

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

DIPA REGULER-UNP

LAPORAN PENELITIAN



MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG	
DITERIMA TEL. :	07 desember 2011
SUMBER HARGA :	H0
KOLEKSI :	K1
NO. INVENTARIS :	333/ H0 (2011-K.10)
KLASIFIKASI :	621.977 KBK k.1

**KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PIPA BAJA
KARBON PADA POSISI PENGELASAN 5G DAN
6G MENGGUNAKAN ELEKTRODA E-7018**

Oleh :

Drs. Irzal, M.Kes	NIP. 19610814 199103 1 004
Hendri Nurdin, MT	NIP. 19730228 200801 1 007
Rifelino, S.Pd	NIP. 19800215 200604 1 001
Drs. Nelvi Erizon, M.Pd	NIP. 19620208 198903 1 002

Penelitian ini dibiayai oleh:
Dana DIPA Universitas Negeri Padang
Surat Keputusan Rektor Nomor: 312/UN35.2/PG/2011
Tanggal 19 Juli 2011

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2011

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN

SUA TU SANGAT ANAK DAN GUNAKAN
SANGAT MEMBU

1. Judul Penelitian : **Kekuatan Sambungan Las Pipa Baja Karbon Pada Posisi Pengelasan 5G Dan 6G menggunakan Elektroda E-7018**
2. Bidang Ilmu : Teknik (Teknologi & Rekayasa)
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Drs. Irzal, M.Kes.
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. NIP : 19610814 199103 1 004
- d. Disiplin Ilmu : Teknik Mesin
- e. Pangkat/Golongan : Penata / III.c
- f. Jabatan : Lektor
- g. Fakultas / Jurusan : Teknik Mesin / Teknik
- h. Alamat : Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar - Padang
- i. Telpon/Faks/E-mail : 0751-7053508
- j. Alamat Rumah : Jl. Teknik Mesin Komplek ITP No. B/10 Gunung Pangilun-Padang
- k. Telpon/Faks/E-mail : Hp. 081363442757
- 4 Jumlah Anggota Peneliti : 2 (dua) Orang
- Nama Anggota 1 : Rifelino, S.Pd
- Nama Anggota 2 : Hendri Nurdin, MT
- 5 Lokasi Penelitian : Lab. Fabrikasi dan Pengujian Bahan Teknik Mesin FT - UNP
- Jumlah biaya Penelitian : Rp 7.500.000,-

Terbilang "Tujuh Juta Lima Ratus Ribu Rupiah"

Mengetahui:
Pembimbing Penelitian



(Dr. Waskito, MT)
NIP. 19610808198602 1 001

Padang, 21 Nopember 2011
Ketua Peneliti



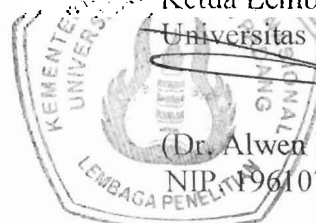
(Drs. Irzal, M.Kes.)
NIP. 19610814 199103 1 004

Mengetahui/Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik UNP



(Dr. Alwen Bentri, M.Pd.)
NIP. 19610722 198903 1 003

Menyetujui:
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang



(Dr. Alwen Bentri, M.Pd.)
NIP. 19610722 198602 1 002

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN PENELITIAN

1. a. Judul Penelitian : **Kekuatan Sambungan Las Pipa Baja Karbon Pada Posisi Pengelasan 5G Dan 6G menggunakan Elektroda E-7018**
- b. Bidang Ilmu : Teknik (Teknologi & Rekayasa)
2. Personalia
 - a. Ketua Peneliti
 - Nama Lengkap dan Gelar : Drs. Irzal, M.Kes.
 - Golongan /Pangkat /NIP : Penata / III.c/19610814 199103 1 004
 - Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Mesin
 - b. Anggota Peneliti 1
 - Nama Lengkap dan Gelar : Rifelino, S.Pd
 - Golongan /Pangkat /NIP : Penata Muda / III.a / 19800215 200604 1 001
 - Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Mesin
 - c. Anggota Peneliti 2
 - Nama Lengkap dan Gelar : Hendri Nurdin, MT
 - Golongan /Pangkat /NIP : Penata Muda Tk. I / III.b / 19730228 200801 1 007
 - Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Mesin
 - d. Anggota Peneliti 3
 - Nama Lengkap dan Gelar : Drs. Nelvi Erizon, M.Pd
 - Golongan /Pangkat /NIP : Pembina Tk. I / IV.b /
 - Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Mesin
3. Laporan Penelitian : Telah direvisi sesuai saran pereviu

Padang, 21 Noember 2011

Pereviu I

Prof. Dr. Suparno, M.Pd
NIP. 19511212 197604 1 001

Pereviu II



Dr. Ambiyar, M.Pd.
NIP. 19550213 198103 1 003

Mengetahui:
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang,



(Dr. Alwen Bentri, M.Pd.)
NIP. 19610722 198602 1 002

**HALAMAN BUKTI KETERLIBATAN MAHASISWA
DALAM PROSES PENELITIAN**

No.	Nama Mahasiswa	NIM	Bentuk Keterlibatan	Tanda Tangan Mahasiswa
1.	Zakartun Yasman	87747 / 2007	Pengumpul data dan pengembangan instrumen pengujian	
2.	Ricko Febrio	00618 / 2008	Pengelasan dan Pemotongan Benda Uji	

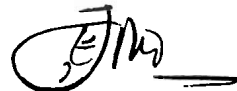
Menyetujui:
Dosen Pembimbing Penelitian



(Dr. Waskito, MT)
NIP. 19610808198602 1 001

Padang, 21 Nopember 2011

Ketua Peneliti



Drs. Irzal, M.Kes
NIP. 19610814 199103 1 004

PENGANTAR

Kegiatan penelitian mendukung pengembangan ilmu serta terapannya. Dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian integral dari kegiatan mengajarnya, baik yang secara langsung dibiayai oleh dana Universitas Negeri Padang maupun dana dari sumber lain yang relevan atau bekerja sama dengan instansi terkait.

Sehubungan dengan itu, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang bekerjasama dengan Pimpinan Universitas, telah memfasilitasi peneliti untuk melaksanakan penelitian tentang *Kekuatan Sambungan Las Pipa Baja Karbon Pada Posisi Pengelasan 5G Dan 6G menggunakan Elektroda E-7018*, sesuai dengan surat perjanjian Penelitian DIPA Anggaran 2011 Nomor: 312/UN35.2/PG/2011 Tanggal 19 Juli 2011.

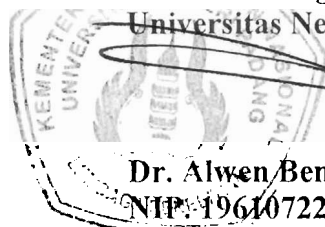
Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pembangunan, khususnya yang berkaitan dengan permasalahan penelitian tersebut di atas. Dengan selesainya penelitian ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang akan dapat memberikan informasi yang dapat dipakai sebagai bagian upaya penting dalam peningkatan mutu pendidikan pada umumnya. Di samping itu, hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan masukan bagi instansi terkait dalam rangka penyusunan kebijakan pembangunan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pembahas usul dan laporan penelitian, kemudian untuk tujuan diseminasi, hasil penelitian ini telah diseminarkan ditingkat Universitas. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya dan khususnya peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu terlaksananya penelitian ini, terutama kepada pimpinan lembaga terkait yang menjadi objek penelitian, responden yang menjadi sampel penelitian, dan tim penerviu Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang. Secara khusus, kami menyampaikan terima kasih kepada Rektor Universitas Negeri Padang yang telah berkenan memberi bantuan pendanaan bagi penelitian ini. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerjasama yang terjalin selama ini, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan dan semoga kerjasama yang baik ini akan menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Terima kasih.

Padang, November 2011
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang,



Dr. Alwen Bentri, M.Pd.
NIP. 19610722 198602 1 002

RINGKASAN

Prosedur pengelasan kelihatan sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalamnya memerlukan bermacam-macam pengetahuan berdasarkan definisi las. Ikatan metalurgi pada sambungan logam atau paduan logam yang dilaksanakan dalam keadaan cair menjadi prinsip utama dalam pengelasan. Proses pengelasan dapat menyebabkan perubahan sifat mekanik, fisik, kimia, serta struktur dari bahan yang di las, yang dapat berpengaruh terhadap kekuatan dari sambungan las. Dari pengamatan yang telah dilakukan penurunan kualitas las pada umumnya disebabkan oleh cara pengelasan yang tidak tepat. Prosedur pengelasan sebenarnya telah ditetapkan dalam berbagai standard, namun standard tersebut belum merupakan jaminan kualitas untuk mendapatkan hasil las sebagai yang telah diharapkan. Kekuatan sambungan las pada penyambungan pipa baja karbon sangat sukar ditentukan secara perhitungan teoritis, sebab kemampuan juru las (*skill*) serta posisi pengelasan 5G dan 6G tidak bisa diabaikan begitu saja dalam menjamin kekuatan sambungan las. Dalam penelitian ini digunakan bahan pipa baja karbon yang dilakukan pengelasan dengan las busur listrik berselaput (SMAW). Pada pengelasan ini menggunakan elektroda E-7018 dengan posisi pengelasan 5G dan 6G. Pembuatan spesimen sesuai dengan standar uji tarik ASTM E8-M. Penentuan posisi pengambilan spesimen uji pada pipa digunakan standard spesifikasi ASME SECTION IX atau API 1104. Pengujian sifat mekanik spesimen uji digunakan mesin uji tarik (*Tension Testing Machine*). Hasil dari penelitian ini diperoleh nilai tegangan rata-rata pada posisi pengelasan 5G sebesar $44,80 \text{ Kg/mm}^2$ dan pada posisi pengelasan 6G sebesar $43,24 \text{ Kg/mm}^2$. Hal ini membuktikan bahwa adanya pengaruh posisi pengelasan pipa 5G dan 6G yang dilakukan pada pengelasan sambungan pipa terhadap kekuatannya. Kegagalan atau putusya spesimen uji pada pengujian tarik yang dilakukan berada pada daerah logam induk (*base metal*). Kondisi ini menunjukkan bahwa kekuatan sambungan las lebih baik dibandingkan bahan pipa tersebut dan ini lebih dipengaruhi pada penggunaan elektroda E-7018. Pengelasan dengan posisi 5G, Heat Affected Zone (HAZ) lebih merata yang disebabkan posisi pengelasan pipa. Karena aliran metal cair akibat pengaruh gravitasi pada sambungan lasnya merata dibandingkan pengelasan pada posisi 6G.

Kata kunci: *Pengelasan, pipa baja, elektroda, posisi pengelasan, tegangan tarik*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN IDENTITAS	ii
HALAMAN BUKTI KETERLIBATAN MAHASISWA	iii
A. LAPORAN HASIL PENELITIAN	
PENGANTAR	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Perumusan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Pengelasan	4
B. Baja Karbon dan Pengelasannya	5
C. Las SMAW (<i>Shielded Metal Arc Welding</i>)	7
D. Kawat Las (Elektroda)	9
E. Pengelasan pada Pipa	11
F. Parameter Yang Mempengaruhi Hasil Las	14
G. Pengujian Sambungan Las	15
H. Kekuatan Tarik	15
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	18
A. Tujuan Penelitian	18
B. Manfaat Penelitian	18
BAB IV METODE PENELITIAN	19
A. Jenis Penelitian	19
B. Waktu dan Tempat	19
C. Bahan	19
D. Peralatan	20
E. Metode Pelaksanaan Penelitian	21
F. Setup Peralatan dan Pengukuran	23
G. Pengamatan dan Pengolahan Data	23
H. Jadwal Kegiatan	24
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Hasil Penelitian	25
B. Pembahasan	26
C. Kalkulasi Perhitungan Hasil Uji Tarik	28

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	30
A. Kesimpulan	30
B. Saran	31
DAFTAR KEPUSTAKAAN	32
LAMPIRAN	33

DAFTAR TABEL

	Halaman	
Tabel 1	Klasifikasi Baja Karbon	5
Tabel 2	Klasifikasi Baja menurut tingkat Deoksidasi	6
Tabel 3	Spesifikasi Elektroda Terbungkus dari Baja Lunak	10
Tabel 4	Diameter Elektroda dengan Arus Pengelasan	11
Tabel 5	Batas komposisi Kimia Bahan Las	11
Tabel 6	Jadwal Kegiatan Penelitian	25
Tabel 7	Data Hasil Pengujian Tarik Sambungan Las	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tabulasi Data Pengujian Tarik Sambungan Pipa Posisi Pengelasan 5G Menggunakan E.7018 untuk Spesimen 1	34
Lampiran 2 Tabulasi Data Pengujian Tarik Sambungan Pipa Posisi Pengelasan 5G Menggunakan E.7018 untuk Spesimen 2	35
Lampiran 3 Tabulasi Data Pengujian Tarik Sambungan Pipa Posisi Pengelasan 5G Menggunakan E.7018 untuk Spesimen 3	36
Lampiran 4 Tabulasi Data Pengujian Tarik Sambungan Pipa Posisi Pengelasan 6G Menggunakan E.7018 untuk Spesimen 1	37
Lampiran 5 Tabulasi Data Pengujian Tarik Sambungan Pipa Posisi Pengelasan 6G Menggunakan E.7018 untuk Spesimen 2	38
Lampiran 6 Tabulasi Data Pengujian Tarik Sambungan Pipa Posisi Pengelasan 6G Menggunakan E.7018 untuk Spesimen 3	39
Lampiran 7 Biodata Ketua dan Anggota Peneliti	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 1	Las busur dengan elektroda terbungkus	8
Gambar 2	Daerah-daerah transformasi fasa pada <i>HAZ</i> material Pengerasan Transformasi	8
Gambar 3	Elektroda terbungkus	10
Gambar 4	Berbagai posisi pengelasan menurut ASME	12
Gambar 5	Sambungan pipa pengelasan kombinasi las busur listrik	13
Gambar 6	Bentuk kampuh sambungan las	13
Gambar 7	Kampuh las untuk sambungan pipa T	14
Gambar 8	Pipa Baja Karbon	20
Gambar 9	Elektroda E-7018	20
Gambar 10	Geometri dan Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM E8-M	20
Gambar 11	Transformator Las Listrik	21
Gambar 12	Tension Testing Machine (Universal Unit)	21
Gambar 13	Penunjukan kedudukan las dengan analog jarum jam	22
Gambar 14	Arah pengelasan pipa	22
Gambar 15	Spesimen Uji Tarik Pipa Baja Karbon	23
Gambar 16	Susunan Alat Uji Tarik Statis	24
Gambar 17	Spesimen uji setelah dilakukan pengujian tarik	26
Gambar 18	Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen pada Posisi Pengelasan 5G Menggunakan Elektroda E-7018	27
Gambar 19	Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen pada Posisi Pengelasan 6G Menggunakan Elektroda E-7018	28

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Prosedur pengelasan kelihatan sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalamnya memerlukan bermacam-macam pengetahuan berdasarkan definisi las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau paduan logam yang dilaksanakan dalam keadaan cair. Berarti las adalah sambungan setempat dari beberapa jenis logam dengan menggunakan energi panas. Secara umum pengelasan merupakan penyambungan material yang banyak digunakan dan cukup handal karena fungsinya cukup penting dalam konstruksi atau desain suatu produk. Proses pengelasan dapat menyebabkan perubahan sifat mekanik, fisik, kimia, serta struktur dari bahan yang di las, yang dapat berpengaruh terhadap kekuatan dari sambungan las. Pengujian dan pemeriksaan las dalam hal ini dilakukan untuk kepentingan berbagai pihak. Pihak-pihak yang berkepentingan dalam hal ini adalah produsen, konsumen dan pihak ketiga misal lembaga-lembaga akademi dan sebagainya. Pemeriksaan dan pengujian las dapat memberikan berbagai informasi penting diantaranya kekuatan konstruksi las dan menjamin mutu hasil pengelasan.

