

**PENGARUH VARIASI KECAPATAN LAS DAN KUAT ARUS
TERHADAP KEKERASAN, TEGANGAN TARIK, STRUKTUR MIKRO
BAJA KARBON RENDAH DENGAN ELEKTRODA E 6013**



SKRIPSI

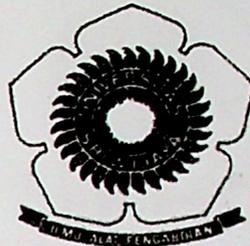
**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

**BILLY HIZKYA KEMBAREN
03953150076**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2012**

**PENGARUH VARIASI KECEPATAN LAS DAN KUAT ARUS
TERHADAP KEKERASAN, TEGANGAN TARIK, STRUKTUR MIKRO
BAJA KARBON RENDAH DENGAN ELEKTRODA E 6013**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

**BILLY HIZKYA KEMBAREN
03053150078**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2012**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**



SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI KECEPATAN LAS DAN KUAT ARUS
TERHADAP KEKERASAN, TEGANGAN TARIK, STRUKTUR MIKRO
BAJA KARBON RENDAH DENGAN ELEKTRODA E 6013**

Oleh :

**BILLY HIZKYA KEMBAREN
03053150078**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 19591015 198703 1 006**

**Inderalaya, Februari 2012
Dosen Pembimbing Skripsi**

**Dr. Ir. Amrifan S. M. Dipl. Ing
NIP. 19640911 199903 1 002**

SKRIPSI

Nama : Billy Hizkya Kembaren
NIM : 03053150078
Mata Kuliah : Plat Tipis
Judul Skripsi : PENGARUH VARIASI KECEPATAN LAS DAN
KUAT ARUS TERHADAP KEKERASAN,
TEGANGAN TARIK, STRUKTUR MIKRO BAJA
KARBON RENDAH DENGAN ELEKTRODA E
6013
Diberikan : Mei 2011
Selesai : Januari 2012

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 19591015 198703 1 006

Inderalaya, Januari 2012
Dosen Pembimbing Skripsi

Dr. Ir. Amrifan S. M. Dipl. Ing
NIP. 19640911 199903 1 002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah Bapa dalam berkat dan kelimpahan kasihNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun judul dari skripsi ini adalah “**PENGARUH VARIASI KECEPATAN LAS DAN KUAT ARUS TERHADAP KEKERASAN, TEGANGAN TARIK, STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH DENGAN ELEKTRODA E 6013**”, sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dorongan dari semua pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

Pada kesempatan ini juga penulis mengucapkan terima kasih sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak **Prof.Dr.Ir.H.M.Taufik Toha, DEA**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak **Ir. Helmy Alian, MT**, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak **Dr. Ir. Amrifan Saladin Mohruni. Dipl. Ing**, selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang banyak memberikan bantuan, dorongan, dan motivasi.
4. **Bapak dan Ibu dosen dan seluruh staff** Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
5. Ibu **Gustini. ST. MT**, selaku Pembimbing Akademik yang memberikan nasehat dan bimbingan kepada penulis dalam masa perkuliahan.
6. Kedua orang tuaku, Bapak **S.R Kembaren**, dan Mamak **R. br Tarigan**, yang tidak pernah lelah untuk mendoakan, memberi perhatian,

mendukung penulis baik secara moril dan materi selama masa perkuliahan.

7. Kepada abangku **Franky Ardi Nije Kembaren** dan adikku **Sri Ita Alemina Kembaren**, yang selalu mendoakan dan mendukung secara moril.
8. Sahabat-sahabat seperjuanganku angkatan 2005 teknik mesin Universitas Sriwijaya. **Adi I Damanik, Johanes G Sirait, Iskandar Z, Okto H Silaen**, dan yang lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu, terimakasih buat kebersamaannya.
9. Teman-teman dalam organisasi **Makasri**, terima kasih untuk kebersamaan, bantuan, kebaikan, dukungan dan doa kalian yang berarti bagi penulis.
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Sebagai manusia yang memiliki keterbatasan, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Terima kasih

