



Prosiding

SEMINAR HASIL PENELITIAN &
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT



LEMBAGA PENELITIAN - UNIVERSITAS LAMPUNG **2007**

PROSIDING

Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat



**UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
SEPTEMBER 2007**

PROSIDING Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat

September © 2007

Penyunting :

Dr. John Hendri, M.S.
Dr. Agus Setiawan, M.Si.
Dr. Ir. Tugiyono, M.S.
Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T.
Dr. Ir. Suharyono, M.S.
Dr. Sutopo Hadi
Dr. Warsito, D.E.A.
Drs. Teguh Budi Raharjo, M.S.
Drs. Buchori Asyik, M.Si.

Penyunting pelaksana:

A. Rahman, S.Sos.
Ikhman Alhakki, S.E.
Dra. Taryati
Katli Azwan
Yehezkiel Male, S.H.
Sutaryanto, A.Md.
Agus Effendi

Distribusi:

Ina Iryana, S.S.
Andora Nerisona, A.Md.
Elizonara
Subur

Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan
Pengabdian Kepada Masyarakat :
September 2007 / penyunting, John
Hendri ... [et al.]. — Bandarlampung :
Lembaga Penelitian Universitas
Lampung, 2007.
x + 527 hlm. ; 21 x 29,7 cm

ISBN 978-979-15535-1-3

Diterbitkan oleh :

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS LAMPUNG

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro no. 1 Gedungmeneng Bandarlampung 35145
Telp. (0721) 705173, 701609 ext. 138, 136, Fax. 773798,
e-mail : lemlit@unila.ac.id

<http://lemlit.unila.ac.id>

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada ALLAH SWT., yang telah melimpahkan Rahmat dan Nikmat-Nya kepada civitas akademika Universitas Lampung yang dapat mengenang hari jadinya yang ke-42 tahun di Tahun 2007. dalam rangka mewujudkan Tri Dharma Perguruan Tinggi, Universitas Lampung menyelenggarakan Seminar Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang telah dilaksanakan oleh para dosen, baik yang dilakukan dengan dana mandiri, maupun mereka mendapatkan bantuan hibah dari berbagai *block grant*

Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang diseminarkan pada tanggal 10-11 September 2007 berjumlah 70 makalah yang dikelompokkan menjadi dua bagian besar, yaitu kelompok ilmu-ilmu eksakta dan ilmu-ilmu sosial. Hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni (IPTEKS) serta mendukung pembangunan nasional.

Terimakasih kami sampaikan kepada panitia seminar yang telah bekerja keras untuk mengumpulkan makalah dari para dosen di lingkungan Universitas Lampung dan peran serta aktif dosen dalam seminar. Demikian juga kami sampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada dewan penyunting dan penyunting pelaksana yang telah bekerja keras untuk mewujudkan terbitnya prosiding ini, serta pihak-pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Bandarlampung, September 2007

Ketua Lembaga Penelitian Unila,



Dr. John Hendri, M.S.
NIP 131962050

DAFTAR ISI

Halaman

SYARAT PERLU DAN CUKUP USIA BULAN SABIT PERTAMA SEBAGAI DASAR UNTUK MENENTUKAN TANGGAL SATU KALENDER HIJRIYAH Tiryono Ruby	1
PEMBUATAN MODEL PEMUTAR TELUR UNTUK MESIN TETAS TELUR UNGGAS Ahmad Su'udi	7
PENINGKATAN SIFAT MEKANIK BAJA KARBON RENDAH DENGAN PROSES PRESTRAIN Zulhanif	15
Efek Waktu Tinggal dan Temperatur Operasi Pada Metanolisis CPO Menggunakan RATB Taharuddin, Heri Rustamaji	21
ANALISIS DAN PERHITUNGAN RAMBATAN KALOR PADA SILINDER ALUMINIUM SEBAGAI PENDINGIN RANGKAIAN ELEKTRONIK TERPADU Akhmad Dzakwan	28
KAJIAN VARIASI DOSIS SERBUK BIJI KELOR DAN ALUM, SERTA WAKTU TINGGAL PADA AIR LIMBAH TAPIOKA DENGAN PROSES SEDIMENTASI Edwin Azwar	34
PERPINDAHAN KALOR KONVEKSI PADA PERMUKAAN SILINDER ATAU PIRINGAN YANG BERPUTAR Agus Sugiri	42
SURVEI GEOLISTRIK UNTUK ESTIMASI LAPISAN BATUBARA DI MUARA TOPENG LAMPUNG TENGAH Rustadi	52
PELABELAN TOTAL SISI TAK BERATURAN PADA GRAF BINTANG Asmiati	57
WAKTU OPTIMAL PEMBERSIHAN TERAK PADA <i>MULTIPASS WELDING</i> BAJA A/ISI 1020 Sugianto, Tarkono	64
PEMANFAATAN LIMBAH INDUSTRI KELAPA SAWIT UNTUK BAHAN BAKU KOMPOSIT PARTIKEL Tarkono	72
PENENTUAN LOKASI GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA SALURAN DISTRIBUSI PRIMER 20 KV BERDASARKAN PERHITUNGAN ARUS HUBUNG SINGKAT Dikpride Despa	80
METODE GRAVITASI UNTUK MENENTUKAN PENYEBARAN DAN KEDALAMAN CEKUNGAN (SINKLIN) DI DAERAH MENGGALA Nandi Haerudin, Suharno, Atik Hasnah Sholihah	87