Dari pengamatan yang telah dilakukan penurunan kualitas las pada umumnya disebabkan oleh cara pengelasan yang tidak tepat. Adapun cara pengelasan adalah merupakan salah satu hal yang sangat menentukan bagi kualitas las disamping faktor-faktor lainnya seperti misalnya temperatur pengelasan, jenis kawat las yang digunakan dan sebagainya. Prosedur pengelasan sebenarnya telah ditetapkan dalam berbagai standard, namun standard tersebut belum merupakan jaminan kualitas untuk mendapatkan hasil las sebagai yang telah diharapkan. Karena kekuatan sambungan las sangat sukar ditentukan secara perhitungan teoritis, sebab kemampuan juru las (*skill*) dari posisi pengelasan tidak bisa diabaikan begitu saja dalam menjamin kekuatan sambungan las.

Biasanya pengelasan harus dilakukan pada posisi tertentu karena mengikuti rancangan suatu konstruksi seperti pengelasan jaringan pipa, pengelasan langit-langit/plafon bangunan, pada pojok bangunan, diatas lantai dan

sebagainya. Dalam bidang pemipaan sistem sambungan las banyak digunakan untuk menyambung komponen pemipaan seperti komponen siku, sambungan-T, *reducer*, *flange* dan berbagai macam sambungan pipa dengan peralatan. Terlebih lagi pada proses pengelasan berkelanjutan yaitu suatu konstruksi memerlukan pengelasan yang berurutan dan cepat dengan posisi pengelasan yang berbeda-beda. Dengan adanya keharusan posisi pengelasan tertentu, maka akan memberikan hasil yang berbeda terhadap kekuatan dan kekerasan hasil lasan (Howard B.C, 1994). Untuk mengurangi kemungkinan tidak terjaminnya kekuatan sambungan las, adalah perlu melibatkan berbagai pihak yang relevan secara berkesinambungan, dan perlu adanya kesamaan pendapat serta pengertian agar saling memberikan masukan dan pengawasan yang positif.

Berdasarkan wacana tersebut, maka dipandang perlu dilakukan suatu kajian mengenai kekuatan sambungan las pipa baja karbon dengan posisi pengelasan 5G dan 6G. Dalam hal ini pengaruh posisi pengelasan mempunyai peran ketika melakukan pengelasan pipa yang memiliki kekuatan sambungan cukup kuat.

B. Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut, dapat diidentifikasi masalah-masalah yang dapat diteliti sebagai berikut :

1. Kualitas atau mutu sambungan las
2. Prosedur pengelasan standar
3. Metode posisi pengelasan
4. Pengelasan sambungan pipa dengan posisi 5G dan 6G
5. Kekuatan sambungan las

C. Batasan Masalah

Dalam menentukan kualitas sambungan las sangat banyak parameter yang harus ditentukan. Namun dalam penelitian ini hanya dibatasi untuk parameter kekuatan tarik sambungan las pada posisi pengelasan 5G dan 6G. Jenis las yang digunakan Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan elektroda jenis E-7018. Posisi pipa baja karbon (*carbon steel*) yang dilas ada dalam dua posisi,

yaitu posisi pipa vertikal tetap dan posisi pipa horizontal tetap, karena kedua posisi ini bisa mencakup posisi lainnya antara kedudukan 0 sampai 90°.

D. Perumusan Masalah

Kualitas dan kekuatan sambungan las sangat dipengaruhi oleh posisi pengelasan yang dilakukan. Pengujian dan pemeriksaan sambungan las merupakan hal yang sangat menentukan dalam bidang teknik pengelasan logam. Pemeriksaan kekuatan ini lebih penting lagi dalam pengelasan pipa. Hal ini disebabkan karena bentuk pipa yang bulat, maka posisi pengelasannya sangat memerlukan kekuatan sambungan lasnya dari satu posisi ke posisi lainnya untuk menentukan hasil yang optimal. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka permasalahan yang diteliti dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana melakukan pengelasan pipa dengan posisi 5G dan 6G menggunakan elektroda E-7018?
2. Berapa besar kekuatan tarik sambungan las pipa pada posisi pengelasan 5G dan 6G menggunakan elektroda E-7018?

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengelasan

Pengelasan (welding) merupakan salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. Definisi las menurut DIN (Deutsche Industrie Normen) adalah ikatan metalurgi pada logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan cair atau lumer. Jadi pengelasan dapat diartikan dengan suatu proses menyambung logam dengan menggunakan energi panas, dalam keadaan cair dengan menggunakan bahan tambah atau tanpa bahan tambah. Mengelas menurut Alip (1989) adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (*filler metal*) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya.

Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang digunakan.

Penggunaan teknologi las sampai saat ini sangat memegang peranan penting dalam masyarakat industri modern, dimana penerapannya banyak digunakan dalam industri-industri, misalnya kontruksi perkapalan, jembatan, rangka baja, kendaraan rel dan lain sebagainya.

Disamping untuk fabrikasi, proses las juga digunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang-lubang pada coran, mengelas bahan besi cor yang mengalami cacat, seperti retak, patah, aus, membuat lapisan keras pada perekat, dan mempertebal bagian yang sudah aus.

B. Baja Karbon dan Pengelasannya

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada besarnya unsur karbon pada baja tersebut karena itu dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya yaitu Baja karbon rendah memiliki unsur C < 0,30% ; Baja karbon sedang memiliki unsur C = (0,30 sampai 0,45)% ; Baja karbon tinggi memiliki unsur C = (0,45 sampai 0,70)%. Bila kadar karbon naik, kekuatan dan kekerasannya juga bertambah tinggi tetapi perpanjangannya menurun. Baja karbon rendah dengan unsur C < 0,30%, baja ini mempunyai sifat mampu las yang baik perpanjangan yang tinggi serta kekuatan yang rendah.

Sifat mampu las adalah kemampuan suatu logam yang dikerjakan dengan proses pengelasan untuk menyatu tanpa terjadi cacat, retak, perubahan bentuk, dan dapat digunakan baik menurut desain. Klasifikasi dari baja karbon dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Baja Karbon (Tata Surdia, 1999)

Jenis dan kelas		Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (kg/mm ²)	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekerasan Brinell	Penggunaan
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0,08	18 - 28	32 - 36	40 - 30	95 - 100	Pelat tipis Batang kawat
	Baja sangat lunak	0,08-0,12	20 - 29	36 - 42	40 - 30	80 - 120	
	Baja lunak	0,12-0,20	22 - 30	38 - 48	36 - 24	100 - 130	
Baja karbon sedang	Baja setengah lunak	0,20-0,30	24 - 36	44 - 55	32 - 22	112 - 145	Konstruksi umum Komponen mesin
	Baja setengah keras	0,30-0,40	30 - 40	50 - 60	30 - 17	140 - 170	
Baja karbon tinggi	Baja keras	0,04 0,50	34 - 46	58 - 70	26 - 14	160 - 200	Perkakas, Rel, pegas dan kawat piano
	Baja sangat keras	0,50 0,80	36 - 47	65 - 100	20 - 11	180 - 235	

Baja karbon rendah yang disebut juga baja lunak banyak sekali digunakan untuk konsumsi umum. Baja karbon ini dibagi lagi dalam baja kil, baja semi-kil, dan baja rim, dimana penamaanya didasarkan atas persyaratan deoksidasi, cara pembekuan dan distribusi rongga atau lubang halus di dalam ingot. Klasifikasi baja menurut tingkat deoksidasi dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Baja menurut tingkat Deoksidasi (Tata Surdia, 1999)

Kelas baja	Tingkat Deoksidasi	Jenis Baja	Komposisi kimia (%)			Cara Deoksidasi	Rongga Halus	Pemisahan	Rongga Penyusutan
			C	Si	Mn				
Baja rim	Rendah	Baja karbon rendah	>0,3	<0,01	0,025-0,45	Fe Mn	Banyak	Banyak	Sedikit sekali
Baja semi-kil	Sedang	Baja Karbon	<1,0	0,01-0,1	0,45-0,8	Fe Mn Fe Si (dalam tungku)	Sedikit	Sedikit	Sedikit
Baja kil	Tinggi	Baja Karbon Khusus	<1,5	>0,10	>0,3	Fe Si, Si (dalam ladle)	Hampir tidak ada	Hampir tidak ada	Banyak

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi mampu las dari baja karbon rendah adalah kekuatan tarik dan kepekaan terhadap retak las. Kekuatan tarik pada baja karbon rendah dapat dipertinggi dengan menurunkan kadar karbon C dan menaikkan kadar mangan Mn. Suhu transisi dari kekuatan takik menjadi turun dengan naiknya harga perbandingan Mn/C. Di dalam baja rim terdapat pemisahan antara kulit dan bagian dalam yang menyebabkan kekuatan takik baja ini menjadi lebih rendah bila dibanding dengan baja kil dan baja semi kil. Sifat Mampu las adalah sifat menyatu logam las dengan logam induk yang cair pada waktu membeku (*compatibility*), sifat guna pakai hasil sambungan las sesuai dengan desain (*Service Ability*), sifat logam yang di las memiliki sifat-sifat mekanik yang lebih baik/kuat (*Mechanical Ability*). Baja yang mempunyai kandungan karbon (C) akan mempengaruhi sifat mampu las dari baja tersebut. Baja karbon rendah mempunyai kepekaan retak las yang rendah bila dibandingkan dengan baja karbon medium, tinggi dan baja paduan.

Pengelasan yang banyak digunakan untuk baja paduan rendah adalah las busur elektroda terbungkus, las busur rendam dan las MIG (las logam gas mulia). Perubahan struktur daerah las selama pengelasan, karena adanya pemanasan dan pendinginan yang cepat menyebabkan daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) menjadi keras. Kekerasan yang tertinggi terdapat pada daerah HAZ.

C. Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

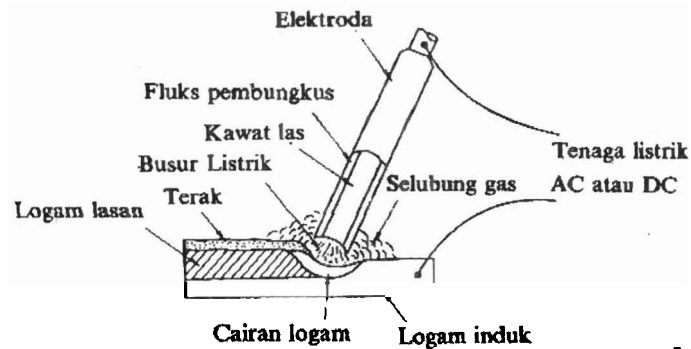
Jenis las yang digunakan dalam berbagai pengelasan sangat beragam. Beberapa jenis las diantaranya adalah Las Oksiasitelin, Las busur listrik berselaput (SMAW), Las busur listrik elektroda *tungsten/ TGA (Gas Tungsten Arc) Welding*, Las busur listrik elektroda logam terumpan/GMA (*Gas Metal Arc Welding*), Las busur rendam/*Submerged Arc Welding*, Las TIG, Las MIG dan sebagainya. Dalam penggunaan dari masing-masing jenis las ini disesuaikan dengan kebutuhannya. Pada pengelasan pipa umumnya digunakan las busur listrik elektroda berselaput (SMAW), karena kemampuannya untuk pengelasan pada semua posisi dan mutu las lebih baik jika dibandingkan dengan jenis las lain. Namun tidak jarang juga digunakan pada pengelasan konstruksi kapal dan pelapisan keras pada pekerjaan perawatan.

Dalam proses pengelasan jenis las SMAW, logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa *fluks*. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kampuh las. Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar.

Pola pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan *fluks* yang digunakan. Bahan *fluks* yang digunakan untuk membungkus elektroda selama pengelasan mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair yang terkumpul di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi (Gambar 1).

Saat terjadi proses pengelasan, logam induk akan mendapatkan atau menerima panas, dengan adanya panas ini akan menyebabkan temperatur logam naik, oleh sebab itu di sekitar daerah lasan akan mengalami siklus termal cepat

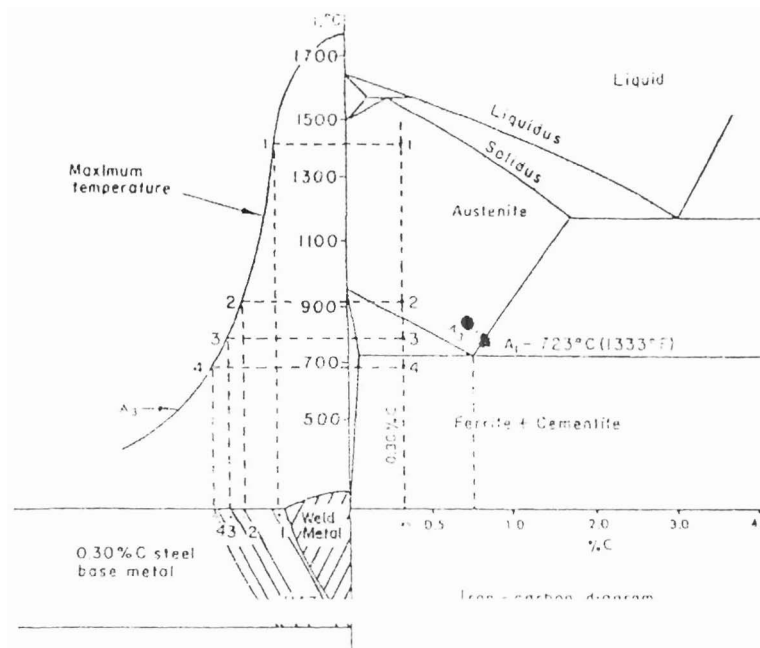
sehingga terjadi perubahan struktur mikro yang rumit, deformasi, dan tegangan termal yang berhubungan dengan sifat mekanik, cacat, retak dari logam induk.



Gambar 1. Las busur dengan elektroda terbungkus (Wiryosumarto, 2008)

Siklus Termal Daerah Las

Daerah pengalasan (Gambar 2) terdiri dari 3 bagian yaitu logam lasan, daerah pengaruh panas (*head affeted Zone*) dan logam induk yang tak terpengaruhi.



