



**ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN KEKASARAN KAWAT
TEMBAGA HASIL *DRAWING* AKIBAT VARIASI
PERSENTASE REDUKSI**

SKRIPSI

Oleh

**Mohammad Firman
NIM 091910101012**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN KEKASARAN KAWAT
TEMBAGA HASIL *DRAWING* AKIBAT VARIASI
PERSENTASE REDUKSI**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Mohammad Firman
NIM 091910101012**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa penguasa kehidupan dunia dan akhirat. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Ibunda dan Ayahanda tercinta yang selalu tiada lelah mendidik dan merawatku, adik-adikku yang tersayang, nenek dan kakek, serta saudara-saudaraku semua. Terimakasih atas semua cinta, kasih sayang, perhatian, doa, pengorbanan, motivasi dan bimbingan kalian semua demi terciptanya insan manusia yang beriman, bertaqwa, berakhlak mulia, dan berguna bagi bangsa negara. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas semua kebaikan yang telah kalian lakukan.
2. Guru-guruku sejak Taman Kanak-Kanak sampai Perguruan Tinggi yang saya hormati, yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbingku dengan penuh rasa sabar.
3. Almamater Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)

Dan perumpamaan-perumpamaan ini Kami buat untuk manusia; dan tiada yang memahaminya kecuali orang-orang yang berilmu.

(terjemahan Surat *Al-'Ankabuut* ayat 43)

Apabila seorang keturunan Adam meninggal dunia maka terputuslah amalnya kecuali dari tiga hal: shadaqah jariyyah, atau ilmu yang bermanfaat, atau seorang anak shalih yang mendo'akan kedua orangtuanya.

(terjemahan Hadits Riwayat Muslim no.1631)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Mohammad Firman

NIM : 091910101012

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Kekuatan Tarik dan Kekasaran Kawat Tembaga Hasil *Drawing* akibat Variasi Persentase Reduksi” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Juni 2013

Yang menyatakan,

Mohammad Firman
NIM 091910101012

SKRIPSI

**ANALISIS KEKUATAN TARIK DAN KEKASARAN KAWAT
TEMBAGA HASIL *DRAWING* AKIBAT VARIASI
PERSENTASE REDUKSI**

Oleh

Mohammad Firman
NIM 091910101012

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Mahros Darsin, S.T., M.Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Hari Arbiantara B., S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Kekuatan Tarik dan Kekasaran Kawat Tembaga Hasil *Drawing* akibat Variasi Persentase Reduksi” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Rabu, 26 Juni 2013

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Mahros Darsin, S.T., M.Sc.
NIP 19700322 199501 1 001

Hari Arbiantara B., S.T., M.T.
NIP 19670924 199412 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Robertus Sidartawan, S.T., M.T.
NIP 19700310 199702 1 001

Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T.
NIP 19691201 199602 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Analisis Kekuatan Tarik dan Kekasaran Kawat Tembaga Hasil *Drawing* Akibat Variasi Persentase Reduksi; Mohammad Firman, 091910101012; 2013: 102 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Prose *wire drawing* adalah salah satu proses manufacturing yang dilakukan secara pengerjaan dingin. Prinsip dasar pada proses *wire drawing* adalah untuk mengurangi luas penampang kawat menjadi lebih kecil. *Wire drawing* biasanya dimanfaatkan untuk mendapatkan kawat panjang dengan diameter yang relatif kecil, salah satu pemanfaatannya adalah untuk menarik kawat tembaga. Mekanisme pengerjaannya adalah dengan cara menarik kawat melewati sebuah cetakan berbentuk kerucut, sehingga kawat akan terdeformasi dan akan mengalami pengurangan luas penampang. Pengurangan luas penampang yang terjadi biasa disebut dengan reduksi. Besarnya nilai reduksi berbeda-beda setiap proses *drawing*, bergantung pada kebutuhan dan parameter pengerjaan. Reduksi yang terjadi akibat proses *drawing* menyebabkan terjadinya perubahan struktur atom kawat, dan perubahan struktur atom inilah yang menyebabkan terjadinya deformasi pada kawat tembaga. Dan perubahan yang terjadi ini diduga akan menyebabkan perubahan pada sifat-sifat mekanik kawat tembaga, maka dari itu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh besar reduksi terhadap kekuatan tarik dan kekasaran kawat tembaga hasil *drawing*. Dari penelitian ini diharapkan dapat dihasilkan proses produksi *drawing* yang efisien dan hasil *drawing* yang lebih optimal.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Penelitian ini menggunakan draw plate dan mekanisme motor sebagai penggerakannya. Digunakan bahan berupa tembaga murni (99,9%) dengan diameter 3,1 mm, 3,2 mm, dan 3,25mm, dengan diameter cetakan 2,8 mm, sehingga akan didapat nilai variasi persentase reduksi sebesar 19%, 23% dan 26%. Prosedur pengujian dalam penelitian ini adalah tahap penyusunan alat (persiapan penyusunan, pengecekan alat bahan dan