DETEKSI PERGESERAN DERAJAT ARAH MATA ANGIN DENGAN METODE PEMBAGIAN SETENGAH LINGKARAN PADA KOMPAS PLAT MENGGUNAKAN SENSOR OPTIK	
Gurum Ahmad Pauzi	96
ANALISIS SISTEM PENTANAHAN GRID ROD GARDU INDUK TEGANGAN TINGGI 150 KV DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM MS VISUAL BASIC	
Henry B.H. Sitorus, Herman H. Sinaga, Hendri Albert Nopaer Simanjuntak	101
ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA BELITAN TRANSFORMATOR MENGGUNAKAN WAVELET DISKRIT	
Herman Halomoan Sinaga, Henry Binsar Hamonangan Sitorus, Rizky	115
PEMBANDINGAN EMPIRIS TIGA METODE REGRESI ROBUST	
Khoirin Nisa	125
PENENTUAN LITHOLOGI BATUAN BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE RESISTIVITAS SOUNDING DI DAERAH PROSPEK GEOTHERMAL GUNUNG RAJABASA	
Syamsurijal Rasimeng, Nandi Haerudin, Harmen	135
PENINGKATAN UNJUK KERJA APLIKASI WEB MENGGUNAKAN AJAX (Studi Kasus : Penjaminan Mutu Jurusan <i>Online</i>)	
Wahyu Eko Sulistiono, Mardiana, Denny Chandra	141
ANALISIS SISTEM KEAMANAN SIAKAD ONLINE UNILA MENGGUNAKAN FRAMEWORK COBIT - DS5	
Mardiana	149
SISTEM AKUISISI DATA FISIS JARAK JAUH MENGGUNAKAN PROTOKOL TCP/IP	
Rohmat Wahyudi	159
STUDI KOMPUTASI DISTRIBUSI ALIRAN FLUIDA PADA PERCABANGAN PIPA HORIZONTAL DUA DIMENSI	
Muhammad Irsyad	166
KAJIAN PENCEMARAN LOGAM BERAT DI WILAYAH PESISIR KOTA BANDAR LAMPUNG	
Indra Gumay Yudha	171
KAJIAN PENGARUH INDUKSI MEDAN MAGNET SUTET 500 KV PADA KESEHATAN MANUSIA MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY	
Jannus Maurits Nainggolan, Andi Hendrawan, Ahmad Ridwan	176
KARAKTERISTIK TAPIS PENYERAP BERDASARKAN PENGARUH VARIASI INTENSITAS CAHAYA MATAHARI	
S. Ratna Sulistiyan蒂	183
MONOKROMATOR CAHAYA BIRU UNTUK SPEKTROFOTOMETER MENGGUNAKAN GRATING TRANSMISI BERBANTUAN KOMPUTER	
Arif Surtono, Tantri Susilowati, R. Supriyanto, Sri Wahyusuciati	192
SISTEM PRACETAK SAMBUNGAN-KERING UNTUK PERTEMUAN BALOK-KOLOM	
Bayzoni	200
KARAKTERISASI SILIKA SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN KERAMIK DENGAN TEKNIK SINTERING	
Simon Sembiring	213

PENGARUH PARAMETER KUAT ARUS DAN WAKTU LAS TERHADAP DISTRIBUSI NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MAKRO HASIL LAS TITIK (<i>SPOT WELDING</i>) PELAT BAJA SPTC Harnowo Supriadi	222
EVALUASI KONDISI REGENERASI BENTONIT BEKAS SEBAGAI ADSORBEN PADA PROSES PEMUCATAN <i>CRUDE PALM OIL</i> (CPO) Joi Fatmat P.S. , Simparmin br. Ginting	229
RASIO BENTONIT BEKAS/HCL PADA REGENERASI BENTONIT BEKAS DENGAN PENGEKSTRAKSI KOH PADA PROSES PEMUCATAN <i>CRUDE PALM OIL</i> (CPO) Sylvia Inarce, Simparmin br. Ginting	233
ESTIMASI NILAI TEMPERATUR FORMASI PADA SUMUR MINYAK MENGGUNAKAN METODE CORE DAN LOG Ordas Dewanto, Hermanto	237
PENGGUNAAN <i>MATHEMATICA</i> UNTUK PENYESUAIAN KURVA SINUSOID DAN PEROLEHAN BENTUK <i>DERET FOURIER</i> SEBAGAI MODEL MATEMATIS Studi Kasus: (<i>Debit Air DPS Way Besai Sumber Jaya-Lampung</i>) La Zakaria	246
RANCANG BANGUN MODEL FISIK PENGATURAN LAMPU LALU LINTAS DAN LAMPU HITUNG MUNDUR MENGGUNAKAN METODE <i>FUZZY</i> BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89C51 Ageng Sadnowo Repelianto, Yuliarto Raharjo	256
PENGENALAN PENYAKIT/KELAINAN GENETIS KEPADA IBU-IBU DARMA WANITA UNIT FMIPA UNIVERSITAS LAMPUNG Eti Ernawiatyi, Rochmah Agustrina, Sri Wahyuningsih	268
KESEIMBANGAN KONSUMSI DAN PENGELUARAN ENERGI MAHASISWA UNIVERSITAS LAMPUNG (Kasus Pada Mahasiswa Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung) Rabiatal Adawiyah, Yaktiworo Indriani	271
IDENTIFIKASI BAKTERI KARANG PENDEGRADASI SENYAWA HERBISIDA PARAQUAT (1,1-Dimethyl-4,4'-Bipyridilium Dichloride) DI PANTAI UTARA JAWA Esti Harpeni	277
PARTISIPASI WANITA DALAM PENGELOLAAN HUTAN KEMASYARAKATAN DI TAMAN HUTAN RAYA WAN ABDURRAHMAN REGISTER 19 GUNUNG BETUNG BANDAR LAMPUNG Rio Tedi Prayitno	285
PENGARUH KONSENTRASI RAGI YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN POPULASI <i>Daphnia</i> sp. Munti Sarida	291
KUALITAS SPERMATOZOA MENCIT JANTAN (<i>Mus muculus L</i>) AKIBAT PAJANAN MEDAN LISTRIK TEGANGAN TINGGI Hendri Busman	296
KARAKTERISASI RUSIP DARI BANGKA Dyah Koesoemawardani	304
STUDI MUTU KECAP BENGUK: PENGARUH JENIS DAN KONSENTRASI KAPANG PADA FERMENTASI KOJI Medikasari, Marniza	314