Gambar 2. Daerah-daerah transformasi fasa pada HAZ material Pengelasan Transformasi (Bagjo Habsono, 2007 : 10)

Logam las adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Daerah pengaruh panas atau daerah HAZ adalah logam

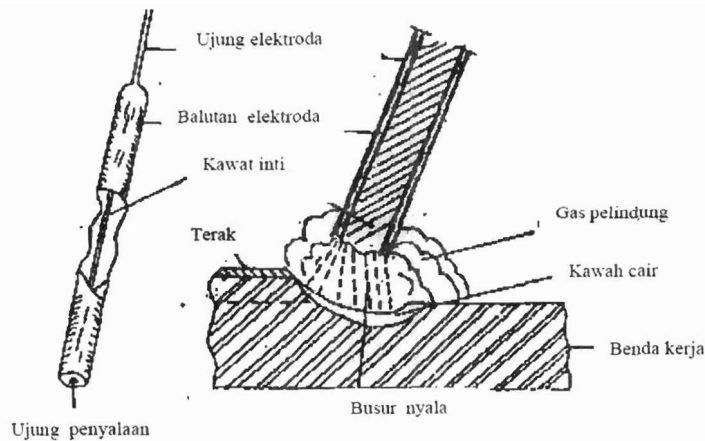
dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat.

Logam induk tak terpengaruhi adalah bagian logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan struktur dan sifat. Disamping ketiga pembagian utama tersebut masih terdapat daerah khusus yang membagi logam las dan daerah terpengaruh panas yang disebut *Batas Las*.

Selain perubahan sifat metalurgi pada logam induknya disekitar daerah pengelasan, tegangan sisa juga akan timbul karena pengaruh dari penjepitan, karena adanya urutan proses pengerasan. Tetapi tegangan sisa biasanya tidak terlalu besar pengaruhnya, dalam beberapa hal suatu perlakuan panas yang ringan pada suatu pengelasan dapat memperkecil tegangan tersebut. Bila bagian-bagian yang akan di las tebal maka perlu diberikan pemanasan awal sebelum proses pengelasan.

D. Kawat Las (Elektroda)

Pengelasan dengan menggunakan las busur listrik memerlukan kawat las (elektroda) yang terdiri dari satu inti terbuat dari logam yang dilapisi lapisan dari campuran kimia (Gambar 3). Fungsi dari elektroda sebagai pembangkit dan sebagai bahan tambah. Elektroda terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang berselaput (*fluks*) dan tidak berselaput yang merupakan pangkal untuk menjepit tang las. Fungsi dari *fluks* adalah untuk melindungi logam cair dari lingkungan udara, menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur. Hal yang kurang menguntungkan adalah busur listriknya kurang mantap, sehingga butiran yang dihasilkan agak besar dibandingkan jenis lain. Dalam pelaksanaan pengelasan memerlukan juru las yang sudah berpengalaman. Sifat mampu las *fluks* ini sangat baik maka biasa digunakan untuk konstruksi yang memerlukan tingkat pengaman tinggi.



Gambar 3. Elektroda terbungkus (Arifin, 1997)

Standarisasi pengelasan di negara-negara industri elektroda las terbungkus sudah banyak yang distandarkan berdasarkan penggunaannya. Elektroda terbungkus sudah banyak yang distandarkan penggunaannya, standarisasi elektroda berdasarkan AWS-ASTM didasarkan pada jenis *fluks*, posisi pengelasan dan arus las. Spesifikasi elektroda untuk baja karbon berdasarkan jenis dari lapisan elektroda (*fluks*), jenis listrik yang digunakan, posisi pengelasan dan polaritas pengelasan terdapat pada Tabel 3. Pada Tabel 4 diperlihatkan hubungan Diameter Elektroda dengan Arus Pengelasan. Batas komposisi Kimia Bahan Las (Tabel 5).

Tabel 3. Spesifikasi Elektroda Terbungkus dari Baja Lunak (Wiryosumarto, 2004).

Klasifikasi AWS-ASTM	Jenis Fluks	Posisi* pengelasan	Jenis Listrik	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Kekuatan luluh (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)
Kekuatan tarik terendah kelompok E 60 setelah dilaskan adalah 60.000 psi atau 42,2 kg/mm ²						
E6010	Natrium selulosa tinggi	F, V, OH, H	DC polaritas balik	43,6	35,2	22
E6011	Kalium selulosa tinggi	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas balik	43,6	35,2	22
E6012	Natrium titania tinggi	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas lurus	47,1	38,7	17
E6013	Kalium titania tinggi	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas ganda	47,1	38,7	17
E6020	Oksida besi tinggi	H-S	AC atau DC polaritas lurus	43,6	35,2	25
		F	AC atau DC polaritas ganda			
E6027	Serbuk besi, oksida besi	H-S	AC atau DC polaritas lurus	43,6	35,2	25
		F	AC atau DC polaritas ganda			
Kekuatan tarik terendah kelompok E70 setelah dilaskan adalah 70.000 psi atau 49,2 kg/mm ²						
E7014	Serbuk besi, titania	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas ganda			17
E7015	Natrium hidrogen rendah	F, V, OH, H	DC polaritas balik			22
E7016	Kalium hidrogen rendah	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas balik			22
E7018	Serbuk besi, hidrogen rendah	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas balik	50,5	42,2	22
E7024	Serbuk besi, titania	H-S, F	AC atau DC polaritas ganda			17
E7028	Serbuk besi, hidrogen rendah	H-S, F	AC atau DC polaritas balik			22

Tabel 4. Diameter Elektroda dengan Arus Pengelasan (Howard B .C, 1998)

Diameter Elektroda (mm)	Arus (Ampere)
2,5	60 - 90
2,6	60 - 90
3,2	80 - 130
4,0	150 - 190
5,0	180 - 250

Tabel 5. Batas komposisi Kimia Bahan Las (Sri, Whidarto, 2007: 3)

KLASIFIKASI AWS	PERSENTASE MAKSIMUM KOMPOSISI BAHAN KIMIA ^{(a) (b) (c)}					
	MANGAN	SILICON	NIKEL	CHROM	MOLYBDEN	VANADIUM
E 6010, E 6011 E 6012, E 6013 E 6020, E 6022 E 6022	TIDAK ADA LIMIT KHUSUS					
E 7018 ^(d) , E 7027	1,6	0,7	0,3	0,2	0,3	0,08
E 7014, E 7015 E 7016, E 7024 E 7028, E 7048	1,25	0,9	0,3	0,2	0,3	0,06

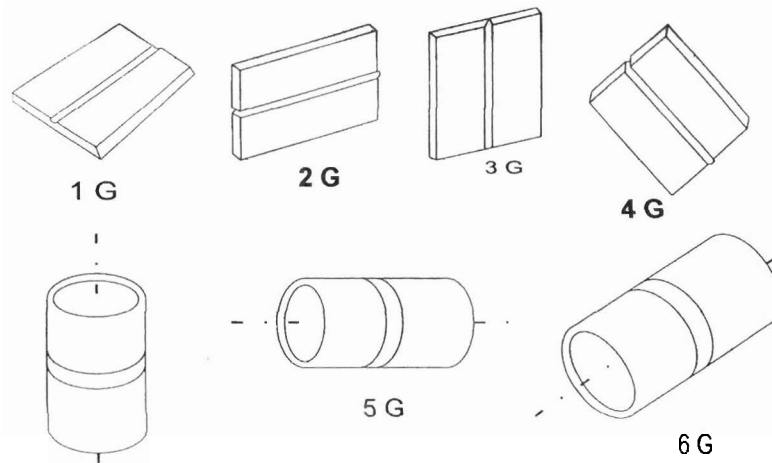
E. Pengelasan pada Pipa

Saluran pipa adalah suatu alat transportasi untuk memindahkan cairan atau gas seperti minyak, air, gas alam dan lain-lainnya. Saluran pipa dibagi dalam dua macam yaitu saluran hantar dan saluran pembagi. Sistem saluran pipa di dalam pabrik, karena syarat instalasi yang berbeda biasanya dimasukkan dalam kelompok saluran pipa.

Pengelasan saluran pipa merupakan pengelasan penyambungan yang dilakukan di lapangan. Karena itu pengelasan selama proses pembuatan pipanya sendiri tidak termasuk dalam klasifikasi ini. Karena kekhususannya tersebut maka dalam pengelasan saluran pipa ada beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti dijelaskan berikut ini. Pertama, pengelasan hanya dilakukan satu pihak saja, yaitu pihak luar, maka mutu dari las akar harus diperhatikan dengan sungguh-sungguh.

Kedua, karena bila ada kerusakan akan mengganggu seluruh sistem maka kekuatan dan mutunya harus terjamin.

Pipa dari bahan baja karbon banyak digunakan sebagai pipa minyak dan gas. Dalam sistem perpipaan sering menggunakan sistem penyambungan las. Kriteria dan klasifikasi cara pengelasan serta elektroda las yang digunakan pada pengelasan pipa disesuaikan dengan kebutuhan. Banyaknya cara pengelasan antara lain karena banyaknya jenis logam yang harus di las. Pada dasarnya posisi pengelasan ada empat yaitu Posisi datar, Posisi tegak, Posisi horizontal, Posisi atas kepala. Karena pipa berbentuk bulat maka keempat posisi pengelasan tersebut tidak rata tetapi berubah sedikit demi sedikit dari satu posisi ke posisi pengelasan yang lain. Menurut standard ASME posisi pengelasan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 dapat dilihat berbagai posisi pengelasan dari 1G sampai 6G hanya saja dapat dibedakan dari posisi pengelasan 3G, 5G, dan 6G untuk pelat pipa dan dapat dilakukan untuk arah naik dan turun.



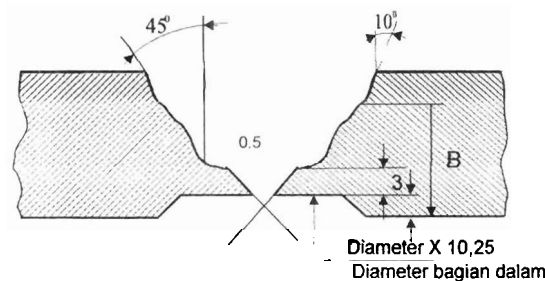
Gambar 3. Berbagai posisi pengelasan menurut ASME

Keterangan :

- 1G merupakan posisi datar.
- 2G merupakan posisi tegak.
- 3G merupakan posisi horizontal.
- 4G merupakan posisi atas kepala.
- 5G merupakan posisi pipa horizontal tetap.
- 6G merupakan posisi pipa datar berputar.

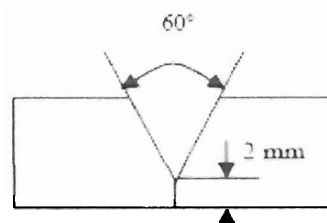
Pipa-pipa yang tebal dengan bahan pipa baja paduan yang tinggi, biasanya digunakan pengelasan dengan arah naik. Pengelasan arah naik serta kecepatan arah naik kecepatannya lebih rendah jika dibandingkan pengelasan arah turun, sehingga masukan panas yang diberikan tiap satuan luas lebih banyak. Kerugian panas karena konduksi juga lebih besar daripada pipa tipis karena massanya lebih besar.

Persiapan sambungan pipa merupakan dasar dari keberhasilan pengelasan pipa. Juru las harus memahami benar bentuk-bentuk sambungan las yang akan dipakai yang disesuaikan dengan ukuran dimensi, jenis las dan posisi pengelasan yang akan dilakukan. Bentuk sambungan las tumpul berkampung merupakan sambungan yang sering dipakai pada sambungan las pipa dengan pipa atau pipa dengan sambungan *fitting*. Bentuk sambungan pipa dapat dilihat pada Gambar 4 untuk posisi pengelasan 5G pada pipa dengan ring pengisi.

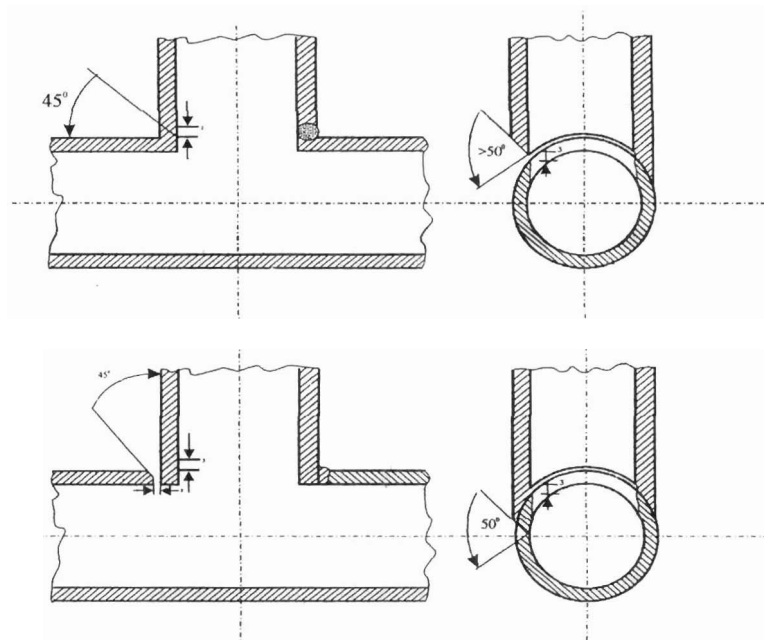


Gambar 4. Sambungan pipa pengelasan kombinasi las busur listrik

Sambungan kampung V dipergunakan untuk menyambung logam atau pipa dengan ketebalan 6-15 mm. Sambungan ini terdiri dari sambungan kampung V terbuka dan sambungan kampung V tertutup. Sambungan kampung V terbuka dapat dipergunakan untuk menyambung pipa dengan ketebalan 6-15 mm dengan sudut kampung antara 60° - 80° , jarak akar 2 mm, tinggi akar 1-2 mm (Gambar 5) (Sonawan, 2004). Sedangkan pada Gambar 6 adalah bentuk kampung sambungan pipa dengan pengelasan kombinasi las busur listrik manual.



Gambar 5. Bentuk kampung sambungan las



Gambar 6. Kampuh las untuk sambungan pipa T

F. Parameter Yang Mempengaruhi Hasil Las

Sambungan las yang baik dan memuaskan sangat diinginkan dalam proses pengelasan. Gabungan dari banyak keahlian individu diperlukan, mulai dari perencanaan las sampai operasi pengelasan. Dalam mencapai hal ini perlu diperhatikan parameter yang mempengaruhi kualitas dan kekuatan sambungan las. Selain posisi pengelasan juga turut dapat mempengaruhi kekuatan sambungan las, ada beberapa parameter pengelasan yang harus diperhatikan dan pengaruhnya adalah tegangan busur las, arus las, kecepatan pengelasan, polaritas listrik, besarnya penetrasi.

a. Tegangan Busur Las

Tingginya tegangan busur tergantung pada panjang busur yang dikehendaki dan jenis elektroda yang digunakan. Hal ini tidak berpengaruh pada kecepatan pencairan.

b. Arus Las

Besarnya arus las tergantung pada diameter kawat las (elektroda). Besarnya arus harus cukup untuk mencairkan logam induk dan logam pengisi sehingga melekat dengan baik. (dapat dilihat lampiran)

c. Kecepatan Pengelasan

Kecepatan pengelasan berbanding lurus dengan arus pengelasan. Kecepatan pengelasan mempengaruhi jumlah panas yang masuk pada daerah lasan dan jumlah deposit yang terjadi.

d. Polaritas Listrik

Polaritas listrik mempengaruhi penetrasi pada logam induk. Polaritas lurus (elektroda negatif) penetrasinya dalam, polaritas balik penetrasinya dangkal.

e. Besarnya Penetrasi

Besarnya penetrasi tergantung pada sifat fluks, besarnya arus listrik, tegangan dan kecepatan las. Penetrasi akan mempengaruhi kekuatan sambungan las sesuai dengan parameter pengelasan.

