan kecepatan dengan mengatur kecepatan makan (*feeding*)
- Pengaturan arus pengelasan
- Pengelasan material



Gambar 4. Proses Pengelasan

Pengelasan material dilakukan sepanjang 25 mm dimana pengelasan dilakukan secara manual dengan bantuan operator. Seperti dapat dilihat pada Gambar 4 kecepatan turun dari elektroda dilakukan secara konstan oleh gerakan tangan dari operator yang sudah ahli.

- Pengujian tarik

Hasil pengelasan kemudian di tarik dengan mengikuti standard pengujian tarin standar JIS Z 2201 dan pengujian tarik ini menggunakan mesin uji Go Tech dengan kapasitas tarik 30 ton.

- Data Elektroda

Elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah elektroda RB 26-E 6013 dengan diameter 2,6 mm produksi Kobe Steel.

- Variabel Arus

Pemilihan besarnya arus harus disesuaikan dengan elektroda yang digunakan. Maka dari itu dengan pertimbangan jenis elektroda RB 26 Ø 2.6 mm dan material St 42 serta berdasarkan rancangan percobaan *second order respone surface* maka masing-masing memiliki tiga level (dengan *coded* variabel -1, 0, 1) dan dua titik aksial (dengan *coded* variabel -1,4142 dan 1.4142) sehingga level-level arus pengelasan ditentukan sebagai berikut :

Tabel 1 Variabel Arus

Variabel	-1,4142	-1	0	1	1,4142
Level (A)	85	85	90	95	100

- Variabel Kecepatan Pengelasan

Kecepatan pengelasan adalah kecepatan pergerakan elektroda selama proses pengelasan. Dengan pertimbangan jenis elektroda RB 26 Ø 2.6 mm dan material ST 42 serta berdasarkan rancangan percobaan *second order respone surface* maka masing-masing memiliki tiga level (dengan *coded* variabel -1, 0, 1) dan dua titik aksial (dengan *coded* variabel -1,4142 dan 1.4142) sehingga level-level kecepatan pengelasan ditentukan sebagai berikut :

Tabel 2 Variabel Kecepatan Pengelasan

Variabel	-1,4142	-1	0	1	1,4142
Level (mm/s)	0,21	0,24	0,34	0,44	0,48

- Perancangan Eksperimen Pendahuluan

Pada eksperimen pendahuluan dilakukan Berdasarkan data yang didapat dari eksperimen

4. HASIL PERCOBAAN

- Data Material ST 42

Material yang digunakan untuk penelitian ini adalah material baja karbon rendah ST 42.

Sifat Mekanis

1. Kekuatan tarik minimum: 46 – 77 Kg/mm²
2. Kekerasan : 69 – 100 *Brinell*

percobaan untuk menentukan besar arus dan kecepatan pengelasan yang digunakan pada eksperimen utama. Ekperimen pendahuluan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan tiga level faktor (dengan *coded* variabel -1, 0, 1). Penentuan level faktor dilakukan dengan cara melakukan percobaan untuk menentukan arus dan kecepatan pengelasan yang menjadi refrensi. Penentuan level faktor didasarkan pada pengalaman operator dan catalog yang disertakan pada saat pembelian elektroda. Arus dan kecepatan yang menjadi refrensi ini menghasilkan hasil sambungan las yang bagus. Penilaian hasil las ini dilakukan visual. Rancangan ekperimen pendahuluan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Rancangan Eksperimen Pendahuluan

No	Coded Variable		Natural Variable	
	X 1	X 2	Arus (A)	Kecepatan (mm/s)
1	-1	-1	85	0.25
2	1	-1	95	0.25
3	-1	1	85	0.44
4	1	1	95	0.44
5	0	0	90	0.34
6	0	0	90	0.34

- Data Eksperimen Pendahuluan

Setelah rancangan telah ditentukan maka dapat dilakukan pengumpulan data. Data rancangan eksperimen pendahuluan dengan respon kekuatan ditunjukkan pada tabel 4

Tabel 4. Data Eksperimen Pendahuluan

No	Coded Variable		Natural Variable		Kekuatan tarik (MPa)
	X 1	X 2	Arus (A)	Kecepatan (mm/s)	
1	-1	-1	85	0.25	703
2	1	-1	95	0.25	723
3	-1	1	85	0.44	709
4	1	1	95	0.44	736
5	0	0	90	0.34	723
6	0	0	90	0.34	736

pendahuluan maka level faktor yang digunakan



adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Variabel dan Level Faktor Penelitian

Variabel	Level Fakt.				
	-1,4142	-1	0	1	1,4142
Kecepatan Pengelasan (mm/s)	0,21	0,24	0,34	0,44	0,48
Arus (A)	80	85	90	95	100