Indralaya, Januari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR GRAFIK	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Perumusan Masalah.....	5
I.3 Tujuan.....	5
I.4 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1 Baja Karbon.....	7
II.2 Jenis-jenis Baja Karbon.....	7
II.2.1 Baja Karbon Rendah.....	8
II.2.2 Baja Karbon Sedang.....	8
II.2.3 Baja Karbon Tinggi.....	9
II.3 Pengelasan Baja Karbon Rendah.....	9
II.3.1 Sifat Mampu Las Baja Karbon Rendah.....	9
II.4 Klasifikasi Pengelasan.....	11
II.5 Las Busur Listrik.....	12
II.5.1 Bagian Utama dari Las Busur Listrik.....	13

II.5.2	Elektroda.....	15
II.5.3.	Parameter Kecepatan Las.....	19
II.5.4.	Jenis-Jenis Sambungan pada Pengelasan.....	20
II.6	Siklus Termal Las.....	23
II.7	Uji Kekerasan.....	24
II.8	Uji Tarik.....	26
II.9	Struktur Mikro.....	29
BAB III	METODE PENELITIAN.....	31
III.1	Langkah Kerja.....	31
III.2	Pemotongan Baja Karbon Rendah.....	32
III.3	Pengelasan dan Proses Lanjut Spesimen.....	33
III.4	Pengujian Spesimen.....	34
II.4.1	Pengujian Kekerasan.....	34
II.4.2	Pengujian Tarik.....	37
II.4.3	Pengujian Metallografi (Struktur Mikro).....	39
BAB IV	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	43
IV.1	Pengujian Kekerasan.....	46
IV.2	Pengujian Tarik.....	50
IV.3	Uji Struktur Mikro	52
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
V.1	Kesimpulan.....	59
V.2	Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Pengaruh Perbandingan Mn/C Terhadap Kurva Transisi.....	10
2.2	Kekuatan Takik dari Baja Rim, Baja Kil, Baja Semi Kil.....	10
2.3	Klasifikasi Cara Pengelasan.....	12
2.4	Las Busur Elektroda dengan Elektroda Terbungkus.....	16
2.5	Pemindahan Logam Cair.....	16
2.6	Pengaruh Kecepatan Pengelasan Terhadap Bentuk Manik.....	20
2.7	Jenis-jenis Sambungan Dasar.....	21
2.8	Diagonal Bekas Penekanan Pada Pengujian Vickers.....	26
2.9	Kurva Tegangan-Regangan.....	27
3.1	Diagram Alur Penelitian.....	31
3.2	Potongan Awal Spesimen.....	32
3.3	Pembuatan Kampuh Las.....	32
3.4	Spesimen Standar JIS2201.....	34
3.5	Alat Uji Kekerasan Metode Vickers.....	35
3.6	Titik-titik Pengujian Vickers.....	35
3.7	Indentasi dengan Metode Vickers.....	37
3.8	Alat Uji tarik.....	38
3.9	Alat Metallografi.....	40
4.1	Struktur Mikro dari Logam Induk.....	52

4.2	Daerah HAZ Spesimen dengan arus 80 A dan kecepatan 0,15cm/dtk.....	53
4.3	Daerah HAZ Spesimen dengan arus 80 A dan kecepatan 0,35cm/dtk.....	53
4.4	Daerah HAZ Spesimen dengan arus 120 A dan kecepatan 0,15cm/dtk.....	54
4.5	Daerah HAZ Spesimen dengan arus 120 A dan kecepatan 0,35cm/dtk.....	54
4.6	Daerah HAZ Spesimen dengan arus 100 A dan kecepatan 0,13cm/dtk.....	55
4.7	Daerah HAZ Spesimen dengan arus 100 A dan kecepatan 0,37cm/dtk.....	55
4.8	Daerah HAZ Spesimen dengan arus 75.80 A dan kecepatan 0,25cm/dtk.....	56
4.9	Daerah HAZ Spesimen dengan arus 124.20 A dan kecepatan 0,25cm/dtk.....	56
4.10	Daerah HAZ Spesimen dengan arus 100 A dan kecepatan 0,25cm/dtk.....	57
4.11	Daerah HAZ Spesimen dengan arus 100 A dan kecepatan 0,25cm/dtk.....	57
4.12	Daerah HAZ Spesimen dengan arus 100 A dan kecepatan 0,25cm/dtk.....	58
4.13	Daerah HAZ Spesimen dengan arus 100 A dan kecepatan 0,25cm/dtk.....	58