G. Pengujian Sambungan Las

Pengujian dan pemeriksaan las merupakan hal sangat penting dalam bidang teknik pengelasan logam. Hal ini karena teknik pengelasan logam banyak digunakan dalam berbagai bidang industri logam dan mesin serta dalam bidang konstruksi. Pengujian dan pemeriksaan las ini perlu dilakukan untuk kepentingan berbagai pihak. Secara garis besarnya pengujian ini dapat dibagi dua kategori yaitu pengujian merusak (*destructive test*) dan pengujian tidak merusak (*non destructive test*). Pengujian merusak (*destructive test*) merupakan pengujian model konstruksi atau batang uji hasil las diuji sampai terjadi kerusakan pada model atau batang uji. Yang termasuk jenis pengujian ini adalah pengujian mekanik seperti uji tarik, uji pukul takik, uji lelah (*fatik*), atau metalografi (struktur) dan lainnya. Sedangkan pengujian tak merusak merupakan pengujian dengan tidak merusak model atau batang uji. Yang termasuk jenis pengujian ini adalah uji radiografi, ultra sonic, uji serbuk magnet, uji cairan tembus, uji electromagnet dan pancaran suara. Pemeriksaan hasil las yaitu dengan melakukan pemeriksaan cacat las.

H. Kekuatan Tarik

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk

mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok *raw materials*. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.

Penarikan gaya terhadap beban akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) bahan tersebut. Proses terjadinya deformasi pada bahan uji adalah proses pergeseran butiran kristal logam yang mengakibatkan melemahnya gaya elektromagnetik setiap atom logam hingga terlepas ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum. Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan regangan. Beban tarik (tensile load) P bekerja pada ujung sebelah kanan benda bebas ini. Dengan menganggap bahwa tegangan terdistribusi secara merata pada seluruh penampang batang, maka resultannya sama dengan intensitas σ kali luas penampang A_0 dari batang, sehingga diperoleh (Gere and Timoshenko, 2001):

$$\sigma_u = \frac{F}{A_0} \quad (1)$$

dimana:

σ_u = Tegangan nominal (kg/mm²)

F = Beban maksimal (N)

A_0 = Luas penampang mula dari penampang batang (mm²)

Regangan atau persentase pertambahan panjang yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur (ΔL) dengan panjang ukur mula-mula benda uji. Pemanjangan (*elongation*) yang terjadi merupakan hasil kumulatif dari tarikan bahan pada seluruh panjang L dari batang. Konsep perbandingan pemanjangan terhadap panjang satuan disebut regangan (strain) (Gere and Timoshenko, 2001):

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \quad (2)$$

Pembebanan tarik dilakukan terus-menerus dengan menambahkan beban sehingga akan mengakibatkan perubahan bentuk pada benda berupa pertambahan

panjang dan pengecilan luas permukaan dan akan mengakibatkan kepatahan pada beban. Persentase pengecilan yang terjadi dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{A_0 - A_f}{A_0} (100\%) \quad (3)$$

dimana:

Q = Reduksi penampang (%)

A₀ = Luas penampang mula (mm²)

A_f = Luas penampang akhir (mm²)

Kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) adalah beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji. Hasil pengujian tarik dapat digambarkan dalam kurva tegangan-regangan. Pengukuran tegangan tarik spesimen didasarkan pada teori Hukum Hooke (*Hooke Law*). Teori menyatakan bahwa suatu bahan berkelakuan secara elastis dan memperlihatkan suatu hubungan linier antara tegangan regangan yang disebut elastis secara linier, dinyatakan (*Gere & Timoshenko, 2001*).

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (4)$$

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan perbedaan kekuatan sambungan las pipa baja karbon posisi pengelasan 5G dan 6G dengan pengujian tarik.
2. Membuktikan pengaruh posisi pengelasan 5G dan 6G terhadap kekuatan sambungan las.
3. Menentukan perbedaan kualitas suatu pengelasan dengan dua metode serta posisi yang berbeda.

B. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada dunia industri tentang kepastian terhadap mutu las selama pemakaian.
2. Memberikan masukan kepada masyarakat dan industri tentang perbedaan kualitas suatu pengelasan dengan dua metode serta posisi yang berbeda.
3. Memberikan informasi pengembangan penelitian di lingkungan akademik.

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian eksperimen, dimana hasil pengujian diperoleh melalui percobaan langsung terhadap benda uji. Berdasarkan pokok masalah yang di bahas dalam bab sebelumnya, maka data diperoleh melalui hasil pengujian tarik terhadap sambungan pengelasan pada pipa dengan posisi 5G dan 6G menggunakan elektroda E-7018. kemudian dilanjutkan dengan pengamatan dan analisa terhadap data yang diperoleh dari pengujian di laboratorium.

B. Waktu dan Tempat

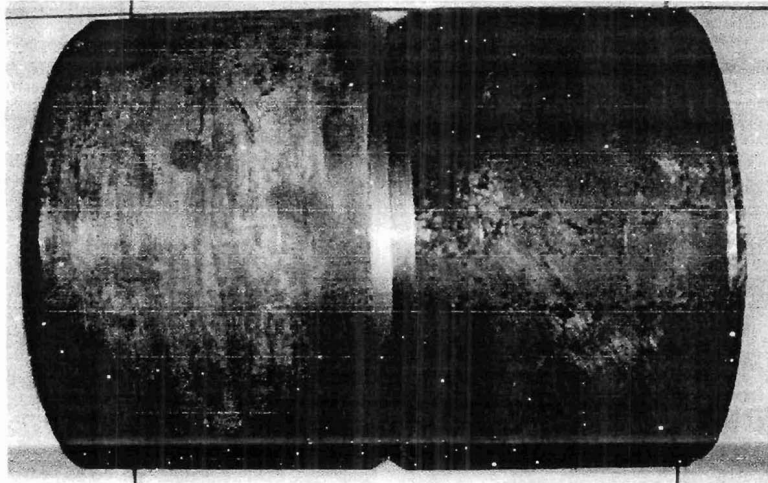
Penelitian ini dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan. Tempat pelaksanaan penelitian yaitu pengelasan pipa dilakukan di workshop Fabrikasi dan pengujiannya dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang.

C. Bahan

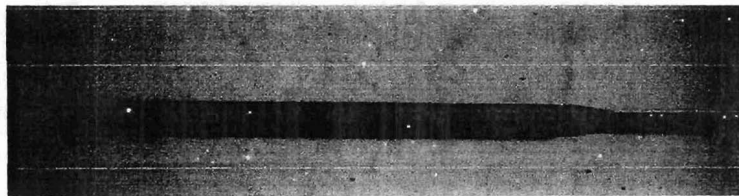
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pipa minyak (Gambar 7) dengan spesifikasi data adalah:

- Bahan pipa : Carbon steel
- Diameter Pipa : 8" (20.32 cm)
- Tebal Dinding Pipa : 8 mm
- Jenis Kawat Las : Elektroda las AWS A5.1 E7018 dengan
Ø 3.2 x 350 mm (Gambar 8)
- Kuat Arus pengelasan : 150 A
- Kecepatan pengelasan : 1,1 mm/det
- Arah Pengelasan : Turun (vertikal)
- Posisi Pengelasan : 5G (Horizontal) dan 6G (Vertikal)

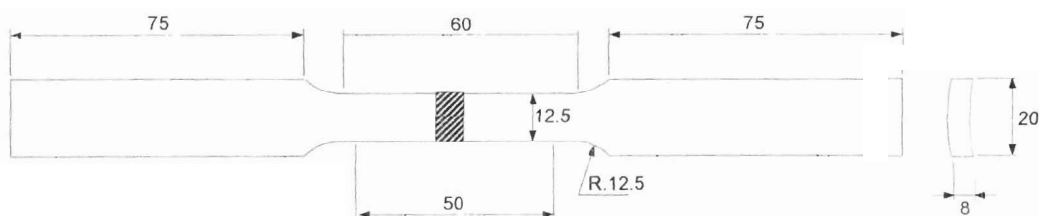
Pipa yang disambung dengan pengelasan sebanyak 2 buah. Pengelasan dilakukan oleh juru las yang sama, agar dapat dibandingkan kekuatan sambungan las. Pipa yang telah dilas kemudian dipotong atau dibentuk spesimen uji sesuai dengan standard uji tarik ASTM E8-M sebanyak 5 buah untuk masing-masing posisi pengelasan. Geometri dan dimensi spesimen uji tarik seperti diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 7. Pipa Baja Karbon



Gambar 8. Elektroda E-7018



Gambar 9. Geometri dan Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM E8-M

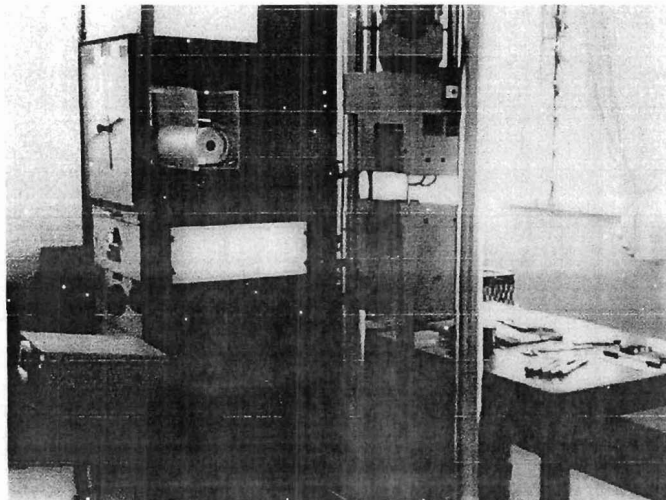
D. Peralatan

Peralatan pengelasan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pengelasan busur listrik berselaput (SMAW / *Shielded Metal Arc Welding*) yang memiliki sistem listrik DC (Gambar 10). Dalam pelaksanaan pengujian sifat

mekanik spesimen uji digunakan mesin uji tarik (*Tension Testing Machine*). Mesin ini digunakan untuk pengujian tarik statis seperti ditunjukkan pada Gambar 11. Data yang diperoleh dari pengujian ini adalah kekuatan luluh serta kekuatan tarik material uji tarik standar.



Gambar 10. Transformator Las Listrik

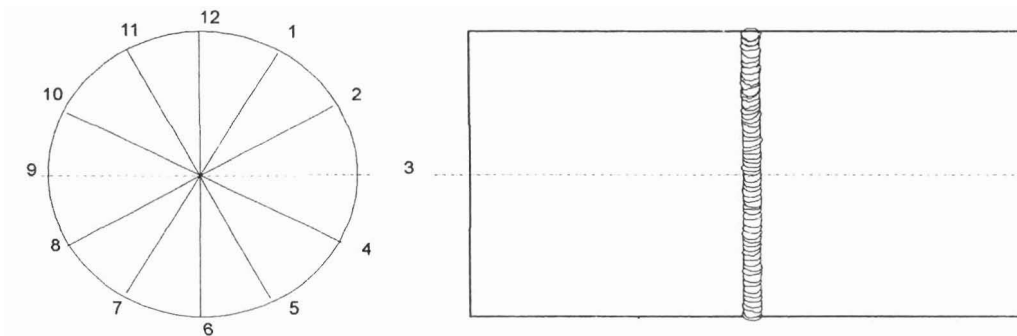


Gambar 11. Tension Testing Machine (Universal Unit)

E. Metode Pelaksanaan Penelitian

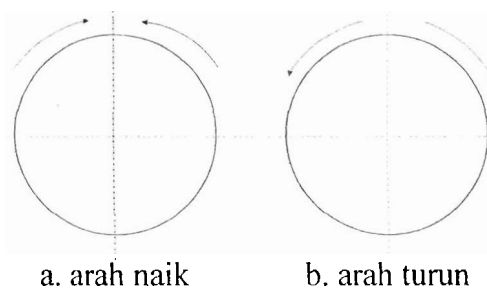
Pengelasan pipa baja karbon pada posisi 5G dan 6G dilakukan dengan menggunakan pengelasan busur listrik berselaput (SMAW / *Shielded Metal Arc Welding*). Ujung pipa yang akan disambung dengan pengelasan terlebih dahulu

dibuat kampuh las dengan sudut 30° menggunakan permesinan. Selanjutnya dibuat dudukan pipa yang akan disambung las untuk memutarakan pipa. Pada pengelasan pipa baja karbon ini digunakan elektroda jenis E-7018 dengan diameter elektroda 3,2 mm. Pengelasan pipa dengan posisi 5G dan 6G posisi tiap titik dapat dianalogi dengan jam. Disini posisi jam 12 adalah titik paling atas dan posisi jam 6 adalah titik paling bawah. Penunjukan posisi pengelasan dengan analog jarum jam ini dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Penunjukan kedudukan las dengan analog jarum jam

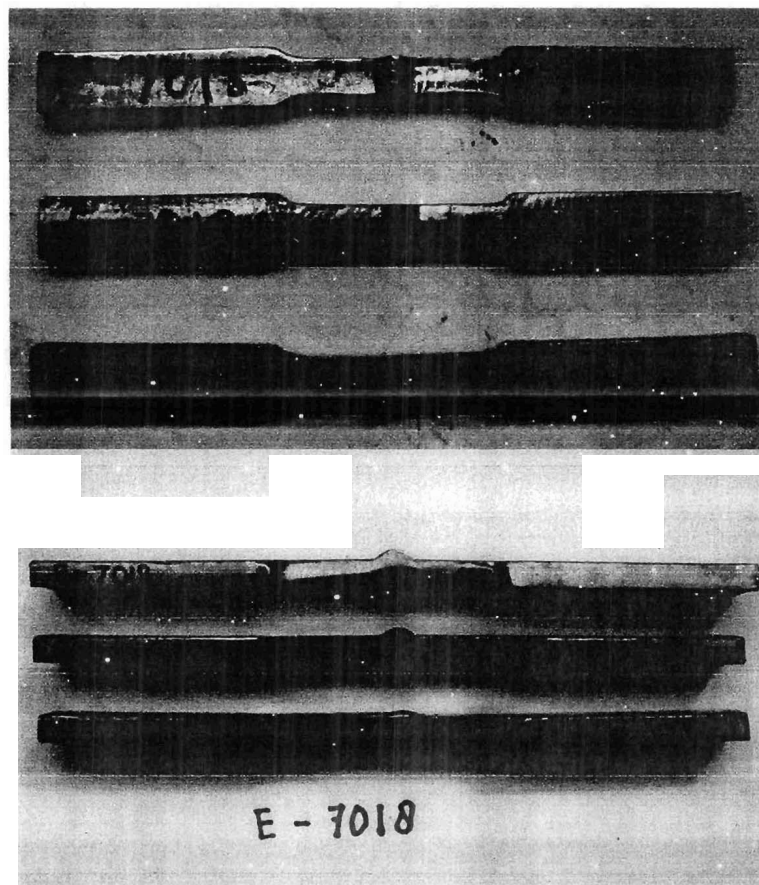
Sedangkan arah pengelasan pada posisi 5G dan 6G dapat dilakukan dengan arah naik atau turun. Pengelasan naik adalah pengelasan yang dimulai dari kedudukan jam 6 ke arah kedudukan jam 12. Sebaliknya pengelasan turun adalah pengelasan yang dimulai dari kedudukan jam 12 ke arah kedudukan jam 6. Pada Gambar 13 berikut ini dapat dilihat dua arah pengelasan yang telah disebutkan diatas, yaitu arah naik dan arah turun.