pengujian tahap awal), tahap penelitian (proses *drawing* dan pengujian tahap kedua), dan tahap pengambilan data (pengambilan data hasil pengujian dan memasukkan data ke tabel pengujian). Data yang diambil pada penelitian ini adalah gaya dan pertambahan panjang pada pengujian tarik, dan nilai kekasaran pada pengujian kekasaran.

Dari penelitian ini didapatkan hasil berupa, reduksi 19% menyebabkan peningkatan nilai kekuatan tarik dari 86,12 MPa menjadi 100,74 MPa dan penurunan nilai kekasaran dari 0,144 μm menjadi 0,089 μm . Pada reduksi 23 % terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik kawat tembaga dari 82,87 MPa menjadi 1005,62 MPa dan penurunan nilai kekasaran kawat tembaga dari 0,146 μm menjadi 0,087 μm . Sementara pada reduksi 26% terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik terbesar, yaitu dari 86,12 MPa menjadi 115,36 MPa dan penurunan nilai kekasaran dari 0,159 μm menjadi 0,083 μm .

Dari hasil penelitian tersebut didapatkan kesimpulan berupa, adanya proses *drawing* menyebabkan peningkatan nilai kekuatan tarik pada kawat tembaga. Sementara peningkatan persentase reduksi pada proses *drawing* akan memperbesar peningkatan nilai kekuatan tarik yang terjadi akibat proses *drawing*. Proses *drawing* yang dialami kawat tembaga juga menyebabkan terjadinya penurunan nilai kekasaran kawat tembaga, namun peningkatan persentase reduksi yang terjadi hampir tidak berpengaruh terhadap besar penurunan nilai kekasaran kawat tembaga akibat proses *drawing*.

SUMMARY

Influence of Reduction on Tensile Strength and Roughness of Copper Wire Drawing Process ; Mohammad Firman, 091910101012; 2013; 102 pages; the Mechanical Engineering, the Faculty of Engineer, Jember University.

Wire drawing is one of the cold work manufacturing processes. The principle of it is to reduce the cross-sectional area. Wire drawing is used to produce long rods with small diameter, one of its utilizations is to draw copper wire. The mechanism of it is draw the wire passes through a cone-shaped die, so the wire will be deformed in reduce cross-sectional area. Reduce in cross-sectional area is commonly called reduction. The amount of reduction varies every drawing processes, depend on the needs and working parameters. The drawing process leads the atomic structure of the wire to changes and causes the deformation of the copper rod. These changes are expect to cause changes in the mechanical properties of copper wires, so there is need a research to determine the influence of reduction on tensile strength and roughness of copper drawn wire. From this research are expect to result efficiently and optimally drawing process.