- Perancangan Eksperimen Utama

Eksperimen utama yang dilakukan pada penelitian ini adalah dilakukan percobaan dengan rancangan eksperimen *second order* yang menggunakan tiga level (dengan *coded* variabel -1, 0, 1) dan dua titik aksial (dengan *coded* variabel α -1,4142 dan 1,4142). Rancangan *second order* dapat dilihat pada tabel 6

Tabel 6 Rancangan Eksperimen Utama

No	Coded Variable		Natural Variable	
	X ₁	X ₂	Arus (A)	Kecepatan (mm/s)
1	-1	-1	85	0.25
2	1	-1	95	0.25
3	-1	1	85	0.44
4	1	1	95	0.44
5	-1.414	0	80	0.34
6	1.414	0	100	0.34
7	0	-1.414	90	0.21
8	0	1.414	90	0.48
9	0	0	90	0.34
10	0	0	90	0.34
11	0	0	90	0.34
12	0	0	90	0.34
13	0	0	90	0.34

- Data Percobaan Utama Kekuatan Tarik

Data rancangan utama dengan respon kekuatan tarik ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Data Percobaan Utama Kekuatan tarik

No	Run	Coded Variable		Natural Variable		Kekuatan tarik (MPa)
		X ₁	X ₂	Arus (A)	Kec. (mm/s)	
1	4	-1	-1	85	0.25	703
2	1	1	-1	95	0.25	723
3	5	-1	1	85	0.44	709
4	2	1	1	95	0.44	736
5	10	1.414	0	80	0.34	642
6	6	1.414	0	100	0.34	608
7	8	0	-1.414	90	0.21	834
8	12	0	1.414	90	0.48	686
9	3	0	0	90	0.34	750

10	7	0	0	90	0.34	703
11	13	0	0	90	0.34	723
12	11	0	0	90	0.34	736
13	9	0	0	90	0.34	750

- Model Dugaan Kekuatan Tarik

Penentuan model dugaan dilakukan analisis regresi *response surface* menggunakan *uncoded* variabel. Untuk memudahkan perhitungan, maka digunakan *software* Minitab Ver14.0. Pemilihan model yang tepat dilakukan dengan metode *backward*. Langkah-langkah pemilihan model terbaik adalah :

$$\text{Kekuatan tarik} = -7675,97 + 193,23 x_1 - 1329,91 x_2 - 1,08 x_1^2 + 1564,24 x_2^2$$

Dimana :

x_1 : variabel untuk arus

x_2 : variabel untuk kecepatan pengelasan

Dari data yang didapatkan, maka *analysis of variance* dapat dilihat sebagai berikut :

Response Surface Regression: Kekuatan Tarik versus arus; kcptn

The analysis was done using uncoded units.
Estimated Regression Coefficients for Kekuatan Tarik

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-7675,97	2322,65	-3,305	0,011
arus	193,23	50,58	3,820	0,005
kcptn	-1329,91	1013,16	-1,313	0,226
arus*arus	-1,08	0,28	-3,830	0,005
kcptn*kcptn	1564,24	1451,62	1,078	0,313

S = 33,88 R-Sq = 74,2% R-Sq(adj) = 61,3%

Analysis of Variance for Kekuatan Tarik

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	4	26377,4	26377,4	6594,4	5,75	0,018
Linear	2	4344,6	23117,1	11558,6	10,07	0,007
Square	2	22032,8	22032,8	11016,4	9,60	0,007
Residual Error	8	9181,7	9181,7	1147,7		
Lack-of-Fit	4	7596,5	7596,5	1899,1	4,79	0,079
Pure Error	4	1585,2	1585,2	396,3		
Total	12	35559,1				

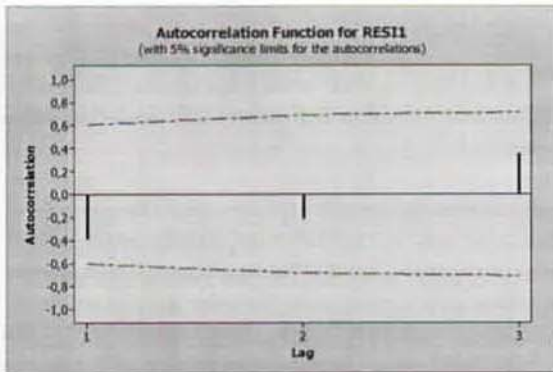
- Pengujian Asumsi Residual Kekuatan Tarik

Setelah pembentukan model matematis maka langkah selanjutnya dilakukan uji apakah model matematis tersebut memenuhi asumsi independen, identik dan terdistribusi normal, seperti yang telah dijelaskan pada landasan teori.

a. Uji Independen

Pengujian asumsi independen dapat dilakukan dengan membuat plot ACF (*Auto Correlation Function*) dengan batas pada $\alpha = 0,05$ dengan tingkat kepercayaan 95% jika residual berada pada batas tersebut maka dapat dikatakan residual

tersebut independen. Untuk nilai $n = 13$ maka nilai $= \pm 0,55$. Dari grafik yang ditunjukkan pada gambar 5 masing masing lag (hubungan antara data ke 1 dan data ke 2 atau antara data ke 1 dan data ke 3 dan seterusnya) berada pada $\pm 0,55$ sehingga dapat disimpulkan bahwa *error* dari model dugaan angka kekuatan tarik independen terpenuhi.