Gambar 13. Arah pengelasan pipa

Setelah dilakukan pengelasan pipa untuk posisi 5G dan 6G, selanjutnya dilakukan pembuatan spesimen uji tarik. Dalam penelitian ini penentuan posisi pengambilan spesimen uji digunakan standard spesifikasi ASME SECTION IX

atau API 1104. Spesimen uji yang akan digunakan dalam pengujian tarik ini dipotong dari sambungan las dan tempat spesimen diambil dari potongan pipa tergantung dari ukuran pipa. Pemotongan spesimen uji dilakukan dengan pemesian. Spesimen uji yang telah dipotong diperlihatkan pada Gambar 14. Pengujian tarik pada spesimen uji dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik (*Tension Testing Machine*). Pengujian ini untuk mendapatkan kekuatan dari sambungan pengelasan.

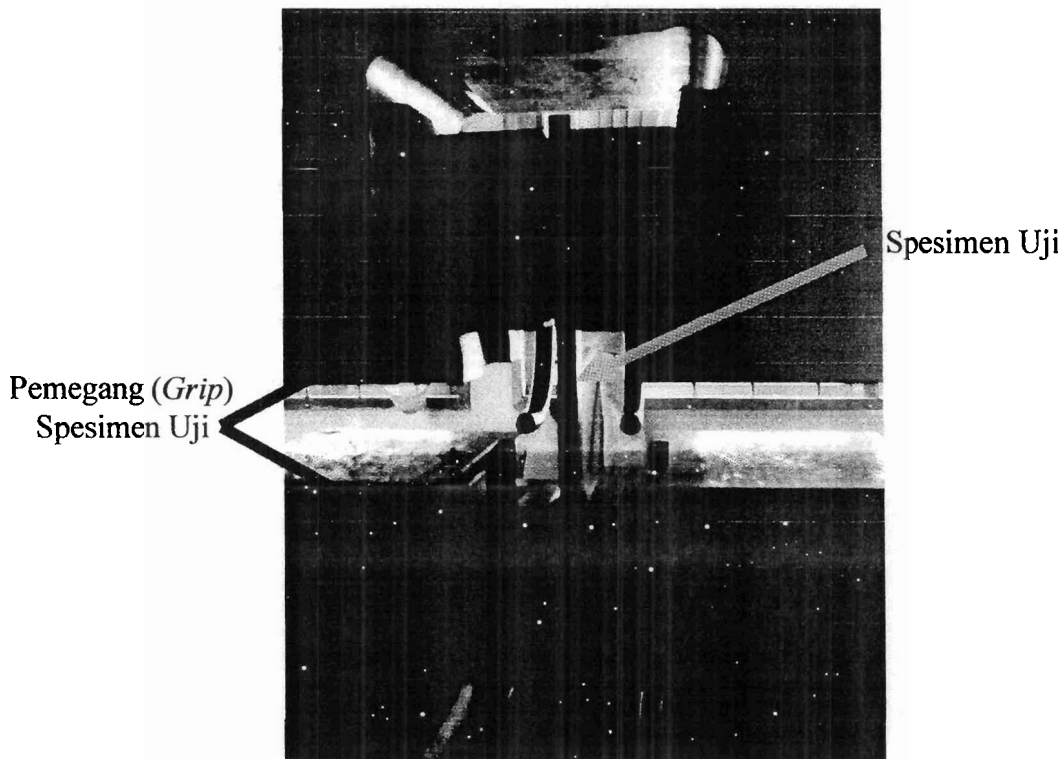


Gambar 14. Spesimen Uji Tarik Pipa Baja Karbon

F. Setup peralatan dan pengukuran

Setup alat uji pada pengujian tarik statis disesuaikan dengan pemegang spesimen pada *Tension Testing Machine*. Pembebanan tarik diberikan sejajar dengan sumbu axialnya dan diasumsikan seragam di setiap titik ujinya. Pemegang spesimen uji tarik dirancang sesuai dengan dudukan alat uji untuk digunakan sebagai pemegang spesimen berbentuk plat. Untuk keperluan pengujian tarik spesimen plat maka dibuat pemegang spesimen dari bahan baja karbon tinggi.

Dalam hal ini hanya dilakukan modifikasi dari yang telah ada sebelumnya. Dengan menggunakan *grip*, spesimen ditempatkan pada *load unit*. Penting untuk dipertimbangkan agar pemegang (*grip*) spesimen harus mampu memegang spesimen dengan kuat dan diupayakan tidak terjadi *slip*. Susunan alat uji tarik statis spesimen pelat komposit dengan pemegangnya ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Susunan Alat Uji Tarik Statis

G. Pengamatan dan Pengolahan Data

Setelah data diperoleh selanjutnya adalah menganalisa data dengan cara mengolah data yang sudah terkumpul. Data dari hasil pengujian dimasukkan ke dalam persamaan-persamaan yang ada sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif, yaitu data yang berupa angka-angka. Data yang diperoleh berupa grafik beban (*gaya*) dikembangkan secara perhitungan sehingga mendapatkan nilai tegangan tarik maksimum. Dengan penerapan teori Hukum Hooke diperoleh hubungan linier grafik tegangan regangan. Teknik analisa data kekuatan tarik sambungan las SMAW dengan elektroda E-7018 pada pipa baja karbon berupa perbandingan posisi 5G dengan 6G.

H. Jadwal Kegiatan

Pelaksanaan penelitian ini direncanakan selama 3 (tiga) bulan. Untuk kelancaran proses kegiatan penelitian yang dilaksanakan maka disusun jadwal penelitian dengan rincian seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Uraian kegiatan	Interval waktu (bulan)		
		1	2	3
1	Penelusuran pustaka	x		
2	Persiapan bahan dan peralatan		x	
3	Pembuatan:			
	a. Kampuh las pada pipa		x	x
	b. Pengelasan SMAW pada pipa			
	c. Spesimen uji sesuai ASTM E8-M			
4	Pengujian spesimen		x	x
5	Analisa hasil pengujian			x
6	Menyimpulkan hasil analisa, seminar dan pembuatan laporan penelitian			x

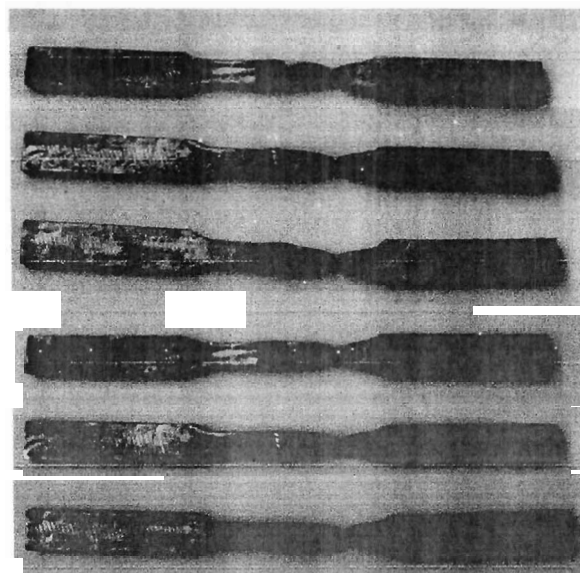
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kekuatan tarik sambungan pipa baja karbon pada posisi pengelasan 5G dan 6G menggunakan elektroda E-7018. Dengan menerapkan berbagai persamaan maka diperoleh tabulasi data hasil pengujian seperti diperlihatkan pada Tabel 7 dan Hasil Pengujian tarik spesimen diperlihatkan pada Gambar 17.

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Tarik Sambungan Las
(Elektoroda E-7018, Kuat Arus 150 A, V = 30 Volt, v = 1,1 mm/det)

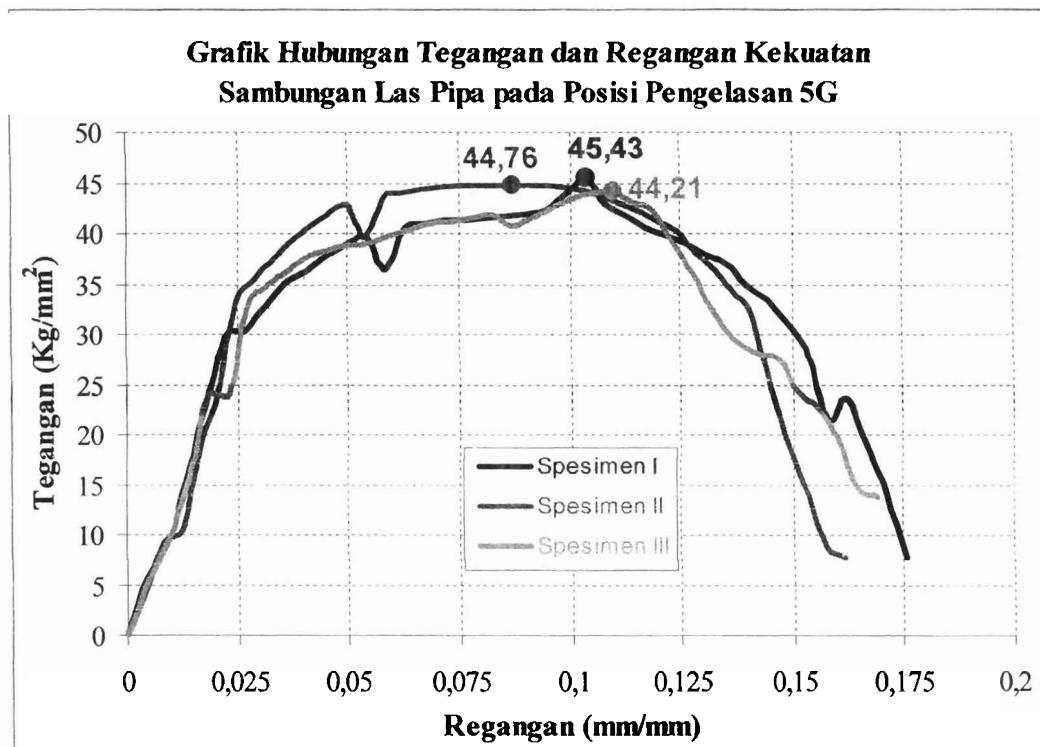
Bahan Pipa	Posisi Pengelasan	Spesimen	Pertambahan Panjang (mm)	Regangan (ϵ)		Tegangan (Kg/mm ²)
				mm/mm	%	
Baja Karbon	5G	1	10,45	0,174	17,42	45,43
		2	9,70	0,162	16,16	44,76
		3	10,16	0,169	16,93	44,21
		Rata-rata	10,10	0,168	16,84	44,80
	6G	1	9,40	0,157	15,66	43,81
		2	9,91	0,165	16,51	42,65
		3	10,40	0,173	17,33	43,25
		Rata-rata	9,90	0,165	16,50	43,24



Gambar 17. Spesimen uji setelah dilakukan pengujian tarik

B. Pembahasan

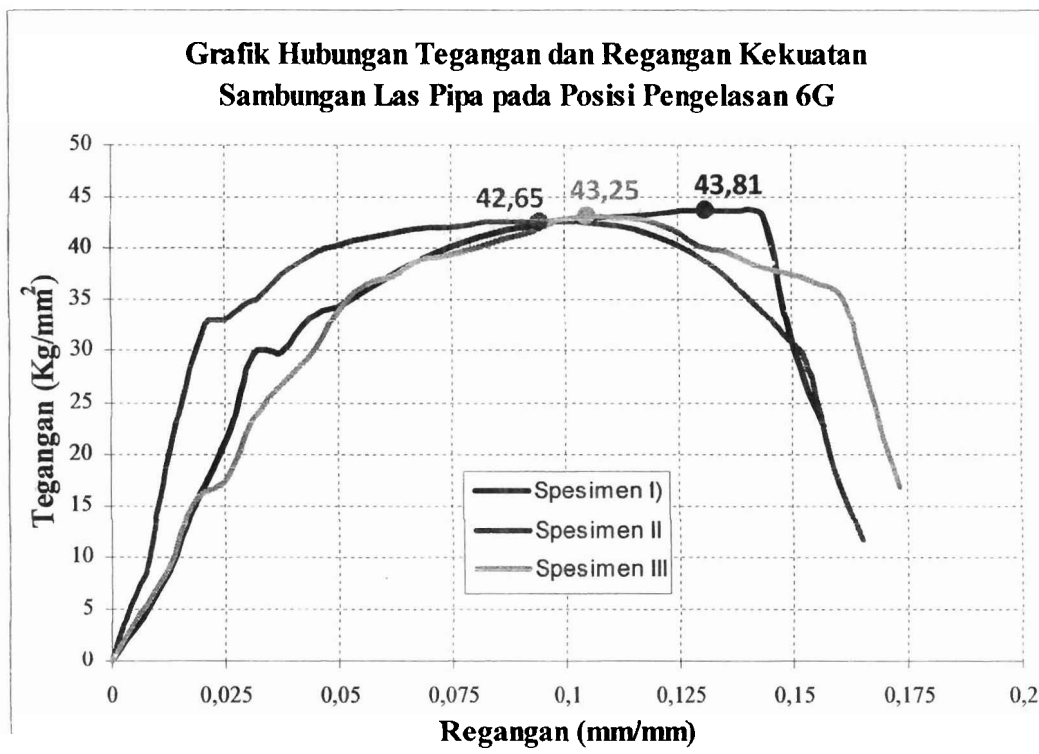
Pada Gambar 17 menunjukkan hasil dari beberapa pengujian tarik ketiga spesimen pipa baja karbon pada posisi pengelasan 5G menggunakan elektroda E-7018 diperoleh hasil yang berbeda. Namun secara tipikal grafik hampir sama untuk ketiga pengujian. Dari pengujian ketiga spesimen tersebut diketahui nilai rata-rata tegangan maksimal (σ_{max}) 44.80 Kg/mm² dengan rata-rata Regangan (ϵ) 0.168 mm/mm atau 16.83%.