The method used in this research is the experimental method. This research uses a drawplate and a motor as the driving mechanism. The materials uses in this research are pure coppers (99.9%) with a diameter of 3.1 mm, 3.2 mm, and 3.25 mm, and with 2.8 mm die diameter. It will get 19%, 23% and 26% of reduction value. The steps of this research are a preparation step (preparation, testing tools checking and first step of testing), testing step (drawing process and second step of testing), and retrieval data step (datas result by the testing process are input to the table). The tensile test produces drawing force and length increase data, and the roughness testing produce roughness value of specimens.

The results from this research are, reduction of 19% increases the value of the tensile strength from 86.12 MPa to 100.74 MPa and decrease roughness from 0,144

μm to 0,089 μm . Reduction of 23% increases the value of tensile strength from 82.87 MPa to 1005.62 MPa and decrease roughness from 0,146 μm to 0,087 μm . While the reduction of 26% result the largest increase tensile strength from 86.12 MPa to 115.36 MPa and decrease roughness from 0.159 μm to 0,083 μm .

From this resarch are concludes, the process of drawing led to an increase in the value of the tensile strength of copper wire. With the increase of reduction in the drawing process will be graete the increase value of tensile strength. The wire drawing also causes decrease the roughness of copper rod, but the increase of reduction that result insignificantly effect to the decrease value of roughness value of copper drawn wire.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam yang selalu tercurahkan kepada junjungan nabi besar Muhammad SAW karena beliau lah panutan seluruh umat di dunia maupun akhirat.

Skripsi ini berjudul “Analisis Kekuatan Tarik dan Kekasaran Kawat Tembaga Hasil *Drawing* akibat Variasi Persentase Reduksi”. Penyusunan skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dukungan, dan arahan kepada penulis selama penyusunan laporan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Ibu dan bapak tercinta yang selalu tiada henti dan tiada lelah mendidik dan merawatku, adik-adikku yang tersayang, nenek dan kakek, serta saudara-saudaraku semua yang telah memberikan doa dan motivasi kepada saya.
2. Bapak Mahros Darsin, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Utama, serta Bapak Hari Arbiantara B., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang selalu memberikan ide, arahan, saran, dan motivasi, serta meluangkan waktunya untuk membimbing saya mulai awal penyusunan proposal skripsi, proses penelitian, hingga akhir penyusunan laporan skripsi ini.
3. Bapak Robertus Sidartawan, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I, dan Bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II yang memberikan saran dan kritikan bersifat konstruktif untuk penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh staf pengajar dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya selama saya duduk di bangku perkuliahan.

5. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Seluruh saudara-saudaraku jurusan teknik mesin angkatan 2009 (N-Gine) yang telah memberikan banyak dukungan dan bantuan dalam penelitian ini serta kebersamaanya selama masa perkuliahan.
7. Seluruh teman-teman kontrakan Andri Setiawan, Akhmad David Cassidy R., Akhmad Iskandar R., Rossy Marcianus R. Dhani Sumantri dan Arif Sandi Aribowo yang telah berbagi duka dan suka mulai awal kuliah hingga akhir kuliah.
8. Semua pihak yang telah membantu proses penelitian dan penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari sebagai manusia, hal yang tak mungkin lepas adalah kekhilafan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik, saran, dan ide yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga hasil dari penelitian pada skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan peneliti-peneliti berikutnya yang berkaitan dengan skripsi ini.

Jember, 26 Juni 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR NOTASI.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tembaga.....	6
2.1.1 Sejarah Tembaga	6
2.1.2 Sifat-Sifat Tembaga.....	9
2.1.3 Kegunaan Tembaga	10
2.2 <i>Wire drawing</i>	11
2.2.1 Proses <i>Drawing</i> Tabung	11
2.2.2 Prose <i>Wire drawing</i>	12