DAFTAR GRAFIK

GRAFIK	HALAMAN
4.1	Masukan Panas (<i>Heat Input</i>)..... 45

4.2	Uji Kekerasan Vickers pada Titik 1 dan 6.....	46
4.3	Uji Kekerasan Vickers pada Titik 2 dan 5.....	47
4.4	Uji Kekerasan Vickers pada Titik 3 dan 4.....	48
4.5	Tegangan Tarik Maksimum (<i>Ultimate Tensile Strength</i>	51

DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
2.1	Luas Penampang Kabel pada Kabel Las..... 15

2.2	Spesifikasi Elektroda Terbungkus (AWS A5.1-64T).....	18
3.1	Variasi Arus dan Kecepatan Las dalam Pembuatan Spesimen.....	33
4.1	Masukan Panas (<i>Heat Input</i>).....	44
4.2	Uji Kekerasan Vickers pada Titik 1 dan 6.....	46
4.3	Uji Kekerasan Vickers pada Titik 2 dan 5.....	47
4.4	Uji Kekerasan Vickers pada Titik 3 dan 4.....	48
4.5	Data Hasil Uji Tarik.....	50
4.6	Pengolahan Data Hasil Uji Tarik.....	51

ABSTRAK

Baja karbon rendah dapat dilas dengan semua jenis pengelasan listrik dengan elektroda terbungkus (SMAW), karena iturancangan las dan cara pengelasan harus benar-benar memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las, material yang akan dilas dan kegunaan konstruksi serta keadaan sekitarnya. Penelitian yang dilakukan adalah membandingkan pengelasan yang dilakukan dalam beberapa variasi parameter, lebih khususnya parameter kecepatan dan kuat arus. Selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan vickers, tarik, dan struktur mikro. Spesimen yang dibuat menggunakan kuat arus 80 A dan 120 A masing-masing dengan kecepatan 0,15 dan 0,35 cm/detik. Pada arus 100 A dilakukan pengelasan dengan kecepatan 0,13 cm/detik, 0,37 cm/detik dan 0,25 cm/detik sebanyak 4 (empat) spesimen. Untuk spesimen dengan besar kuat arus 75,80 A dan 124,20 A kecepatan yang digunakan 0,25 cm/detik.

Dalam hasil penelitian uji kekerasan vickers, dapat diketahui untuk VHN rata-rata tertinggi berada pada spesimen yang dilas dengan menggunakan kuat arus 80 A dengan kecepatan 0,35 cm/detik dan spesimen dengan dilas dengan kuat arus 100 A dengan kecepatan 0,37 cm/detik. Sementara pada uji tarik, tegangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen dilas dengan kuat arus 80 A dan kecepatan 0,15 cm/detik. Dalam pengambilan gambar struktur mikro pada daerah HAZ (Heat Affected Zone), dapat dilihat jika pada daerah HAZ terdapat unsur ferit dan perlit yang tidak beraturan. Berdasarkan hasil ini dapat dilihat besar kuat arus dan kecepatan pengelasan berpengaruh pada kekerasan dan tegangan tarik. Nilai kekerasan akan cenderung semakin tinggi jika besar kuat arus yang digunakan rendah dan kecepatan las yang digunakan semakin cepat, sedangkan nilai kekerasan tarik cenderung akan semakin meningkat jika dilakukan pengelasan dengan arus yang semakin rendah dan kecepatan juga semakin lama.