EFEK PENAMBAHAN RUMPUT LAUT TERHADAP KARAKTERSTIK LEATHER SIRSAK Fibra Nurainy, Dyah Koesoemawardhani	320
PERFORMAN DAN INDEKS PRODUKTIVITAS INDUK KAMBING BOERAWA DAN KAMBING PERANAKAN ETAWA PADA PEMELIHARAAN RAKYAT Akhmad Dakhlan	328
PENGGUNAAN METIL ESTER SULFONAT UNTUK UJI EFEKTIVITAS PADA PENDESAKAN MINYAK BUMI Sri Hidayati	335
EFEK PASTEURISASI TERHADAP KARAKTERISTIK SANTAN YANG DISTABILKAN DENGAN CMC SELAMA PENYIMPANAN DINGIN Otik Nawansih, Fibra Nurainy	340
PENGARUH PEMBERIAN BOKASHI PADA MEDIA TUMBUH TERHADAP PERTUMBUHAN STEK PUCUK DAMAR (<i>Shorea javanica</i> K. & V.) Indriyanto	348
KAJIAN SENYAWA STEROID YANG DIISOLASI DARI <i>Haliclona sp</i> SEBAGAI INHIBITOR KITINASE Nurul Utami, Andi Setiawan, Rohima Riswaty	354
PERBANDINGAN MUTU GENETIK KAMBING SABURAI F1 DENGAN PERANAKAN ETAWAH BETINA BERDASARKAN NILAI PEMULIAAN PADA BOBOT SAPIH Sulastri Dan Akhmad Dakhlan	364
PEMANFAATAN COTTON BUDS DAN LIMBAH FILTER ROKOK SEBAGAI EMITTER ALTERNATIF DALAM SISTEM IRIGASI TETES Ahmad Tusi	369
AKTIVITAS ANTIPLASMODIUM EKSTRAK DAUN SUNGKAI (<i>Peronema canescens</i>) <i>in vivo</i> Jhons Fatriyadi Suwandi, Mahardika Agus Wijayanti, Mustofa	378
FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEBERADAAN JENTIK NYAMUK AEDES: STUDI DI KELURAHAN RAJABASA Dyah Wulan Sumezar R.W.	383
PENGUKURAN KADAR GULA BUAH TOMAT MENGGUNAKAN METODE PENGOLAHAN CITRA SEBAGAI DASAR PENGEMBANGAN SPEAKING PLANT <i>APPROACH</i> Diding Suhandy, Sandi Asmara, Sapto Kuncoro, Ahmad Masruri	390
KARAKTERISTIK MUTU TEMPOYAK YANG DIBERI TEKANAN VAKUM AWAL SELAMA PENYIMPANAN Neti Yuliana, Muhammad Nur, I Wayan Pande Suyasa	395
STUDI KEMELIMPAHAN DAN KEANERAGAMAN MAKRO-FAUNA TANAH PADA EKOSISTEM BEKAS LAHAN TAMBAK DI DESA SIDODADI PADANG CERMIN LAMPUNG SELATAN Tugiyono	403
PENGARUH <i>LAND APPLICATION</i> LIMBAH CAIR PABRIK MINYAK KELAPA SAWIT TERHADAP TANAH DAN PRODUKSI TANAMAN KELAPA SAWIT Irwan S. Banuwa	413
MODEL PEMBELAJARAN MAHASISWA DAN HASIL BELAJAR YANG DICAPAI (Pada Matakuliah PKLH Mahasiswa PS. P. Geografi FKIP Universitas Lampung) Trisnaningsih, Buchori Asyik	419

ANALISIS FINANSIAL ANGKUTAN KOTA (Studi Kasus di Kota Metro – Lampung)	426
Tas'an Junaedi	
ANALISIS HUBUNGAN CURAHAN TENAGA KERJA WANITA DENGAN STATUS GIZI ANAK BALITA PADA BERBAGAI TIPE USAHATANI DI KABUPATEN LAMPUNG TIMUR	436
Dame Trully Gultom, Rabiatul Adawiyah	
FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN RESPON PETANI TERHADAP KEGIATAN KLINIK TEKNOLIGI PERTANIAN BERBASIS PADI SAWAH DI KABUPATEN LAMPUNG TENGAH	442
Ktut Murniati, Indah Listiana	
PROSES PEMBERDAYAAN MASYARAKAT MISKIN PERKOTAAN (Studi Kasus terhadap Kelompok Masyarakat Program Pembangunan Gemma Tapis Berseri di Kelurahan Way Kandis Kecamatan Tanjung Seneng Kota Bandar Lampung)	448
Endry Fatimaningsih	
UKM dan KEMISKINAN	458
Ahmad Rifa'i, Deddy Apriliani, Sigit Prasetyo	
PENGARUH SEMBILAN ELEMEN JURNALISME DALAM KEBIJAKAN REDAKSIONAL SKM TEKNOKRA	468
Toni Wijaya	
PENGARUH AGENDA MEDIA TELEVISI TENTANG PEMBERITAAN FORMALIN TERHADAP SIKAP DAN PERILAKU PEMBELIAN MAKANAN DI BANDAR LAMPUNG	475
Nina Yudha Aryanti	
ANALISIS LINGUISTIK TEKS SMS YANG DIKIRIM REMAJA USIA 18-20 TAHUN (Studi Kasus Mahasiswa Universitas Lampung)	483
Feni Munifatullah	
FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN MOTIVASI WANITA DALAM USAHA PEMBIBITAN MANGROVE DI KECAMATAN PADANG CERMIN KABUPATEN PESAWARAN	487
Begem Viantimala, Ktut Murniati	
PENGALAMAN PEMBERDAYAAN PETERNAK KAMBING DI KABUPATEN TANGGAMUS PROPINSI LAMPUNG PADA PROGRAM KERJASAMA PENGEMBANGAN KAMBING BOERAWA KAMPOENG TERNAK DOMPET DHUAFA REPUBLIK DENGAN PEMERINTAH DAERAH KABUPATEN TANGGAMUS	494
Purnomo, Sugeng Prayitno, Sosro Wardoyo, Sadar	
PERSPEKTIF LEMBAGA PEMASYARAKATAN DALAM PERLINDUNGAN HAM NARAPIDANA BERDASARKAN SISTEM PEMASYARAKATAN	504
Maya Shafira	
KUAT MEDAN LISTRIK DI BAWAH SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 150 kV DENGAN METODE SIMULASI MUATAN DISKRIT	513
Nining Purwasih, Jannus Maurits Nainggolan, Elyta Devriana	
KEMAMPUAN ZEOLIT ALAM LAMPUNG TERAKTIVASI KIMIA (NaOH)-FISIK DALAM MENINGKATKAN PRESTASI MOTOR DIESEL 4-LANGKAH	523
Herry Wardono	

WAKTU OPTIMAL PEMBERSIHAN TERAK PADA *MULTIPASS WELDING* BAJA A/ISI 1020

SUGIANTO & TARKONO

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unila

ABSTRAK

Pengelasan baja karbon rendah menggunakan las busur listrik elektroda terlindung (*SMAW*) dengan metode *multipass welding* akan menimbulkan terak. Terak berfungsi mencegah terjadinya oksidasi pada logam las, terak bersifat rapuh dan harus dibersihkan. Biasanya terak dibersihkan dari permukaan las pada saat terak sudah terbentuk dan mengering pada permukaan las namun belum ada ketetapan yang mengatur waktu kapan terak dibersihkan dari permukaan las secara pasti/baku.