2.3 Kerja Ideal dan Aktual	14
2.3.1 Kerja Ideal	14
2.3.2 Kerja Aktual	17
2.3.2 Faktor Efisiensi	19
2.4 Suhu Pengerjaan Logam.....	19
2.4.1 Pengerjaan panas	20
2.4.2 Pengerjaan Dingin	20
2.4.3 Pengerjaan Panas Sedang (<i>Warm Working</i>)	21
2.5 Kekasaran	21
2.6 Pengujian Tarik	28
2.7 Struktur Mikro.....	31
2.8 Pengerasan Regang.....	33
2.9 Hipotesa.....	34
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	35
3.2.1 Alat	35
3.2.2 Bahan	38
3.3 Persiapan Penelitian	38
3.4 Pelaksanaan Penelitian	40
3.4.1 Penetapan Variabel bebas dan Variabel Terikat.....	40
3.4.2 Pemilihan Parameter	41
3.4.3 Prosedur Penelitian	41
3.5 Analisis Hasil Pengujian	44
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	45
3.7 Jadwal Kegiatan Penelitian	46
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Pengujian Tarik	47
4.1.1 Hasil Pengujian.....	47

4.1.2 Analisis Hasil Pengujian.....	57
4.2 Pengujian Kekasaran	61
4.2.1 Hasil Pengujian.....	61
4.2.2 Analisis Hasil Pengujian.....	64
BAB 5. PENUTUP	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Contoh Persamaan Konsitutif Untuk Material Plastis	16
Tabel 2.2 Efisiensi dari berbagai pembentukan logam	19
Tabel 2.3 Toleransi harga kekasaran rata-rata Ra	26
Tabel 2.4 Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya ...	27
Tabel 3.1 Variasi persentase reduksi	40
Tabel 3.2 Dimensi spesimen uji tarik menurut ASTM E8.....	42
Tabel 3.3 Pengambilan data hasil pengujian tarik	44
Table 3.4 Pengambilan data hasil pengujian Kekasaran	44
Tabel 3.5 Jadwal pelaksanaan penelitian	46
Tabel 4.1 Hasil pengujian tarik kawat tembaga diameter 3,1 mm dengan reduksi 19%	48
Tabel 4.2 Tegangan dan regangan kawat tembaga diameter 3,1 mm dengan reduksi 19%	49
Tabel 4.3 Hasil pengujian tarik kawat tembaga diameter 3,2 mm dengan reduksi 23%	50
Tabel 4.4 Tegangan dan regangan kawat tembaga diameter 3,2 mm dengan reduksi 23%	51
Tabel 4.5 Hasil pengujian tarik kawat tembaga diameter 3,25 mm dengan reduksi 26%	52
Tabel 4.6 Tegangan dan regangan kawat tembaga diameter 3,25 mm dengan reduksi 26%	53
Tabel 4.7 Perbandingan nilai UTS hasil pengujian tarik antar variasi reduksi <i>wire drawing</i> tembaga	55
Tabel 4.8 Perbandingan nilai regangan maksimal hasil pengujian tarik antar variasi reduksi <i>wire drawing</i> tembaga	56

Tabel 4.9 Hasil pengujian kekasaran kawat tembaga diameter 3,1 mm dengan reduksi <i>drawing</i> 19%	62
Tabel 4.10 Hasil pengujian kekasaran kawat tembaga diameter 3,2 mm dengan reduksi <i>drawing</i> 23%	62
Tabel 4.11 Hasil pengujian kekasaran kawat tembaga diameter 3,25 mm dengan reduksi <i>drawing</i> 26%	63
Tabel 4.12 Perbandingan nilai kekasaran hasil pengujian antar variasi reduksi <i>wire</i> <i>drawing</i> tembaga	63