Kata kunci : Pengelasan SMAW, kuat arus dan kecepatan, kekerasan, tarik, struktur mikro

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang (*Background*)

Proses pengelasan merupakan proses yang sangat penting dalam teknik produksi, baik yang berkaitan dengan konstruksi mesin maupun bangunan. Selain proses produksi, proses pengelasan juga dimanfaatkan untuk proses perawatan ataupun perbaikan. Pada dasarnya pengelasan bukan merupakan tujuan utama dari suatu konstruksi, tetapi merupakan sarana untuk mengoptimalkan biaya proses yang terlibat tanpa mengabaikan desain kekuatan yang diharapkan.

Pengelasan adalah penyambungan dua logam dan atau logam paduan dengan cara memberikan panas baik di atas atau dibawah titik cair logam tersebut baik dengan atau tanpa tekanan serta ditambah atau tanpa logam pengisi (Suharto, 1991). Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa dan lain sebagainya.

Rancangan las harus memperhatikan kesesuaian antara sifat las dengan kegunaan konstruksi, keadaan sekitar serta prosedur yang harus digunakan. Hal ini mengakibatkan dalam proses pengelasan pengetahuan dalam pengelasan secara umum terutama dalam hal pemilihan bahan dan jenis las, cara pengelasan serta prosedur pemeriksaan berdasarkan fungsi dari bagian-bagian konstruksi yang dirancang.

Berdasarkan dari hal di atas maka masalah teknologi pengelasan merupakan hal yang penting untuk dipelajari secara mendalam. Penelitian sehubungan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi produk dari teknik pengelasan dengan sendirinya perlu mendapatkan perhatian.

Dalam perkembangan teknologi dan industri dewasa ini, penggunaan logam sebagai salah satu material penunjang sangatlah besar peranannya. Dimana logam sangat banyak dipergunakan sebagai bahan utama industri. Hal ini disebabkan karena sifat mekanis logam yang mampu menahan beban cukup besar, baik statis maupun dinamis. Adapun yang termasuk dari sifat mekanis logam tersebut adalah kekuatan, kekerasan, kekakuan, kelelahan bahan, elastisitas, plastisitas, sifat fisika, sifat kimia.

- Kekuatan adalah kemampuan material untuk menahan tegangan tanpa kerusakan.
- Kekerasan adalah ketahanan suatu bahan untuk menahan pembebanan yang dapat berupa goresan atau penekanan.
- Kekakuan adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk atau deformasi setelah diberi beban.
- Kelelahan bahan adalah kemampuan suatu bahan untuk menerima beban yang berganti-ganti dengan tegangan maksimum diberikan pada setiap pembebanan.
- Elastisitas adalah kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk semula setelah menerima beban yang mengakibatkan perubahan bentuk.

- Plastisitas adalah kemampuan suatu bahan padat untuk mengalami perubahan bentuk tetap tanpa ada kerusakan.
- Sifat fisika adalah karakteristik suatu bahan ketika mengalami peristiwa fisika seperti adanya pengaruh panas atau listrik.
- Sifat kimia adalah kemampuan suatu logam dalam mengalami peristiwa korosi.
- Sifat pengerjaan adalah suatu sifat yang timbul setelah diadakannya proses pengolahan tertentu.(Daryanto,2010)

Adapun pelat yang sering dipakai terbagi atas logam ferro dan non ferro. Logam ferro merupakan logam yang didalamnya terdapat unsur ferro (Fe) ataupun besi contohnya baja. Sedangkan logam non ferro sebaliknya, contohnya aluminium, tembaga, dan kuningan.

Sifat-sifat dari pelat sangat penting diketahui. Sifat-sifat bahan ini sangat mempengaruhi terhadap proses pengelasan yang akan dilakukan. Kualitas bahan tersebut juga akan mempengaruhi jenis elektroda yang dipakai saat melakukan pengelasan. Selain itu juga akan menjadi salah satu faktor penentu saat dilakukannya pengujian terhadap spesimen yang telah dibuat.

Pada waktu ini teknik las telah dipergunakan secara luas dalam penyambungan batang-batang pada konstruksi bangun baja dan konstruksi mesin. Luasnya penggunaan teknologi ini disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan menggunakan teknik penyambungan ini lebih ringan dari proses

pembuatannya dan juga lebih sederhana, sehingga biaya keseluruhannya menjadi lebih murah. (Wiryosumarto, 2008).