Pada proses pengelasan, spesimen uji tarik baja karbon rendah (A/ISI 1020) yang telah dibuat kampuh las tumpul (*butt weld joint*) beralur V tunggal dilas menggunakan las *SMAW* dengan metode *multipass welding*. Terak yang terbentuk pada setiap lapisnya dibersihkan dengan variasi waktu pembersihan: beberapa saat setelah pengelasan (kurang 0.5 menit), 1, 2, 3, 4, dan 5 menit setelah pengelasan.

Hasil pengujian tarik menunjukkan kenaikan kekuatan tarik, kekuatan luluh, dan perpanjangan seiring dengan bertambahnya waktu pembersihan terak. Pada waktu pembersihan terak 3 menit tegangan tarik dan perpanjangan berada pada nilai terbesar yaitu 560.885 MPa dan 29.88 %, sedangkan tegangan luluh pada waktu ini adalah 379.534 MPa. Pada waktu pembersihan terak 4 menit tegangan luluh berada pada nilai terbesar yaitu 421.268 MPa, sedangkan tegangan tarik dan perpanjangan pada waktu ini adalah 548.189 MPa dan 25.98 %. Waktu optimal pembersihan terak dari permukaan las yang dilakukan di udara bebas adalah pada rentang waktu 3 sampai 4 menit setelah pengelasan.

Kata kunci : waktu pembersihan terak, kekuatan tarik, mikrostruktur.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Sampai saat ini pengelasan merupakan pelaksanaan pekerjaan yang sangat penting dalam teknologi produksi dengan bahan baku logam. Dari perkembangannya yang pesat telah banyak teknologi baru yang ditemukan, sehingga boleh dikatakan tidak ada logam yang tidak dapat dilas dengan cara-cara yang ada pada saat ini. Salah satu baja yang banyak digunakan dalam pengelasan adalah baja karbon rendah.

Pengelasan baja karbon rendah dengan menggunakan las busur listrik elektroda terlindung (*SMAW*) dengan prosedur *multipass welding* biasanya akan menimbulkan terak. Terak (*slag*) merupakan sisa dari pencairan logam yang berupa kotoran besi dan logam lainnya. Terak mengandung oksida dari kalsium, silikon, alumanium, dan mangan, sejumlah kecil oksida besi, dan sulfur. Pada pengelasan *SMAW*, terak berfungsi menghalangi terjadinya oksidasi pada logam las [Wiryosumarto, 1996]. Namun setelah pengelasan selesai dilakukan, terak harus dibersihkan atau dihilangkan dari permukaan las. Pentingnya menghilangkan terak disebabkan karena terak bersifat rapuh dan bisa terjerat pada daerah takik las (*undercut*) yang akan mengurangi kekuatan dari sambungan las tersebut (Carry, 1989).

Proses pembersihan membutuhkan keterampilan yang cukup dari *welder*. Hal ini bertujuan supaya tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan seperti retak pada logam las yang disebabkan *welder* ceroboh dalam membersihkan terak. Pembersihan terak dilakukan waktu pengelasan selesai dikerjakan oleh operator las (*welder*) dengan menggunakan palu dan sikat baja. Biasanya terak dibersihkan dari permukaan las pada saat terak sudah terbentuk dan mengering pada permukaan las namun belum ada ketetapan yang mengatur waktu kapan terak dibersihkan dari permukaan las secara pasti/baku. Kadang kala *welder* membersihkan terak sesaat setelah pengelasan, padahal terak berfungsi menghalangi terjadinya oksidasi saat suhu logam las masih tinggi. Namun ada lagi yang membersihkan terak beberapa saat setelah pengelasan. Atas dasar itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh waktu pembersihan terak sehingga nantinya bisa diketahui waktu optimal untuk melakukan pembersihkan terak.

2. Tujuan Penelitian

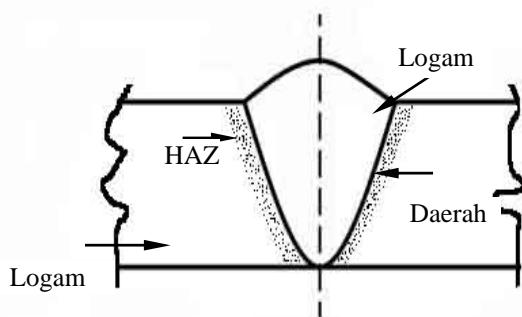
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui pengaruh waktu pembersihan terak terhadap tegangan tarik, tegangan luluh, dan persentase perpanjangan hasil *multipass welding*.
- b. Mengetahui waktu optimal untuk mulai melakukan pembersihan terak pada *multipass welding*.

3. Tinjauan Pustaka

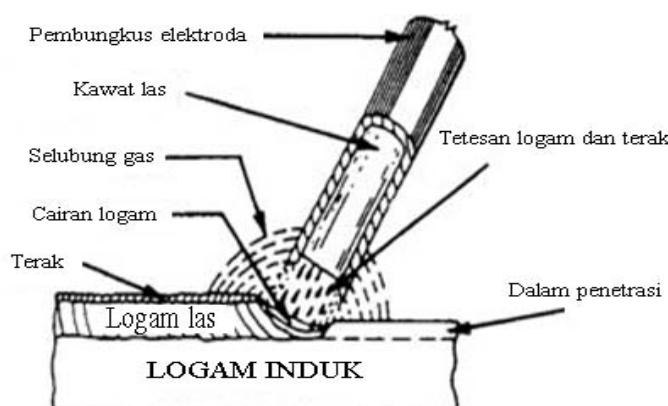
Berdasarkan definisi dari *Deutche Industrie Normen* (DIN), **las** adalah ikatan metallurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Pada waktu ini telah digunakan lebih dari 40 jenis pengelasan (Wiryosumarto, 1996). Berbagai metode atau cara pengelasan telah ditemukan untuk membuat proses pengelasan menghasilkan sambungan yang kuat dan efisien, salah satunya *multipass welding*. *Multipass welding* merupakan metode atau cara pengelasan dimana material yang akan dilas diisi dengan *filler metal* dua kali atau lebih (ASM Handbook, 1998). Pengelasan memberi keuntungan baik itu dalam aspek komersil maupun teknologi (Groover, 1996).

Pada proses pengelasan terdapat tiga daerah seperti terlihat pada gambar 1.



- (a) Logam induk (*base metal*), merupakan bagian logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan tidak terjadinya perubahan-perubahan struktur dan sifat.
- (b) Logam las, merupakan bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan membeku.
- (c) Daerah pengaruh panas atau *heat effected zone (HAZ)*, merupakan logam dasar yang bersebelahan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat (Wiryosumarto, 1996).