Gambar 17. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen pada Posisi Pengelasan 5G Menggunakan Elektroda E-7018

Grafik pada Gambar 18 menunjukkan hasil dari beberapa pengujian tarik ketiga spesimen pipa baja karbon pada posisi pengelasan 6G menggunakan elektroda E-7018 diperoleh hasil yang berbeda. Dari pengujian ketiga spesimen tersebut diperoleh tegangan maksimum rata-rata sebesar (σ_{max}) 43.24 Kg/mm², dengan regangan rata-rata sebesar (ϵ) 0.164 mm/mm atau 16,43%.

Secara rinci hasil pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen baja karbon pada posisi pengelasan 5G dan 6G menggunakan elektroda E-7018 dapat dilihat pada Tabel 7.



Gambar 18. Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen pada Posisi Pengelasan 6G Menggunakan Elektroda E-7018

Pengujian tarik pada penyambungan pipa pada posisi pengelasan 5G dan 6G menggunakan elektroda E-7018 memiliki kekuatan sambungan hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa posisi pengelasan pada saat melakukan penyambungan dengan pengelasan listrik (SMAW) tidak berpengaruh besar terhadap kekuatan sambungan las. Terlebih lagi juru las yang melakukan penyambungan memiliki sertifikasi pengelas. Namun demikian, banyak hal lagi yang harus diperhatikan dalam melakukan pengelasan sehingga sambungan las yang baik dan memuaskan dapat terpenuhi. Dari pengujian tarik yang dilakukan terlihat bahwa patah atau kegagalan spesimen uji (Gambar 16) rata-rata terjadi pada daerah logam induk (*base metal*). Kondisi ini menunjukkan bahwa kekuatan sambungan las melebihi dari kekuatan bahan pipa baja karbon. Selain itu jenis elektroda E-7018 yang digunakan memiliki spesifikasi kekuatan tarik sebesar 70 ksi ($49,2 \text{ Kg/mm}^2$) lebih besar dari bahan pipa baja karbon yaitu sebesar 45 Kg/mm^2 .

C. Kalkulasi Perhitungan Hasil Uji Tarik

1. Tegangan Tarik

Pembebanan yang diberikan pada pengujian tarik spesimen uji yang merupakan penerapan gaya-gaya aksial (*axial forces*) pada ujung-ujung spesimen. Gaya-gaya aksial menimbulkan suatu tarikan sama rata (*uniform*) pada spesimen sehingga mengalami tarik (*tension*). Salah satu perhitungan yang dikalkulasi adalah pada persentase perbandingan (Spesimen 1). Dengan menganggap bahwa tegangan terdistribusi secara merata pada seluruh spesimen, maka resultannya sama dengan intensitas σ kali luas penampang A dari batang, sehingga diperoleh (Gere and Timoshenko,2001):

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

dimana:

σ = Tegangan tarik (kekuatan tarik)

F = Gaya/beban tarik (4543 Kg) (**dari lampiran 1**)

A = Luas Penampang spesimen (100 mm²)

maka:

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{4543 \text{ kg}}{100 \text{ mm}^2} \\ &= 45,43 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

2. Perhitungan Regangan

Spesimen uji yang dilas pada posisi 5G menggunakan elektroda E-7018 dibebani secara aksial sehingga mengalami perubahan panjang, dimana menjadi lebih panjang akibat tarikan. Pemanjangan (*elongation*) yang terjadi merupakan hasil kumulatif dari tarikan bahan pada seluruh panjang L dari spesimen. Salah satu perhitungan yang dikalkulasi adalah pada persentase elektroda E-7018 (spesimen 1), dimana perbandingan pemanjangan terhadap panjang satuan (regangan) (Gere and Timoshenko,2001).

$$\varepsilon = \frac{L_i - L_0}{L_0} \quad \text{atau} \quad \varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

dimana:

ε = Regangan (strain)

L_0 = Panjang awal spesimen bagian *uniform* (60 mm)

L_i = Panjang awal spesimen bagian *uniform* (70,45 mm)

maka:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{70,45 \text{ mm} - 60 \text{ mm}}{60 \text{ mm}} \\ &= 0,174 \text{ mm/mm}\end{aligned}$$

Persentase pemanjangan:

$$\begin{aligned}\text{Persentase pemanjangan} &= \frac{L_f - L_0}{L_0} (100) \\ &= \frac{(70,45) - (60)}{(60)} (100)\% \\ &= 17,417 \%\end{aligned}$$

Perhitungan untuk semua spesimen uji yang dilakukan pada pengujian tarik Secara detail data hasil perhitungan dan kalkulasi keseluruhan spesimen uji dapat dilihat pada lampiran 1 sampai 6.

3. Perhitungan Modulus Elastisitas

Data yang diperoleh berupa tegangan dan regangan dikalkulasi secara perhitungan sehingga mendapatkan nilai Modulus Elastisitas. Salah satu perhitungan yang dikalkulasi adalah pengelasan pipa baja karbon pada posisi pengelasan 5G (spesimen 1). Dengan penerapan teori Hukum Hooke diperoleh hubungan linier grafik tegangan regangan (Gere and Timoshenko, 2001):

$$\sigma = \varepsilon \cdot E \quad \text{atau} \quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

dimana:

E = Modulus Elastisitas

σ = Tegangan tarik (kg/mm^2)

ε = Regangan (mm/mm)

maka:

$$E = \frac{45,43 \text{ kg/mm}^2}{0,174 \text{ mm/mm}} = 438,105 \text{ kg/mm}^2$$

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Sambungan las pipa baja karbon dengan posisi pengelasan 5G dan 6G menggunakan elektroda E-7018 memiliki nilai yang berbeda terhadap kekuatan tarik. Dari pengujian tarik yang dilakukan diperoleh nilai tegangan rata-rata pada posisi pengelasan 5G sebesar $44,80 \text{ Kg/mm}^2$ dan pada posisi pengelasan 6G sebesar $43,24 \text{ Kg/mm}^2$. Namun nilai yang diperoleh tidak menunjukkan perbedaan yang cukup besar dan masih memenuhi persyaratan standard kualifikasi. Kegagalan atau putusya spesimen uji pada pengujian tarik yang dilakukan berada pada daerah logam induk (*base metal*). Kondisi ini menunjukkan bahwa sambungan las jauh lebih kuat dibandingkan bahan pipa tersebut dan ini lebih dipengaruhi pada penggunaan elektroda E-7018.
2. Hasil pengujian tarik yang diperoleh menunjukkan nilai kekuatan tarik masing-masing metode pengelasan pada sambungan pipa. Hal ini membuktikan bahwa adanya pengaruh posisi pengelasan pipa 5G dan 6G yang dilakukan pada pengelasan sambungan pipa terhadap kekuatannya. Namun pengaruh ini tidak begitu besar disebabkan parameter yang mempengaruhi hasil pengelasan dapat terpenuhi dan juru las memiliki sertifikasi standar (profesional).
3. Kekuatan tarik sambungan las menunjukkan kualitas hasil pengelasan. Metode pengelasan dan posisi pengelasan 5G dan 6G pada sambungan pipa memperlihatkan adanya perbedaan kualitas. Dalam penelitian yang dilakukan, hal itu tidak terlihat perbedaan yang besar. Pengelasan dengan posisi 5G, Heat Affected Zone (HAZ) lebih merata yang disebabkan posisi pengelasan pipa. Karena aliran metal cair akibat pengaruh gravitasi pada sambungan lasnya merata dibandingkan pengelasan pada posisi 6G. Pada posisi 6G gas panasnya juga akan banyak berada pada bagian bawah.

4. Pada pengelasan pipa diperlukan juru las yang profesional dan prosedur yang memenuhi standard kualifikasi agar kesempurnaan sambungan las bisa lebih baik.

B. Saran

1. Sambungan untuk pipa minyak harus memenuhi persyaratan kekuatan, karena tekanan di dalam pipa cukup tinggi dan hal ini menyebabkan tegangan pada penampang pipa besar pula. Untuk memeriksa kekuatan sambungan las pipa ini diperlukan beberapa pengujian mekanik, hasil pengujian mekanik kemudian harus dibandingkan dengan kualifikasi standar untuk mengambil kesimpulan apakah sambungan memenuhi persyaratan.
2. Perlu diberikan penyuluhan dan pendidikan khusus bagi juru las, terutama pada industri-industri permesinan, konstruksi dan lain-lain yang menggunakan jasa sambungan las. Tujuannya agar diperoleh standard dan kualifikasi juru las yang sesuai menurut kebutuhan yang dapat menjamin keamanan/kekuatan sambungan las.
3. pengembangan penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk melihat kemampuan sifat-sifat mekanik sambungan las yang lainnya.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Alip, M., (1989). *Teori dan Praktik Las*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Arifin, S. , (1997). *Las Listrik dan Ototen*, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- ASME (America Society of Mechanical Engineers), (1986). *Boiler and Pressure Vessel Code Welding and Brazing Qualification*, An American Standard, Section IX, New York.
- American Petroleum Institute, (1980). *Standard for Welding Pipelines and Related Facilities*, APT Standard 1104. Houston, Texas.
- ASTM (1999), "*Annual Book of ASTM Standard*", West Conshohocken
- Gere and Timoshenko, S. (2001). "*Strength of Materials*". Volume I: New York.
- Howard.B.C, (1998). *Modern Welding Technology*. 4nd edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Wirjosumarto, H., 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, Erlangga, Jakarta.
- Wirjosumarto, H. Toshie, O. (2004). *Teknologi Pengelasan Logam*. Cetakan ke-7, Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta
- Wirjosumarto, H. Toshie, O. (2008). *Teknologi Pengelasan Logam*. Cetakan ke-7, Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta
- Sonawan, H., Suratman, R., (2004). *Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*, Alfa Beta, Bandung.
- Tata Surdiya (1999). "*Pengetahuan Bahan Teknik*", cetakan keempat, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sri Widharto. (2007). *Inspeksi Teknik Edisi Ketujuh*. Jakarta:
- Bagjo Habsoro. (1997). *Metalurgi Pengelasan*. Institut Teknologi Bandung: Bandung

LAMPIRAN 1.

Tabel 8. Tabulasi Data Pengujian Tarik Sambungan Pipa Posisi Pengelasan 5G Menggunakan E.7018 untuk Spesimen 1

Ukuran Spesimen			Hasil Pengujian		Luas Penampang A (mm ²)	Tegangan Maximum (σ) Kg/mm ²	Regangan (ϵ) mm/mm	Elastisitas (E) GPa
Lebar (b) mm	Tebal (t) mm	L ₀ mm	F kg	ΔL (mm)				
12,5	8	60	0	0	100	0	0	0
12,5	8	60	0,570	0,271	100	5,7	0,004509	1264,265
12,5	8	60	0,923	0,541	100	9,23	0,009017	1023,611
12,5	8	60	1,558	0,812	100	15,58	0,013526	1151,886
12,5	8	60	2,401	1,082	100	24,01	0,018034	1331,360
12,5	8	60	2,993	1,353	100	29,93	0,022543	1327,700
12,5	8	60	3,046	1,623	100	30,46	0,027051	1126,009
12,5	8	60	3,281	1,894	100	32,81	0,031560	1039,613
12,5	8	60	3,505	2,164	100	35,05	0,036068	971,765
12,5	8	60	3,623	2,435	100	36,23	0,040577	892,872
12,5	8	60	3,778	2,705	100	37,78	0,045085	837,964
12,5	8	60	3,889	2,976	100	38,89	0,049594	784,167
12,5	8	60	3,960	3,246	100	39,6	0,054103	731,943
12,5	8	60	3,649	3,517	100	36,49	0,058611	622,578
12,5	8	60	4,063	3,787	100	40,63	0,063120	643,698
12,5	8	60	4,086	4,058	100	40,86	0,067628	604,186
12,5	8	60	4,123	4,328	100	41,23	0,072137	571,553
12,5	8	60	4,141	4,599	100	41,41	0,076645	540,281
12,5	8	60	4,156	4,869	100	41,56	0,081154	512,114
12,5	8	60	4,164	5,140	100	41,64	0,085662	486,094
12,5	8	60	4,182	5,410	100	41,82	0,090171	463,786
12,5	8	60	4,225	5,681	100	42,25	0,094679	446,242
12,5	8	60	4,403	5,951	100	44,03	0,099188	443,904
12,5	8	60	4,543	6,222	100	45,43	0,103697	438,105
12,5	8	60	4,291	6,492	100	42,91	0,108205	396,562
12,5	8	60	4,164	6,763	100	41,64	0,112714	369,432
12,5	8	60	4,053	7,033	100	40,53	0,117222	345,754
12,5	8	60	3,974	7,304	100	39,74	0,121731	326,458
12,5	8	60	3,903	7,574	100	39,03	0,126239	309,175
12,5	8	60	3,796	7,845	100	37,96	0,130748	290,330
12,5	8	60	3,704	8,115	100	37,04	0,135256	273,850
12,5	8	60	3,496	8,386	100	34,96	0,139765	250,134
12,5	8	60	3,333	8,656	100	33,33	0,144274	231,020
12,5	8	60	3,115	8,927	100	31,15	0,148782	209,367
12,5	8	60	2,857	9,197	100	28,57	0,153291	186,378
12,5	8	60	2,154	9,468	100	21,54	0,157799	136,503
12,5	8	60	2,353	9,738	100	23,53	0,162308	144,972
12,5	8	60	1,865	10,009	100	18,65	0,166816	111,800
12,5	8	60	1,391	10,279	100	13,91	0,171325	81,191
12,5	8	60	0,772	10,450	100	7,72	0,174233	43,905

Lampiran 2

Tabel 9. Tabulasi Data Pengujian Tarik Sambungan Pipa Posisi Pengelasan 5G Menggunakan E.7018 untuk Spesimen 2