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tembaga murni	6
Gambar 2.2 Skema mesin tarik	13
Gambar 2.3 Penampang lintang cetakan tarik	14
Gambar 2.4 Deformasi pada proses <i>wire drawing</i>	15
Gambar 2.5 Hubungan kerja redundan, friksi, ideal dan aktual	18
Gambar 2.6 Profil suatu permukaan	23
Gambar 2.7 Kedalaman total dan kedalaman perataan	23
Gambar 2.8 Menentukan kekasaran rata-rata R_a	25
Gambar 2.9 Menentukan kekasaran rata-rata dari puncak ke lembah	25
Gambar 2.10 Lebar gelombang dan lebar kekasaran	28
Gambar 2.11 Material yang diuji tarik	28
Gambar 2.12 Kurva tegangan regangan	30
Gambar 2.13 Struktur mikro tembaga	31
Gambar 2.14 Diagram Cu-Sn	32
Gambar 2.15 Pergeseran atom akibat gaya geser	33
Gambar 3.1 Skema alat <i>wire drawing</i>	36
Gambar 3.2 A^*F <i>drawplate</i>	37
Gambar 3.3 Diagram alir persiapan proses <i>wire drawing</i>	38
Gambar 3.4 Penampang spesimen <i>wire drawing</i>	39
Gambar 3.5 Standart spesimen uji tarik menurut ASTM E8	42
Gambar 3.6 Diagram alir penelitian	45
Gambar 4.1 Grafik tegangan-regangan kawat tembaga diameter 3,1 mm sebelum dan sesudah proses <i>drawing</i> pada reduksi 19%	49
Gambar 4.2 Grafik tegangan-regangan kawat tembaga diameter 3,2 mm sebelum dan sesudah proses <i>drawing</i> pada reduksi 23%	51

Gambar 4.3 Grafik tegangan-regangan kawat tembaga diameter 3,25 mm sebelum dan sesudah proses <i>drawing</i> pada reduksi 26%	53
Gambar 4.4 Grafik tegangan-regangan kawat tembaga antar variasi reduksi	54
Gambar 4.5 Grafik reduksi <i>drawing</i> terhadap nilai UTS kawat tembaga hasil <i>drawing</i>	55
Gambar 4.6 Grafik reduksi <i>drawing</i> terhadap nilai regangan kawat tembaga hasil <i>drawing</i>	57
Gambar 4.7 Hasil pengujian metalografi.	59
Gambar 4.8 Grafik reduksi <i>drawing</i> terhadap nilai kekasarann kawat tembaga hasil <i>drawing</i>	64
Gambar 4.9 Deformasi pada permukaan kawat akibat proses <i>drawing</i>	65

DAFTAR NOTASI

r	= reduksi, %
d_o	= diameter masuk kawat, mm
d_i	= diameter keluar kawat, mm
W_i	= kerja ideal, J
V	= volume, mm ³
A_o	= luas penampang awal, mm ²
A_i	= luas penampang akhir, mm ²
k	= koefisien kekuatan, N/mm ²
n	= koefisien pengerasan regang
σ	= tegangan, N/mm ² (MPa)
ε	= regangan
w_a	= kerja aktual per volume, J
w_i	= kerja ideal per volume, J
w_f	= kerja gesek per volume, J
w_r	= kerja internal bahan per volume, J
R_a	= kekasaran aritmetris, μm
h_i	= luas penampang gunung/lembah, mm ²
V_v	= perbesaran vertikal. Luas P dan Q, mm
l	= panjang sampel, mm
R_z	= kekasaran rata-rata, μm
F	= gaya tarik, kg
A	= luas penampang spesimen uji, mm ²
l_o	= panjang awal spesimen uji, mm
l_i	= panjang akhir spesimen uji, mm
E	= modulus elastisitas, N/mm ²
α	= setengah sudut cetakan, °
Δ	= faktor delta

D	= diameter spesimen uji tarik, mm
Δl	= pertambahan panjang, mm
ΔRa	= selisih nilai kekasaran, μm
UTS	= tegangan tarik maksimum, MPa

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. PERHITUNGAN	70
LAMPIRAN B. TABEL	72
LAMPIRAN C. GRAFIK	73
LAMPIRAN D. FOTO PENELITIAN	76