Las busur listrik elektroda terlindung atau lebih dikenal *SMAW* (*shield metal arc welding*) merupakan pengelasan menggunakan busur nyala listrik sebagai panas pencair logam. Busur listrik terbentuk diantara elektroda terlindung dan logam induk seperti ditunjukkan pada gambar 2. Karena panas dari busur listrik maka logam induk dan ujung elektroda mencair dan membeku bersama (Wiryosumarto, 1996).



Gambar 2. Las busur listrik elektroda terlindung (*SMAW*)

Prinsip kerja las busur listrik elektroda terlindung yaitu dimulai ketika nyala api elektrik menyentuh ujung elektroda dengan benda kerja, skema las *SMAW* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Dua logam yang konduktif jika dialiri arus listrik

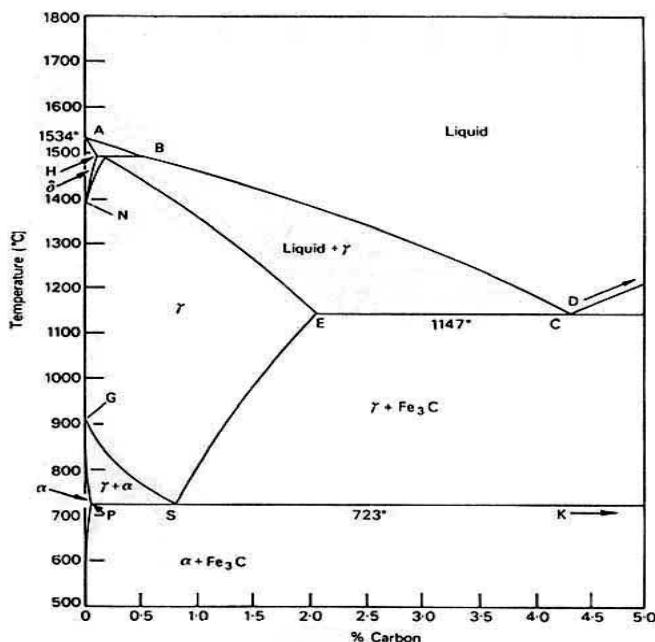
dengan tegangan yang relatif rendah akan menghasilkan loncatan elektron yang menimbulkan panas yang sangat tinggi, dapat mencapai 5000°C yang dapat mencairkan kedua logam tersebut.

Sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi dengan sambungan tumpul (*butt-joint*), sambungan T (*T-joint*), sambungan sudut (*fillet-joint*) dan sambungan tumpang (*lap-joint*). Sebagai perkembangan sambungan dasar tersebut di atas terjadi sambungan silang, sambungan dengan penguat dan sambungan sisi seperti pada gambar 4 (Wiryosumarto, 1996).

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S, dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, bila kadar karbon naik maka kekuatan dan kekerasan juga akan bertambah tinggi. Karena itu, baja karbon dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya (Wiryosumarto, 1996).

Untuk mengetahui perubahan fasa pada baja karbon dapat dijelaskan dengan menggunakan diagram fasa besi-karbon, seperti ditunjukkan pada gambar 5.

Diagram tersebut didasarkan pada transformasi yang terjadi sebagai hasil pemanasan dan pendinginan yang lambat. Besar kecilnya penurunan temperatur dipengaruhi oleh cepat atau lambatnya laju pendinginan. Fasa-fasa yang terdapat pada diagram tersebut antara lain austenit, ferrit, perlit, cimentit, dan sebagainya (Gowelding, 2002).

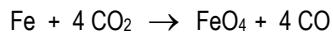


Gambar 5. Diagram fasa besi-karbon.

Baja karbon rendah yang didinginkan secara lambat umumnya memiliki struktur mikro perlit dan ferrit seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Pada gambar 6 daerah yang terang menunjukkan struktur mikro dari ferrit, daerah yang gelap merupakan perlit, dan titik-titik kecil pada butir ferrit merupakan kotoran seperti oksida dan sulfida. Perlit merupakan campuran dari ferrit dan besi carbida (cimentit). Struktur mikro ini akan mempengaruhi sifat-sifat mekanik dari baja. Mengurangi ukuran butir dan mengurangi jumlah perlit akan meningkatkan kekuatan, *ductility*, dan ketangguhan baja (Gowelding, 2002).

Gambar 6. Struktur mikro baja karbon rendah yang didinginkan secara lambat.

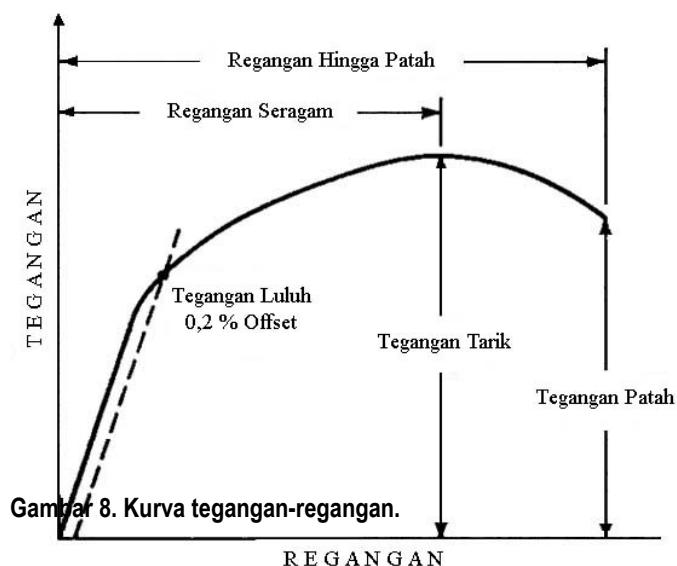
Proses oksidasi melibatkan reaksi kimia antara permukaan logam kering dengan gas oksidasi (gas yang mengandung oksigen) yang menghasilkan selaput oksida padat pada permukaan logam kering (Smallman, 1991). Oksidasi sering terjadi pada penggunaan logam dan paduan pada temperatur tinggi di udara bebas, termasuk pengelasan. Perilaku oksidasi baja lunak dan baja paduan rendah dalam lingkungan CO₂ (bercampur dengan sedikit CO dan uap air) akan menghasilkan kerak oksida FeO₄ seperti pada reaksi di bawah ini.



Laju oksidasi tergantung pada penambahan unsur paduan. Penambahan paduan yang bervalensi rendah seperti logam transisi akan mengurangi jumlah elektron dan dengan demikian meningkatkan konsentrasi lubang serta menurunkan konsentrasi kekosongan, sehingga laju oksidasi turun. Sebaliknya, penambahan unsur paduan yang bervalensi tinggi akan meningkatkan laju oksidasi (Smallman, 1991).