Ukuran Spesimen			Hasil Pengujian		Luas Penampang A (mm ²)	Tegangan Maximum (σ) Kg/mm ²	Regangan (ϵ) mm/mm	Elastisitas (E) GPa
Lebar (b) mm	Tebal (t) mm	L ₀ mm	F kg	ΔL (mm)				
12,5	8	60	0	0	100	0	0	0
12,5	8	60	0,471	0,249	100	4,71	0,004145	1136,227
12,5	8	60	0,916	0,497	100	9,16	0,008291	1104,866
12,5	8	60	1,548	0,746	100	15,48	0,012436	1244,784
12,5	8	60	2,365	0,995	100	23,65	0,016581	1426,314
12,5	8	60	2,980	1,244	100	29,8	0,020726	1437,773
12,5	8	60	3,813	1,492	100	38,13	0,024872	1533,062
12,5	8	60	4,036	1,741	100	40,36	0,029017	1390,904
12,5	8	60	4,222	1,990	100	42,22	0,033162	1273,129
12,5	8	60	4,420	2,238	100	44,2	0,037308	1184,742
12,5	8	60	4,580	2,487	100	45,8	0,041453	1104,866
12,5	8	60	4,692	2,736	100	46,92	0,045598	1028,986
12,5	8	60	4,777	2,985	100	47,77	0,049744	960,325
12,5	8	60	4,451	3,233	100	44,51	0,053889	825,959
12,5	8	60	4,861	3,482	100	48,61	0,058034	837,610
12,5	8	60	4,890	3,731	100	48,9	0,062179	786,433
12,5	8	60	4,932	3,979	100	49,32	0,066325	743,613
12,5	8	60	4,947	4,228	100	49,47	0,07047	702,000
12,5	8	60	4,961	4,477	100	49,61	0,074615	664,876
12,5	8	60	4,970	4,726	100	49,7	0,078761	631,026
12,5	8	60	4,972	4,974	100	49,72	0,082906	599,715
12,5	8	60	4,476	5,223	100	44,76	0,087051	514,180
12,5	8	60	4,970	5,472	100	49,7	0,091197	544,977
12,5	8	60	4,962	5,721	100	49,62	0,095342	520,443
12,5	8	60	4,942	5,969	100	49,42	0,099487	496,747
12,5	8	60	4,911	6,218	100	49,11	0,103632	473,886
12,5	8	60	4,862	6,467	100	48,62	0,107778	451,113
12,5	8	60	4,789	6,715	100	47,89	0,111923	427,883
12,5	8	60	4,713	6,964	100	47,13	0,116068	406,054
12,5	8	60	4,606	7,213	100	46,06	0,120214	383,151
12,5	8	60	4,513	7,462	100	45,13	0,124359	362,901
12,5	8	60	4,305	7,710	100	43,05	0,128504	335,008
12,5	8	60	4,141	7,959	100	41,41	0,13265	312,176
12,5	8	60	3,924	8,208	100	39,24	0,136795	286,853
12,5	8	60	3,667	8,456	100	36,67	0,14094	260,181
12,5	8	60	2,965	8,705	100	29,65	0,145085	204,362
12,5	8	60	2,352	8,954	100	23,52	0,149231	157,608
12,5	8	60	1,867	9,203	100	18,67	0,153376	121,727
12,5	8	60	1,393	9,451	100	13,93	0,157521	88,432
12,5	8	60	0,772	9,700	100	7,72	0,161667	47,753

Lampiran 3

Tabel 10. Tabulasi Data Pengujian Tarik Sambungan Pipa Posisi Pengelasan 5G Menggunakan E.7018 untuk Spesimen 3

Ukuran Spesimen			Hasil Pengujian		Luas Penampang A (mm ²)	Tegangan Maximum (σ) Kg/mm ²	Regangan (ϵ) mm/mm	Elastisitas (E) GPa
Lebar (b) mm	Tebal (t) mm	L ₀ mm	F kg	ΔL (mm)				
12,5	8	60	0	0	100	0	0	0
12,5	8	60	0,570	0,275	100	5,70	0,004577	1245,472
12,5	8	60	0,923	0,549	100	9,23	0,009153	1008,396
12,5	8	60	1,558	0,824	100	15,58	0,01373	1134,764
12,5	8	60	2,401	1,098	100	24,01	0,018306	1311,570
12,5	8	60	2,400	1,373	100	24,00	0,022883	1048,819
12,5	8	60	3,260	1,648	100	32,60	0,027459	1187,205
12,5	8	60	3,495	1,922	100	34,95	0,032036	1090,959
12,5	8	60	3,632	2,197	100	36,32	0,036613	992,008
12,5	8	60	3,783	2,471	100	37,83	0,041189	918,445
12,5	8	60	3,836	2,746	100	38,36	0,045766	838,181
12,5	8	60	3,893	3,021	100	38,93	0,050342	773,305
12,5	8	60	3,915	3,295	100	39,15	0,054919	712,869
12,5	8	60	3,976	3,570	100	39,76	0,059495	668,286
12,5	8	60	4,044	3,844	100	40,44	0,064072	631,164
12,5	8	60	4,088	4,119	100	40,88	0,068649	595,496
12,5	8	60	4,111	4,394	100	41,11	0,073225	561,419
12,5	8	60	4,155	4,668	100	41,55	0,077802	534,049
12,5	8	60	4,180	4,943	100	41,80	0,082378	507,415
12,5	8	60	4,217	5,217	100	42,17	0,086955	484,964
12,5	8	60	4,283	5,492	100	42,83	0,091532	467,926
12,5	8	60	4,300	5,766	100	43,00	0,096108	447,413
12,5	8	60	4,319	6,041	100	43,19	0,100685	428,963
12,5	8	60	4,392	6,316	100	43,92	0,105261	417,248
12,5	8	60	4,421	6,590	100	44,21	0,109838	402,502
12,5	8	60	4,310	6,865	100	43,10	0,114414	376,701
12,5	8	60	4,219	7,139	100	42,19	0,118991	354,565
12,5	8	60	3,893	7,414	100	38,93	0,123568	315,050
12,5	8	60	3,596	7,689	100	35,96	0,128144	280,621
12,5	8	60	3,210	7,963	100	32,10	0,132721	241,861
12,5	8	60	2,952	8,238	100	29,52	0,137297	215,008
12,5	8	60	2,810	8,512	100	28,10	0,141874	198,063
12,5	8	60	2,754	8,787	100	27,54	0,14645	188,050
12,5	8	60	2,429	9,062	100	24,29	0,151027	160,832
12,5	8	60	2,271	9,336	100	22,71	0,155604	145,948
12,5	8	60	1,968	9,611	100	19,68	0,16018	122,862
12,5	8	60	1,460	9,885	100	14,60	0,164757	88,615
12,5	8	60	1,372	10,160	100	13,72	0,169333	81,024

Lampiran 4

Tabel 11. Tabulasi Data Pengujian Tarik Sambungan Pipa Posisi Pengelasan 6G Menggunakan E.7018 untuk Spesimen 1

Ukuran Spesimen			Hasil Pengujian		Luas Penampang A (mm ²)	Tegangan Maximum (σ) Kg/mm ²	Regangan (ϵ) mm/mm	Elastisitas (E) GPa
Lebar (b) mm	Tebal (t) mm	L ₀ mm	F kg	ΔL (mm)				
12,5	8	60	0	0	100	0	0	0
12,5	8	60	0,371	0,376	100	3,71	0,006265	592,138
12,5	8	60	0,854	0,752	100	8,54	0,012531	681,517
12,5	8	60	1,547	1,128	100	15,47	0,018796	823,034
12,5	8	60	2,137	1,504	100	21,37	0,025062	852,695
12,5	8	60	2,969	1,880	100	29,69	0,031327	947,740
12,5	8	60	2,989	2,256	100	29,89	0,037593	795,103
12,5	8	60	3,325	2,631	100	33,25	0,043858	758,128
12,5	8	60	3,436	3,007	100	34,36	0,050123	685,507
12,5	8	60	3,600	3,383	100	36,00	0,056389	638,424
12,5	8	60	3,773	3,759	100	37,73	0,062654	602,193
12,5	8	60	3,911	4,135	100	39,11	0,06892	567,472
12,5	8	60	4,022	4,511	100	40,22	0,075185	534,946
12,5	8	60	4,107	4,887	100	41,07	0,081451	504,232
12,5	8	60	4,179	5,263	100	41,79	0,087716	476,424
12,5	8	60	4,233	5,639	100	42,33	0,093981	450,408
12,5	8	60	4,273	6,015	100	42,73	0,100247	426,248
12,5	8	60	4,302	6,391	100	43,02	0,106512	403,897
12,5	8	60	4,323	6,767	100	43,23	0,112778	383,320
12,5	8	60	4,342	7,143	100	43,42	0,119043	364,742
12,5	8	60	4,369	7,519	100	43,69	0,125309	348,659
12,5	8	60	4,381	7,894	100	43,81	0,131574	332,968
12,5	8	60	4,376	8,270	100	43,76	0,13784	317,471
12,5	8	60	4,323	8,646	100	43,23	0,144105	299,990
12,5	8	60	3,012	9,022	100	30,12	0,15037	200,305
12,5	8	60	2,268	9,398	100	22,68	0,156636	144,794

Lampiran 5

Tabel 12. Tabulasi Data Pengujian Tarik Sambungan Pipa Posisi Pengelasan 6G Menggunakan E.7018 untuk Spesimen 2

Ukuran Spesimen			Hasil Pengujian		Luas Penampang A (mm ²)	Tegangan Maximum (σ) Kg/mm ²	Regangan (ϵ) mm/mm	Elastisitas (E) GPa
Lebar (b) mm	Tebal (t) mm	L ₀ mm	F kg	Δ L (mm)				
12,5	8	60	0	0	100	0	0	0
12,5	8	60	0,526	0,248	100	5,26	0,004128	1274,254
12,5	8	60	0,973	0,495	100	9,73	0,008256	1178,563
12,5	8	60	1,856	0,743	100	18,56	0,012384	1498,742
12,5	8	60	2,637	0,991	100	26,37	0,016512	1597,056
12,5	8	60	3,260	1,238	100	32,60	0,02064	1579,493
12,5	8	60	3,302	1,486	100	33,02	0,024767	1333,202
12,5	8	60	3,450	1,734	100	34,50	0,028895	1193,964
12,5	8	60	3,549	1,981	100	35,49	0,033023	1074,697
12,5	8	60	3,723	2,229	100	37,23	0,037151	1002,122
12,5	8	60	3,865	2,477	100	38,65	0,041279	936,310
12,5	8	60	3,958	2,724	100	39,58	0,045407	871,672
12,5	8	60	4,028	2,972	100	40,28	0,049535	813,164
12,5	8	60	4,080	3,220	100	40,80	0,053663	760,303
12,5	8	60	4,112	3,467	100	41,12	0,057791	711,533
12,5	8	60	4,144	3,715	100	41,44	0,061919	669,266
12,5	8	60	4,181	3,963	100	41,81	0,066047	633,039
12,5	8	60	4,202	4,210	100	42,02	0,070174	598,794
12,5	8	60	4,215	4,458	100	42,15	0,074302	567,277
12,5	8	60	4,226	4,706	100	42,26	0,07843	538,823
12,5	8	60	4,256	4,953	100	42,56	0,082558	515,515
12,5	8	60	4,263	5,201	100	42,63	0,086686	491,775
12,5	8	60	4,265	5,449	100	42,65	0,090814	469,641
12,5	8	60	4,265	5,697	100	42,65	0,094942	449,222
12,5	8	60	4,263	5,944	100	42,63	0,09907	430,303
12,5	8	60	4,257	6,192	100	42,57	0,103198	412,509
12,5	8	60	4,245	6,440	100	42,45	0,107326	395,525
12,5	8	60	4,223	6,687	100	42,23	0,111453	378,902
12,5	8	60	4,184	6,935	100	41,84	0,115581	361,996
12,5	8	60	4,131	7,183	100	41,31	0,119709	345,086
12,5	8	60	4,058	7,430	100	40,58	0,123837	327,688
12,5	8	60	3,971	7,678	100	39,71	0,127965	310,319
12,5	8	60	3,859	7,926	100	38,59	0,132093	292,143
12,5	8	60	3,717	8,173	100	37,17	0,136221	272,866
12,5	8	60	3,551	8,421	100	35,51	0,140349	253,012
12,5	8	60	3,362	8,669	100	33,62	0,144477	232,702
12,5	8	60	3,140	8,916	100	31,40	0,148605	211,299
12,5	8	60	2,888	9,164	100	28,88	0,152733	189,089
12,5	8	60	2,162	9,412	100	21,62	0,15686	137,830
12,5	8	60	1,596	9,659	100	15,96	0,160988	99,138
12,5	8	60	1,158	9,907	100	11,58	0,165116	70,132

Lampiran 6

Tabel 13. Tabulasi Data Pengujian Tarik Sambungan Pipa Posisi Pengelasan 6G Menggunakan E.7018 untuk Spesimen 3

Ukuran Spesimen			Hasil Pengujian		Luas Penampang A (mm ²)	Tegangan Maximum (σ) Kg/mm ²	Regangan (ϵ) mm/mm	Elastisitas (E) GPa
Lebar (b) mm	Tebal (t) mm	L ₀ mm	F kg	ΔL (mm)				
12,5	8	60	0	0	100	0	0	0
12,5	8	60	0,461	0,371	100	4,61	0,00619	744,692
12,5	8	60	0,854	0,743	100	8,54	0,012381	689,769
12,5	8	60	1,547	1,114	100	15,47	0,018571	833,000
12,5	8	60	1,733	1,486	100	17,33	0,024762	699,865
12,5	8	60	2,345	1,857	100	23,45	0,030952	757,615
12,5	8	60	2,652	2,229	100	26,52	0,037143	714,000
12,5	8	60	2,938	2,600	100	29,38	0,043333	678,000
12,5	8	60	3,359	2,971	100	33,59	0,049524	678,260
12,5	8	60	3,643	3,343	100	36,43	0,055714	653,872
12,5	8	60	3,719	3,714	100	37,19	0,061905	600,762
12,5	8	60	3,894	4,086	100	38,94	0,068095	571,846
12,5	8	60	3,925	4,457	100	39,25	0,074286	528,365
12,5	8	60	4,010	4,829	100	40,10	0,080476	498,284
12,5	8	60	4,102	5,200	100	41,02	0,086667	473,308
12,5	8	60	4,164	5,571	100	41,64	0,092857	448,431
12,5	8	60	4,288	5,943	100	42,88	0,099048	432,923
12,5	8	60	4,325	6,314	100	43,25	0,105238	410,973
12,5	8	60	4,297	6,686	100	42,97	0,111429	385,628
12,5	8	60	4,285	7,057	100	42,85	0,117619	364,312
12,5	8	60	4,188	7,429	100	41,88	0,12381	338,262
12,5	8	60	4,021	7,800	100	40,21	0,13	309,308
12,5	8	60	3,958	8,171	100	39,58	0,13619	290,622
12,5	8	60	3,830	8,543	100	38,30	0,142381	268,997
12,5	8	60	3,758	8,914	100	37,58	0,148571	252,942
12,5	8	60	3,668	9,286	100	36,68	0,154762	237,009
12,5	8	60	3,517	9,657	100	35,17	0,160952	218,512
12,5	8	60	2,591	10,029	100	25,91	0,167143	155,017
12,5	8	60	1,683	10,400	100	16,83	0,173333	97,096

Daftar Riwayat Hidup Ketua Peneliti dan Anggota Peneliti

BIODATA

Ketua Peneliti:

1. Nama Lengkap dan Gelar : Drs. Irzal, M.Kes
2. NIP : 19610814 199103 1 004
3. Tempat dan Tanggal Lahir : Padang /14 Agust 1961
4. Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Mesin
5. Perguruan tinggi : Universitas Negeri Padang
6. Alamat Kantor : Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air
Tawar Padang - 25131
Telepon 0751 - 7053508
7. Alamat Rumah : Jl. Teknik Mesin Komplek ITP No. B/10
Gunung Pangilun-Padang
Hp. 081363442757
Email: irzal_msn@yahoo.co.id