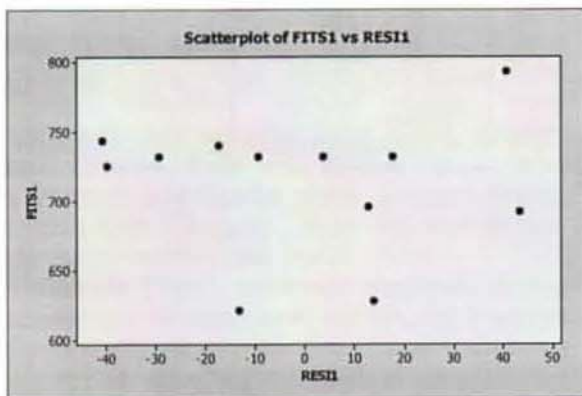


Lag	ACF	T	LBQ
1	-0,381675	-1,38	2,37
2	-0,207277	-0,66	3,13
3	0,351327	1,08	5,54

Gambar 5. Uji Independen Kekuatan tarik

b. Uji Identik

Pengujian asumsi idnetik ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode grafik, yaitu grafik hubungan antara residual dengan variabel dependennya. Apabila titik-titik pada plot tersebut secara acak dan tidak membentuk pola tertentu, maka dapat dikatakan bahwa residual bersifat identik. Gambar 6. memperlihatkan titik menyebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu hal ini berarti bahwa uji asumsi residual untuk model yang harus identik dapat terpenuhi.



Gambar 6. Uji Identik Kekuatan Tarik

Untuk mempertegas penilaian bahwa titik-titik pada

plot tersebut tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu, maka pengujian dilanjutkan dengan menguji regresi antara variabel $\ln(e2)$ terhadap variabel *fits*.

The regression equation is
 $\ln e2 = 0,31 + 0,00777 \text{ FITS1}$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0,310	6,394	0,05	0,962
FITS1	0,007765	0,008917	0,87	0,402

S = 1,44828 R-Sq = 6,4% R-Sq(adj) = 0,0%

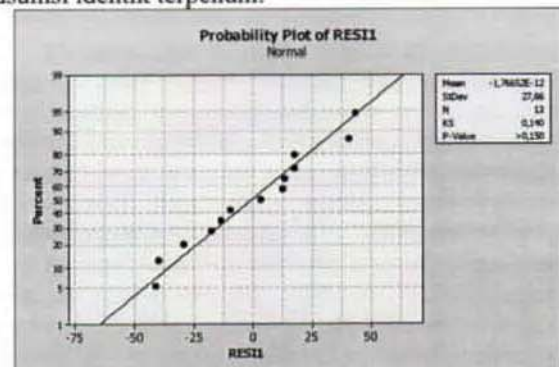
c. Uji Distribusi Normal

Untuk menguji apakah residual terdistribusi normal atau tidak, dilakukan dengan menggunakan *normal probability plot* yang menyatakan probabilitas dari residual suatu respon. Jika plot membentuk garis lurus dari kiri bawah ke kanan atas menunjukkan residual berdistribusi normal. *Kolmogorov-Smirnov normality test* merupakan salah satu pengujian kenormalan residual. Hipotesa yang digunakan:

H_0 : residual berdistribusi normal.

H_1 : residual tidak berdistribusi normal.

Terima H_0 apabila $P_{value} > \alpha$, dari Kolmogorov Smirnov dengan Q-Q plot residual ditunjukkan pada gambar 7 bahwa $P_{value} > \alpha$ artinya asumsi identik terpenuhi.



Gambar 7. Uji Distribusi Normal Kekuatan Tarik

5. INTERPRETASI MODEL

Untuk mengetahui hubungan/kolerasi antara variabel prediktor tersebut dengan respon dapat dilihat dengan tanda koefisien (positif/negatif) dari masing masing prediktor.