Kadar oksigen dalam baja tergantung pada kadar paduannya seperti Si dan Mn. Sedangkan pada pengelasan, kadar oksigen tergantung dari fluks yang digunakan. Oksidasi akan mempengaruhi ketangguhan dan kekuatan logam las dan membuat logam las rapuh, ketangguhan dan kekuatan logam las akan turun dengan naiknya kadar oksigen pada logam las tersebut (Wiryosumarto, 1999).

Kekuatan tarik (*ultimate tensile strength*) adalah beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji. Secara skematis hasil pengujian tarik dapat digambarkan dalam kurva tegangan-regangan (*stress-strain curve*) seperti pada gambar 8. Parameter-parameter yang digunakan untuk menggambarkan kurva tegangan-regangan spesimen uji adalah kekuatan tarik, kekuatan luluh, persen perpanjangan dan pengurangan luas (Dieter, 1996)

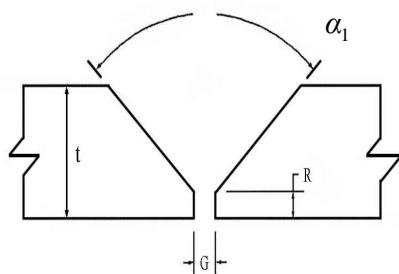


Sebagian besar bahan mengalami perubahan sifat dari elastis menjadi plastik yang berlangsung sedikit demi sedikit, dan dimana deformasi plastik mulai terjadi dan sukar ditentukan secara teliti. Tegangan luluh, biasanya didefinisikan sebagai tegangan luluh offset, adalah tegangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah kecil deformasi plastik yang ditetapkan. Tegangan luluh offset ditentukan dengan mengukur perpotongan antara kurva tegangan-regangan dengan garis sejajar dengan elastis offset regangan tertentu, pada umumnya garis offset diambil sebesar 0,2 % atau 0,1 % (Dieter, 1996).

METODOLOGI PENELITIAN

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah (AISI 1020) dengan ketebalan 12 mm (ketebalan yang banyak dijual di pasaran). Baja karbon rendah merupakan material yang aplikasinya cukup luas seperti untuk konstruksi bangunan, rangka baja, jembatan dan digunakan pada kendaraan

Jenis kampuh las yang digunakan adalah sambungan las tumpul (*butt weld joint*) dengan alur berbentuk V tunggal seperti yang ditunjukkan dalam gambar 9.



Keterangan:

R = Kaki akar = 2 mm
 G = Celah akar = 6 mm
 α_1 = Sudut alur = 60°
 t = Tebal = 12 mm

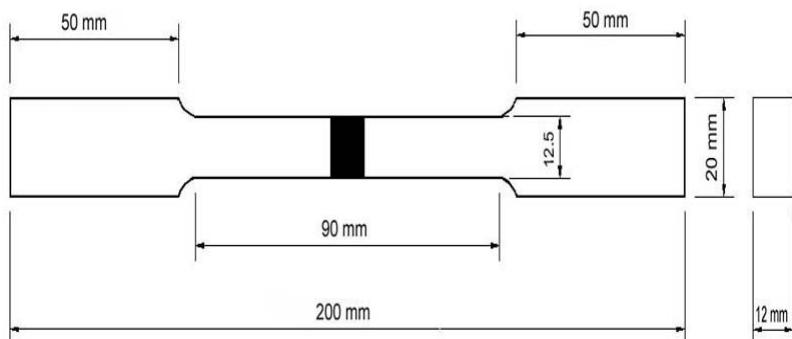
Gambar 9. Bentuk dan ukuran sambungan las tumpul dengan alur V tunggal.

Ukuran alur pada gambar 9 (alur V tunggal) diambil dari rekomendasi JSSC-1977 (*Japan society of steel construction*) tentang persiapan sisi untuk pengelasan baja dengan busur listrik. Pembuatan kampuh dilakukan dengan cara baja karbon rendah dipotong dengan mesin gergaji dan mesin sekrap sesuai dengan ukuran dan bentuknya.

Jenis las yang digunakan adalah las busur listrik elektroda terlindung (*SMAW*) dengan cara *multipass welding*. Sebelum pengelasan dimulai logam induk harus dibersihkan dari kotoran seperti debu, minyak dan gemuk, karat, air dan lain sebagainya supaya tidak terjadi cacat las. Selanjutnya baja dilas dengan las *SMAW*. Setelah pengelasan lapis pertama selesai, terak yang terbentuk dibersihkan dengan palu dan sikat baja, baru selanjutnya dilas dan teraknya dibersihkan lagi. Pengelasan dilakukan sampai kampuh lasnya penuh.

Untuk penelitian ini, waktu pembersihan terak divariasikan yaitu beberapa saat setelah pengelasan (kurang 0,5 menit), satu (1) menit, dua (2) menit, tiga (3) menit, empat (4) menit dan lima (5) menit. Untuk mengukur waktunya digunakan *stopwatch*.

Setelah proses pengelasan selesai dilakukan tahap selanjutnya adalah pembuatan spesimen uji tarik sesuai standar. Standar yang digunakan yaitu standar ASTM E-8 mengenai spesimen uji tarik untuk material logam seperti yang ditunjukkan pada gambar 17. Dalam gambar 17 menunjukkan panjang awal spesimen uji (L_0) adalah 90 mm, lebar awal (W_0) adalah 12,5 mm dan panjang keseluruhan spesimen uji adalah 200 mm.



Gambar 10. Spesimen uji tarik (standar ASTM E-8)

Untuk spesimen foto mikro, baja dipotong sesuai kebutuhan pada daerah yang diprediksi sebagai daerah *HAZ*. Kemudian baja tersebut dimasukkan ke dalam cetakan untuk dicetak dan dicampur dengan resin. Tujuan pencetakan adalah supaya baja bisa diampas secara bersamaan pada mesin amplas.