8. Riwayat Pendidikan

No	Pendidikan	Tempat	Tahun Tamat
1	SD	Padang	1975
2	ST	Padang	1979
3	STM	Padang	1982
4	Sarjana (S1)	FPTK IKIP Padang	1987
5	Pasca Sarjana (S2)	UGM	2002

10. Penataran dan Pelatihan:

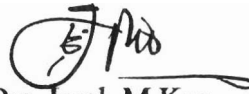
No	Nama Pelatihan/Seminar	Penyelenggara	Tahun
1.	Pengelasan	POLBAN Bandung	1997
2.	Proses Belajar Mengajar dan Sistem Evaluasi	UNP Padang	2003

11. Mata Kuliah Yang Diampu

- a. Fabrikasi Pengelasan
- b. Keselamatan Kerja
- c. Teknologi Fabrikasi
- d. Las MIG dan TIG

Demikian hal ini saya perbuat dengan sebenar-benarnya

Padang, 18 November 2011



Drs. Irzal, M.Kes
NIP. 19610814 199103 1 004

Anggota Peneliti 1:

1. Nama Lengkap dan Gelar : Hendri Nurdin, MT
2. NIP : 19730228 200801 1 007
3. Tempat dan Tanggal Lahir : Medan, 28 Februari 1973
4. Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Mesin
5. Perguruan tinggi : Universitas Negeri Padang
6. Alamat Kantor : Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telepon 0751 - 7053508
7. Alamat Rumah : Komplek Safa Marwa Blok I/2, Lubuk Minturun - Sungai Lareh, Padang - Sumbar
HP. 081374308765
Email: *hens2tm@yahoo.com*
8. Pendidikan Terakhir : Magister Teknik Mesin (S2)
Tempat Pendidikan : USU - Medan
Tahun Lulus : 2006

A. Pengalaman Penelitian:

No.	Judul	Tahun
1.	Pengaruh Perbandingan Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Pada Material Komposit Berpenguat Serat Glass.	2009
2.	Pengaruh Penggunaan Jenis Serat pada Material Komposit Polimer Terhadap Kekuatan Tarik	2008
3.	Analisa Kegagalan Poros Kenderaan Material Baja Karbon Rendah menggunakan SHPB	2007
4.	Rancang Bangun Alat Pengerol Pipa pada Industri Kecil	2007
5.	Pembuatan Tungku Peleburan Aluminium pada Industri Kecil Menengah	2006

B. Publikasi

No.	Publikasi
1.	Hendri N , Pengaruh Jenis Serat Pada Komposit Polimer Terhadap Kekuatan Tarik, Jurnal SAINTIKA, Vol. 1, No. 1 Maret 2010
2.	Hendri N , Analisa Kegagalan Poros Roda Kenderaan Material Baja Karbon Akibat Beban Fatik, Jurnal Teknomekanik, Vol. 2, No.1, Januari 2010
3.	Hendri N , Pengukuran Tegangan Dan Respon Bumper Mobil Komposit Polimer Terhadap Beban Impak, Teknomekanik ISSN 1979-6102 - Jurnal Teknik Mesin UNP, Vol. 1, No. 2, Juli 2009

4	Hendri Nurdin, Pengukuran Respon Langsung Headform Komposit Terhadap Beban Impak Kecepatan Tinggi, Kumpulan Makalah ISSN No.1693-6809, Mei 2009
5	Hendri N, Simulasi Respon Headform Komposit Polimer Akibat Beban Impak Kecepatan Tinggi, Teknomekanik ISSN 1979-6102 - Jurnal Teknik Mesin UNP, Vol. 1, No. 1, Januari 2009

C. Seminar / Konferensi yang diikuti (3 tahun terakhir)

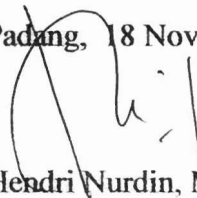
No	Seminar / Konferensi	Tempat	Sebagai	Tahun
1	Pelatihan Desain Produk Menggunakan AutoCAD dan MSC/Nastran	IC Star USU	Instruktur	2007
2	Pelatihan Penulisan Artikel Ilmiah Terpusat (DIKTI)	Garuda Plaza Hotel, Medan	Peserta	2009
3	Pelatihan Kurikulum Pendidikan	FT. UNP	Peserta	2010

D. Mata Kuliah Yang Diampu

- a. Elemen Mesin
- b. Teknologi Bahan
- c. Pengujian Bahan
- d. Mesin Teknologi Terapan

Demikian hal ini saya perbuat dengan sebenar-benarnya

Padang, 18 November 2011



Hendri Nurdin, MT
NIP. 19730228 200801 1 007

Anggota Peneliti 2:

1. Nama : Rifelino, S. Pd.
2. NIP : 198002152006041001
3. Tempat/ Tanggal Lahir : Jakarta / 15-02-1980
4. Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Mesin FT UNP
5. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang
6. Alamat Kantor : Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telepon 0751 - 7053508
7. Alamat Rumah : Jl. Simpang 3 No.15 Air Tawar Timur, Padang
Telp/ HP. 081374113420
Email: rie_fel@yahoo.co.id

A. Riwayat Pendidikan

No	Pendidikan	Tempat	Tahun Tamat
1	SD	Bukittinggi	1992
2	SMP	Bukittinggi	1995
3	STM	Bukittinggi	1998
4	Sarjana (S1)	FT UNP Padang	2005

B. Penelitian/Karya Ilmiah/ Artikel

No	Judul	Tahun
1	Hubungan Gerak Makan dan kedalaman Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan	2007

C. Pelatihan /Seminar

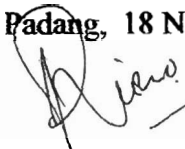
No	Nama Pelatihan/Seminar	Penyelenggara	Tahun
1	Semiloka Nasional Usulan Pengabdian pada masyarakat	LPKM UNP Padang	2007

D. Mata Kuliah Yang Diampu

- a. Pemesinan
- b. Metrologi Industri
- c. Pengepasan
- d. Aplikasi Komputer
- e. CAD dan Basis Data

Demikian hal ini saya perbuat dengan sebenar-benarnya

Padang, 18 November 2011



Rifelino, S. Pd.

NIP. 198002152006041001

CURRICULUM VITAE

IDENTITAS DIRI

Nama : Drs. Nelvi Erizon, M.Pd
 Nomor Peserta :
 NIP/NIK : 19620208 198903 1 002
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Tempat dan Tanggal Lahir : Padang, 8 Pebruari 1962
 Status Perkawinan : Kawin
 Agama : Islam
 Golongan / Pangkat : IV a / Pembina
 Jabatan Fungsional Akademik : Lektor Kepala
 Perguruan Tinggi : **Fakultas Teknik** Universitas Negeri Padang
 Alamat : Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, 25131
 Telp./Faks. : (0751) 7055644, 445118
 Alamat Rumah : Jl. Aur Duri Indah VII D No. 11 Padang
 Telp./Faks. : (0751) 8208270
 E-mail : nelvierizon@yahoo.co.id

RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI

Tahun Lulus	Jenjang	Perguruan Tinggi	Jurusan/ Bidang Studi
1986	Srata 1	FPTK IKIP Padang	Pendidikan Teknik Mesin / Fabrikasi
2007	Srata 2	Program Pasca Sarjana UNP Padang	Teknologi Pendidikan / Pendidikan Kejuruan

PELATIHAN PROFESIONAL

Tahun	Pelatihan	Penyelenggara
27 Nov 1989 s.d 17 Mar 1990	Penataran Keterampilan Teknik Dasar Tingkat Nasional Untuk Dosen FPTK IKIP Ujung Padang, Bandung, Jakarta, Medan dan Padang	FPTK IKIP Padang
24 Jul s.d 16 Agust 1990	Penataran Penelitian Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan	FPTK IKIP Padang
27 Jul s.d 6 Agust 1992	Penataran CNC – CAD/CAM	FPTK IKIP Padang
4 s.d 30 Jul 1994	Pretraining Pengenalan Sistem Pendidikan Politeknik	Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, Bandung
1 s.d 12 Agus 1996	Trainee Production Technology	Heds Jica, Medan
14 Okt s.d 12 Nov 1996	Kursus Bahasa Pemrograman Fortran	UGM, Yogyakarta
6 Okt s.d 27 Nov 1997	Magang Industri	PT. Dok & Perkapalan Koja Bahari (Persero) Galangan II Tg. Priok, Jakarta
24 s.d 29 Agust 1998	Pelatihan Proses Belajar Mengajar dan Sistem Evaluasi	FPTK IKIP Padang

17 s.d 22 Jul 2000	Pelatihan Peningkatan Mutu Bimbingan Dosen Terhadap Tugas Akhir/Skripsi, Proyek Akhir Mahasiswa	FT UNP – Heds Jica Padang
29 Nov s.d 4 Des 2004	Pelatihan Pengelolaan Keuangan	UNP Padang
28 Agust s.d 21 Sep 2006	Program Applied Approach (AA)	UNP Padang

PENGALAMAN JABATAN

Jabatan	Institusi	Tahun ... s.d. ...
Wakil Kepala Labor Teknologi Produksi Jur. Teknik Mesin	Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang	1997 s.d 1999
Sekretaris Jurusan Teknik Mesin	Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang	1999 s.d 2003
Ketua Jurusan Teknik Mesin	Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang	2003 s.d 2007
Kepala Unit Hubungan Industri FT UNP	Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang	2008 s.d Sekarang

PENGALAMAN MENGAJAR

Mata Kuliah	Jenjang	Institusi/Jurusan/Program	Tahun ... s.d. ...
Fabrikasi	S1 dan D3	Teknik Mesin FT UNP	1989 s.d Sekarang
Teknologi Pengelasan Logam	S1 dan D3	Teknik Mesin FT UNP	1989 s.d Sekarang
Mesin Perkakas 2	S1	Teknik Mesin FT UNP	1999 s.d 2008
Teknik Pembentukan Plat	S1 dan D3	Teknik Mesin FT UNP	1989 s.d Sekarang
Teknologi Proses Fabrikasi	S1 dan D3	Teknik Mesin FT UNP	1989 s.d Sekarang
Las Oxy Asetelin, TIG dan MIG	S1 dan D3	Teknik Mesin FT UNP	1989 s.d Sekarang
Metoda Mengajar Khusus 1	S1	Teknik Mesin FT UNP	2008 s.d Sekarang
Metoda Mengajar Khusus 2	S1	Teknik Mesin FT UNP	2008 s.d Sekarang

PENGALAMAN MEMBIMBING MAHASISWA

Tahun	Pembimbingan/Pembinaan
1989	Pembimbing Hima Jurusan PT. Mesin FPTK IKIP Padang
1989 s.d Sekarang	Penasehat Akademis Mahasiswa PT. Mesin FPTK IKIP Padang
1997	Pembimbing Senat Mahasiswa FPTK IKIP Padang
1999 s.d 2007	Pembina Hima Teknik Mesin FT UNP
2000 s.d Sekarang	Pembimbing Praktek Lapangan Industri Mahasiswa Teknik Mesin FT UNP
2000 s.d Sekarang	Pembimbing Proyek Akhir, Tugas Akhir dan Skripsi Mahasiswa Teknik Mesin FT UNP
2008	Pembimbing Praktek Lapangan Kependidikan Mahasiswa Teknik Mesin FT UNP

	Dalam Meningkatkan Kualitas Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan (PTK) di Sumatera Barat	
2004	Seminar Internasional Revitalisasi Nilai Hakiki Pembangunan Dalam Mengujudkan Kesejahteraan Masyarakat	UNP Padang
2006	Konvensi Nasional III APTEKINDO	FT UNG Gorontalo
2006	Temu Karya XIV FT/FPTK/JPTK Universitas se Indonesia	FT UNG Gorontalo
2006	Workshop Jabatan Fungsional Dosen Dan Angka Kreditnya	Dikti/Unand Padang
2006	Seminar Penyetaraan Kursus	Fakulti Pendidikan Universiti Kebangsaan Malaysia
2006	Lokakarya Penyempurnaan Job Description Pimpinan dan Staf Jurusan	PHK A1 Jurusan Teknik Otomotif FT UNP Padang
2008	Temu Karya XV FT/FPTK/JPTK Universitas se Indonesia	FT UNP Padang
2009	Awareness of New ISO 9001, 2008 Requirement & Quality Internal Audit Based on ISO 19011:2002	FT UNP Padang
2010	Seminar Pendidikan Teknikal Dan Vokasional Di Malaysia Dan Indonesia : Cabaran Dan Hala Tuju	Universiti Pendidikan Sultan Idris, Perak-Malaysia

KEGIATAN PROFESIONAL/PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Tahun	Kegiatan
2001	Pelatihan Keterampilan Teknik Pengelasan Pemuda Putus Sekolah di Kelurahan Lubuk Buaya Kecamatan Koto Tengah Kota Madya Padang
2002	Pelatihan Keterampilan Teknik Las Listrik Dan Las Oxy Asetelin Generasi Muda Putus Sekolah di Kelurahan Kurao Pagang Kecamatan Nanggalo Kota Madya Padang
2003	Pelatihan Keterampilan Teknik Pengelasan Dalam Rangka Pembinaan Dan Pengembangan Sikap Berwiraswasta Pemuda Putus Sekolah di Kelurahan Dadok Tunggul Hitam Kota Madya Padang
2005	Pelatihan Keterampilan Perawatan Dan Perbaikan Sepeda Motor Bagi Mahasiswa Korban Gempa Bumi Dan Tsunami Aceh Di Kota Padang
2006	Pelatihan Keterampilan Perawatan Dan Perbaikan Sepeda Motor Bagi Sopir Ojek Di Sekitar Perumahan Jondul V, Kelurahan Parupuk Tabing, Kecamatan Koto Tengah Kota Padang
2007	Pelatihan Keterampilan Teknik Las Listrik Dan Las Oxy Asetelin Generasi Muda Putus Sekolah di Desa Korong Aia Tajun Kenagarian Lubuk Alung Kecamatan Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman
2008	Pelatihan Keterampilan Teknik Las Listrik Dan Las Oxy Asetelin Tingkat Lanjut Generasi Muda Putus Sekolah di Desa Korong Aia Tajun Kenagarian Lubuk Alung Kecamatan Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman

PENGHARGAAN/PIAGAM

Tahun	Bentuk Penghargaan	Pemberi
2008	Satyalancana Karya Satya 10 Tahun	Presiden Republik Indonesia
2011	Satyalancana Karya Satya 20 Tahun	Presiden Republik Indonesia

333/Ho/2011-K-1.(1)

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

ORGANISASI PROFESI/ILMIAH		
Tahun	Organisasi	Jabatan
1987	Iluni FPTK/FT UNP Padang	Anggota
1989	Korpri Unit FT UNP Padang	Anggota
1992	Iluni UNP Padang	Anggota

Saya menyatakan bahwa semua keterangan dalam Curriculum Vitae ini adalah benar dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia mempertanggungjawabkannya.

Padang, 11 Oktober 2011
Dosen Ybs



Drs. Nelvi Erizon, M.Pd
NIP. 19620208 198903 1 002