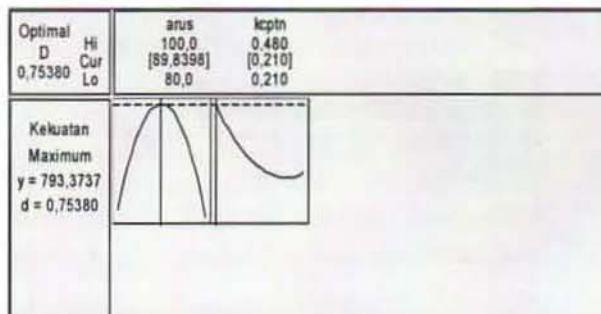
Pada kekuatan tarik terlihat bahwa variabel prediktor yang signifikan adalah x_1 dan x_2 dimana x_1 berkorelasi positif sedangkan x_2 berkorelasi negatif dengan kekuatan tarik. Arus yang semakin besar dapat meningkatkan kekuatan tarik, hal ini disebabkan karena semakin besar arus yang digunakan maka panas yang dihasilkan akan semakin besar sehingga daya tembus dari busur semakin besar. Hal tersebut bertolak belakang dengan kecepatan pengelasan dimana semakin tinggi kecepatan pengelasan maka penetrasi yang

dihasilkan semakin dangkal. Hal tersebut disebabkan karena konsentrasi panas yang diterima material semakin rendah.

6. OPTIMASI

Tujuan dari percobaan adalah untuk menemukan nilai kekuatan tarik maksimum. Untuk memperoleh nilai tersebut maka dilakukan optimasi dengan menggunakan *respon optimizer* dari *software* Minitab ver14.0.

Pada optimasi ini hanya memiliki satu titik stationer untuk mencari nilai maksimum dari kekuatan tarik. Dimana pada optimasi ini digunakan metode *desirability*. Dari perhitungan diatas diperoleh titik stasioner (X_0) $x_1 = 90$ A dan $x_2 = 0,21$ mm/s. sehingga didapatkan nilai kekuatan tarik seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Titik Optimasi

Perhitungan matematis kekuatan tarik adalah sebagai berikut:

$$\text{Kekuatan tarik} = -7675,97 + 193,23x_1 - 1329,91x_2 - 1,08x_1^2 + 1564,24x_2^2$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan tarik} &= -7675,97 + 193,23 (90) - \\ &1329,91 (0,21) - 1,08 (90)^2 + \\ &1564 (0,21)^2 \\ &= 793,37 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka dengan arus 90 A dan kecepatan 0.21mm/s kekuatan tarik yang dihasilkan sebesar 793,37 Mpa.

7. KESIMPULAN

Dari hasil analisis data hasil percobaan yang telah dilakukan pada pembahsan sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Semakin tinggi arus pengelasan, semakin tinggi pula angka kekuatan tarik, sampai batas tertentu kekuatan las menurun. Hal ini karena penetrasi berlebih (dibanding dimensi material) membuat kondisi sebaliknya, yaitu kekuatan semakin menurun.
- Semakin menurun / lambat kecepatan pengelasan sampai batas tertentu, kekuatan tarik cenderung semakin meningkat.
- Model matematik yang menggambarkan hubungan/pengaruh antara kecepatan pengelasan dan arus terhadap kekuatan tarik adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan tarik} &= -7675,97 + 193,23x_1 - \\ &1329,91x_2 - 1,08x_1^2 + \\ &1564,24x_2^2 \end{aligned}$$

- Proses optimasi dari kombinasi arus dan kecepatan terhadap kekuatan tarik diperoleh titik stasioner (X_0) $x_1 = 90$ A dan $x_2 = 0,21$ mm/s. Setelah kita mendapatkan titik stationer, maka kita gunakan titik stationer tersebut untuk mendapatkan hasil yang optimal. Dari perhitungan persamaan diatas didapatkan kekuatan tarik dari material sebesar 793.37Mpa.

Daftar Pustaka

- [1]. Draper, R. Norman. J.A. John. *Journal Response-Surface Design For Quantitativ and Qualitatif Variabels*. 1988
- [2]. Galyen, Jery and Sear, Garry, *Welding Fundamental and Procedures*, John Willey&Sons, Inc, 1984
- [3]. R. K. Sembiring : *Analisis Regresi*, ITB, Bandung. 1995
- [4]. Sonawan, Ir. Hery, *Las Listrik SMAW dan Pemeriksaan Hasil*, Jakarta: Alfabeta, 2003
- [5]. Wiryosumarto, Prof.Dr.Ir. Harsono dan Okumura, Prof.Dr. Toshie, *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta: P.T. Pradnya Paramitha, 1994
- [6]. Wright. John R. & Helsel, Larry D. *Introduction To Material And Process*. Delmar Publishing
- [7]. www.gordonengland.co.uk/product/reference



Panitia Seminar Nasional Teknik Mesin 5

Jurusan Teknik Mesin-Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra

Email to : sntm@peter.petra.ac.id

cc : sntm.petra@gmail.com

Telp : (031) 298-3465, 298-3472

HP : (081) 3306-57948

Fax : (031) 841-7658

ISBN 978-979-25-4414-5



9 789792 544145