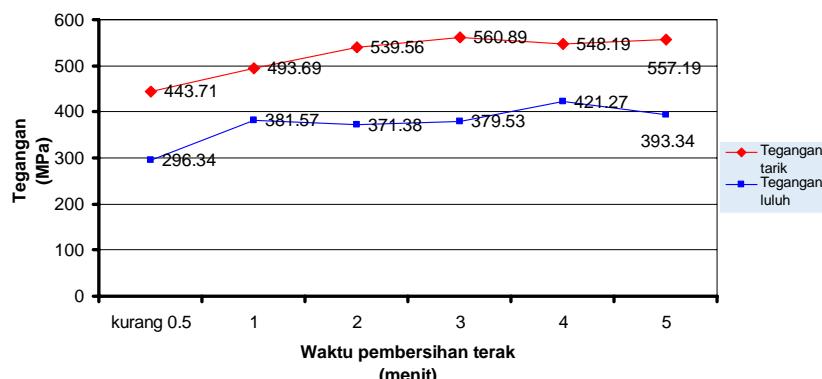
Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik dan foto mikro. Uji tarik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan spesimen uji dan foto mikro bertujuan untuk melihat struktur mikro yang terjadi pada daerah *HAZ*. Pengujian tarik yang dilakukan kepada spesimen uji harus sesuai standar yang digunakan yaitu ASTM E-8. Standar ini memberikan ukuran spesimen uji berupa lebar awal (W_0), panjang awal spesimen uji (L_0) dan panjang keseluruhan spesimen uji.

Spesimen foto mikro yang sudah disiapkan diampas dengan menggunakan mesin amplas sampai halus, proses ini membutuhkan ketelitian dan kesabaran supaya spesimen yang akan difoto benar-benar halus. Setelah permukaan spesimen halus, permukaannya dietsa dan dicuci untuk menghilangkan kotoran yang ada pada permukaan kemudian dikeringkan. Setelah itu spesimen diletakkan pada meja mikroskop kemudian difoto untuk mendapatkan gambar struktur mikro permukaan daerah *HAZ*.

HASIL dan PEMBAHASAN

Dari data pengujian menunjukkan bahwa semakin cepat terak dibersihkan dari permukaan logam las maka kekuatan dan keuletan hasil lasan tersebut cenderung turun. Hal ini disebabkan karena waktu pembersihan terak yang cepat, pada saat temperatur logam las masih tinggi, akan menyebabkan proses oksidasi lebih cepat terjadi pada logam las. Logam yang mengandung oksigen cukup banyak bersifat rapuh, atau ketangguhan dan kekuatan logam las akan turun dengan naiknya kadar oksigen pada logam las tersebut.

Hubungan antara tegangan tarik dan tegangan luluh dengan waktu pembersihan terak yang terjadi pada spesimen uji tarik yang telah dilas dengan metode *multipass welding*, dimana saat proses pengelasan waktu pembersihan terak divariasikan.

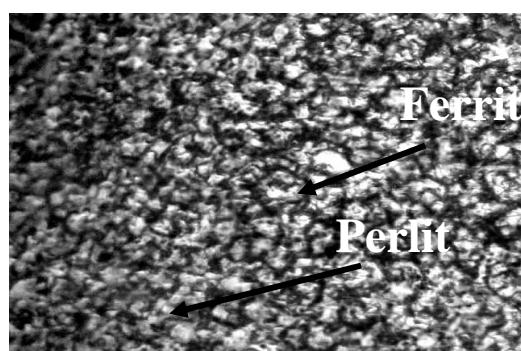


Gambar 11. Hubungan tegangan tarik dan tegangan luluh dengan waktu pembersihan terak.

Pada gambar 11 menunjukkan tegangan tarik cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu pembersihan terak (sampai waktu pembersihan terak 3 menit setelah pengelasan). Pada waktu pembersihan terak kurang 0.5 menit dengan tegangan tarik yaitu 443.714 MPa yang merupakan tegangan tarik terkecil cenderung meningkat sampai waktu pembersihan terak 3 menit yang memiliki tegangan tarik yaitu 560.885 MPa yang merupakan tegangan tarik terbesar. Kenaikan yang terjadi yaitu sebesar 117.171 MPa atau meningkat 20.89 %. Namun setelah waktu pembersihan terak 3 menit (4 dan 5 menit), tegangan tarik cenderung stabil walaupun waktu pembersihan teraknya bertambah.

Hal ini disebabkan semakin cepat membersihkan terak dari permukaan las atau temperatur logam las masih tinggi, oksidasi akan berlangsung cepat pada logam las. Oksigen akan membentuk butiran oksida dalam logam las dan akan menurunkan kekuatan dan keuletan dari logam tersebut. Pada waktu pembersihan terak 3 menit dan setelahnya, terak sudah terbentuk dan mengering di atas permukaan lasan sehingga terak yang terbentuk tersebut bisa melindungi/menghalangi logam las dari pengaruh oksidasi. Namun laju pendinginan yang terjadi pada logam las untuk waktu pembersihan terak 4 dan 5 menit berlangsung lebih lambat dari waktu pembersihan 3 menit karena adanya terak tadi. Pada laju pendinginan yang lambat (waktu pembersihan terak 4 dan 5 menit), kekuatan dan kekerasan dari logam las menurun. Hal ini disebabkan struktur mikro yang terbentuk berupa ferrit dan perlit yang lebih kasar dan lunak dari struktur mikro yang terbentuk pada waktu pembersihan terak 3 menit.

Pada waktu pembersihan terak 3 menit yang laju pendinginannya lebih cepat dari waktu pembersihan terak 4 dan 5 menit, pada umumnya kesempatan membentuk ferrit akan lebih kecil sehingga ferrit yang terjadi akan lebih sedikit dan perlit yang terbentuk lebih banyak. Gambar 20 memperlihatkan struktur mikro yang terjadi pada waktu pembersihan 3 menit. Pada gambar tersebut tampak ferrit (putih) tidak terlalu banyak sedangkan perlit (gelap/hitam) yang terbentuk lebih banyak.

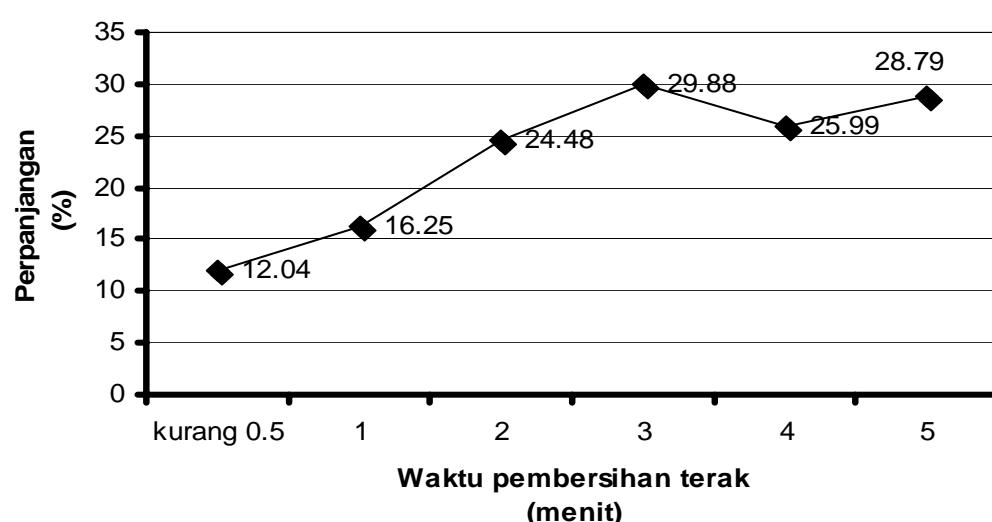


Gambar 12. Hasil foto mikro pada daerah HAZ dengan pembesaran 200 kali untuk waktu pembersihan terak 3 menit.