Berdasarkan definisi dari *Dutche Industrie Normen (DIN)* Las adalah ikaan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas (Wiryosumarto, 2008).

Didalam penegelasan besar arus sangat mempengaruhi energi yang dihasilkan. Dengan adanya aliran kuat arus pada suatu penghantar energi yang berasal dari energi listrik dapat menjadi diubah menjadi energi panas. Panas yang terjadi selama proses pengelasan digunakan untuk melelehkan elektroda.

Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan (Arifin, 1997).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas hasil pengelasan antara lain : prosedur pengelasan, alat dan benda kerja. Sedangkan pengaturan besar arus dan pemilihan kampuh, termasuk dalam prosedur pengelasan. Kualitas dari hasil

pengelasan ini akan dilakukan pengujian, sebagaimana yang akan dibahas dalam skripsi ini (Wiryo Sumarto, 2008).

I.2. Kajian Masalah (*Problem Study*)

Untuk mengetahui kualitas dari sambungan pada dua pelat yang telah dilakukan proses pengelasan. Maka akan dilakukan pengujian terhadap sambungan tersebut. Adapun pengujian yang akan dilakukan antara lain, pengujian bending dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan dari hasil proses pengelasan. Sedangkan untuk mengetahui profil tegangan tariknya akan dilakukan pengujian tarik, sehingga dapat diketahui tegangan tarik maksimum dari sambungan kedua pelat tersebut.

I.3. Tujuan (*Motive*)

Adapun tujuan dari pembahasan skripsi ini adalah untuk mengetahui pengaruh besar arus yang bervariasi terhadap sifat mekanik dari sambungan pelat, dalam hal ini yang dinilai dari segi kekerasan dan kekuatan tarik bahan.

I.4. Batasan Masalah (*Restriction of Study*)

Dikarenakan luasnya pembahasan yang timbul maka penulis perlu memberikan batasan-batasan masalah, adapun ruang lingkup dalam pembahasan ini meliputi :

- Pelat yang digunakan berjenis baja karbon rendah dengan dimensi ukuran

Panjang = 400 mm.

Lebar = 100 mm

Tebal = 10 mm

- Spesimen tersebut akan dilas dengan menggunakan elektroda berjenis AWS 6013.
- Besar kuat arus divariasikan dengan batasan 80-120 A.
- Kecepatan dibagi berdasarkan 3 tingkatan, rendah (0,13 dan 0,15 cm/dtk), sedang (0,25 cm/dtk), dan cepat (0,35 dan 0,37 cm/dtk)

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, H. dan Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta, Bumi Aksara.
- Arifin, S. 1997, *Las Listrik dan Otogen*, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Bintoto, G. 1999. *Dasar-Dasar Pekerjaan Las*. Kanisius, Yogyakarta
- Chandra, H dan Pratiwi, D.K. 2007. *Panduan Praktikum Material Teknik*. Lab. Metalurgi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Daryanto. 2010. *Proses Pengolahan Besi dan Baja*. Bandung
- Daryus. A .2008. *Proses Produksi*. Jakarta
- Suharto, 1991, *Teknologi Pengelasan Logam*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Supardi, E., 1996, *Pengujian Logam*, Angkasa, Bandung.
- Widharto, S. *Teknologi dan Proses Pengelasan*. Balai Besar Bahan dan Barang Teknik, Bandung
- Wiryo Sumarto, H dan Okumura, T. 2008. *Teknologi Pengelasan Logam*. PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.
- <http://blog.unsri.ac.id/amir/material-teknik/uij-tarik-dan-sifat-sifat-mekanik-logam/mrdetail/5705/> (diakses tanggal 30 Desember 2011)
- <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Bab%202%20Tarik.pdf> (diakses tanggal 3 Januari 2012)
- http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND._TEKNIK_MESIN/198003132006041-ASEP_HADIAN_SASMITA/Bahan_ajar_PP2/Pengelasan.pdf (3 Januari 2012)
- <http://ft.unsada.ac.id/wp-content/uploads/2008/04/bab3-pp.pdf> (5 Januari 2012)