Selain itu pada laju pendinginan yang cepat (pada waktu pembersihan terak 3 menit) juga akan menyebabkan lamel sementit pada perlit menjadi lebih tipis, jarak antar lamel lebih tipis, perlit menjadi lebih halus sehingga menjadikannya lebih kuat dan keras dari laju pendinginan lambat (waktu pembersihan terak 4 dan 5 menit).

Sama halnya dengan tegangan tarik, tegangan luluh cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu pembersihan terak seperti yang ditunjukkan pada gambar 19. Pada waktu pembersihan terak kurang 0.5 menit dengan tegangan luluh sebesar 296.341 MPa yang merupakan tegangan luluh terkecil cenderung meningkat sampai waktu pembersihan terak 4 menit yang memiliki tegangan luluh sebesar 421.268 MPa yang merupakan tegangan luluh terbesar. Kenaikan yang terjadi sebesar 124.927 MPa atau 29.65 %. Setelah waktu pembersihan 4 menit tegangan luluhnya turun. Sama halnya yang terjadi pada tegangan tarik, pengaruh oksidasi dan laju pendinginan juga mempengaruhi nilai dari tegangan luluh.

Gambar 21 merupakan grafik hubungan perpanjangan dengan waktu pembersihan terak. Perpanjangan terkecil terjadi pada waktu pembersihan terak kurang 0.5 menit yaitu 12.04 %. Perpanjangan cenderung meningkat sampai waktu pembersihan terak 3 menit yaitu 29.88 % yang merupakan persentase perpanjangan terbesar. Kenaikan yang terjadi yaitu sebesar 17.84 atau 59.70 %. Sedangkan perpanjangan yang terjadi pada waktu pembersihan terak 4 dan 5 menit mengalami penurunan dan kenaikan.



Gambar 13. Hubungan perpanjangan dan waktu pembersihan terak

Ini berarti semakin bertambah waktu pembersihan terak (sampai waktu 3 menit setelah pengelasan) maka perpanjangan yang terjadi semakin besar. Hal ini disebabkan semakin cepat membersihkan terak dari permukaan las atau temperatur logam las masih tinggi, oksidasi akan berlangsung cepat pada logam las. Oksigen akan membentuk butiran oksida dalam logam las dan akan menurunkan perpanjangan dari logam las tersebut. Pada waktu pembersihan terak 3 menit dan setelahnya, terak sudah terbentuk dan mengering di atas permukaan lasan sehingga terak yang terbentuk tersebut bisa melindungi/menghalangi logam las dari pengaruh oksidasi. Namun laju pendinginan yang terjadi pada logam las untuk waktu pembersihan terak 4 dan 5 menit berlangsung lebih lambat dari waktu pembersihan 3 menit karena adanya terak tadi.

Untuk melihat struktur mikro yang terjadi pada proses pengelasan, perlu dilakukan foto mikro. Gambar 20 di atas merupakan hasil foto mikro yang terjadi di daerah HAZ. Daerah HAZ merupakan daerah logam induk yang mengalami perubahan struktur mikro pada saat proses pengelasan karena adanya panas yang terjadi pada saat pengelasan. Panas yang diterima daerah HAZ besarnya tidak jauh berbeda dengan logam las hanya saja daerah HAZ tidak mencair seperti logam las. Untuk semua hasil foto mikro disajikan pada lampiran.

KESIMPULAN

Semakin bertambah waktu pembersihan terak maka nilai tegangan tarik dan tegangan luluh akan meningkat namun setelah waktu pembersihan terak 3 menit nilai tegangan tarik dan perpanjangan mulai konstan. Besar peningkatan yang terjadi dari nilai terkecil sampai nilai terbesar adalah: untuk tegangan tarik yaitu 117.171 MPa atau meningkat 20.89 %, dan untuk tegangan luluh yaitu 124.927 MPa atau meningkat 29.65 %.

Pada waktu pembersihan terak 3 menit tegangan tarik dan perpanjangan berada pada nilai terbesar yaitu 560.885 MPa dan 29.88 %, sedangkan tegangan luluh yaitu 379.534 MPa. Pada waktu pembersihan terak 4 menit tegangan luluh berada pada nilai terbesar yaitu 421.268 MPa, sedangkan tegangan tarik dan perpanjangan yaitu 548.189 MPa dan 25.98 %.

Waktu optimal pembersihan terak dari permukaan las yang dilakukan di udara bebas adalah pada rentang waktu 3 sampai 4 menit setelah pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Carry, H. B. 1989. "Modern Welding Technology – 2nd ed". Prentice – Hall. USA.
- Dieter, George E (Alih bahasa: Ir. Sriati Djaprie, M.E., M.Met). 1996. "Metallurgi Mekanik – Edisi Ketiga". Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Gowelding. 2002. "The Metallurgy Of Carbon Steel". <http://www.gowelding.com/met/carbon.htm>, akses: 17 februari 2007.
- Groover, Mikell P. 1996. "Foundamentals of Modern Manufacturing". Prentice – Hall. USA.
- Sack, Raymond J. 1997. "Welding: Principles and Practices". Mc Graw Hill. USA.
- Schaffer, James P. 1999. "The Science and Design of Engineering Materials". Mc Graw Hill. USA.
- Smallman, R.E. 1991. "Metalurgi Fisik Modern – Edisi Keempat". PT Gramedia. Jakarta.
- Wiryosumarto, H dan Okumura, T. 1996. "Teknologi Pengelasan Logam". Paradnya Paramita. Jakarta.
- _____, 1997. "ASM Handbook (Welding, Brazing, and Soldering – Volume 6)". ASM International. USA.