

TUGAS AKHIR

ANALISIS KARAKTERISTIK TEMBAGA PADA KABEL LISTRIK NYM DENGAN TEGANGAN PENGENAL 300/ 500 VOLT YANG TERBAKAR

Diajukan Untuk Memenuhi persyaratan kurikulum Sarjana Strata satu (S1) Pada Fakultas Teknik Jurusan
Mesin Universitas Kristen Indonesia (UKI)



Disusun Oleh :

DANIEL PARSAORAN HAMONANGAN SINAGA

NIM : 0851050002

JURUSAN MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

JAKARTA

2013

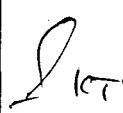
**LEMBAR ASISTENSI/ BIMBINGAN TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FT- UKI**

Nama : Daniel Parsaoran Hamonangan Sinaga
NIM : 0851050002
Judul Tugas Akhir : Analisis karakteristik Tembaga pada kabel listrik
NYM dengan tegangan 300/500 volt yang terbakar

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Kimar Turnip, MS.
: 2. Ir. Melya Dyanasari Sebayang, S.Si, MT

Pengambilan tugas akhir dimulai : Februari 2013 tahun akademik 2012/2013

Direncanakan selesai : Juli 2013 tahun akademik 2012/2013

No	Tanggal	Uraian Pembahasan	Paraf dosen
1	25/4/2013	- Periksa sinopsis	
2	1/5/2013	- ACC sinopsis	
3	29/5/2013	- Periksa Bab I / II	
4	1/6/2013	- Periksa Bab I / II - Metode pengisian/pengambilan sample di bag.	
5	19/6/2013	- Periksa bab II & III	
6	20/6/2013	- Periksa bab III	
7	27/7/2013	Bab IV Analisis Hf. Konduktivitas Kawat Utl 3 Kerasi Jelas.	
8	14/8/2013	Periksa bab IV & full paper	

**LEMBAR ASISTENSI/ BIMBINGAN TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FT- UKI**

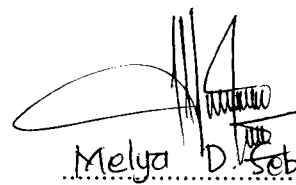
No	Tanggal	Uraian Pembahasan	Paraf dosen

Tugas Akhir ini dinyatakan selesai : 23 Agustus 2013

Dosen Pembimbing I

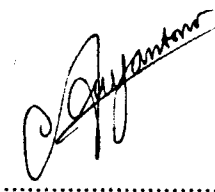

..... Ir. Kinar Turnip, MS

Dosen Pembimbing II


..... Melya D. Sebayang S.Si, MT

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Mesin


.....



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN
JAKARTA

SURAT TUGAS AKHIR

1. Dengan persetujuan Kaprodi / Koordinator Tugas Akhir
Prodi Teknik Mesin, maka :

N a m a : Daniel Parsaoran H.Sinaga

N I M : 0851050002

Berjanji akan menyelesaikan tugas ini dalam waktu yang ditentukan dengan kesungguhan, kreatifitas dan penuh tanggung jawab sesuai dengan kepribadian seorang Sarjana Teknik yang diharapkan daripadanya.

2. **Topik Tugas Akhir** : Analisis Karakteristik Tembaga Pada Kabel Listrik NYM Dengan Tegangan 300/500 Volt Yang Terbakar

Diberikan pada tanggal :
Selesai pada tanggal :
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Kimar Turnip, MS
2. Ir. Melya D.S, S.Si,MT

3. Pembayaran uang tugas tanggal :

4. Tugas selesai dan diterima
pada tanggal :

Nomor .
02/pts/jtm/ft.uki/05.13

T.Tangan :

Ir. Aryantono M, Ph.D
Kaprodi

Daniel P.H.Sinaga
Mahasiswa ybs.

Ir. Kimar Turnip, MS
Dosen Pembimbing I

Ir. Melya D.S S.Si, MT
Dosen Pembimbing II

Bagian Keuangan

Ir. Aryantono M, Ph.D
Kaprodi



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN
JAKARTA**

**SURAT PENUGASAN
PEMBIMBING TUGAS AKHIR
No.: 02/PTS/JTM/FT.UKI/05.13**

Kaprodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia dengan ini menugaskan :

Ir. Kimar Turnip, MS

Sebagai Dosen Pembimbing dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Mesin Strata-satu pada Fakultas Teknik UKI, untuk mahasiswa dibawah ini :

Nama : Daniel Parsaoran H.Sinaga

NIM : 0851050002

Topik tugas : Analisis Karakteristik Tembaga Pada Kabel Listrik NYM Dengan Tegangan Pengenal 300/500 Volt Terbakar

Setelah mendapat surat penugasan ini, Bapak dapat memberikan Judul Tugas pada surat Tugas Akhir milik mahasiswa tersebut serta menandatangani. Honorarium Dosen Pembimbing diberikan sesuai dengan peraturan yang berlaku pada Universitas Kristen Indonesia.

Atas perhatian dan kesediaannya, kami ucapkan terima kasih.

Diberikan tanggal : 22 Mei 2013

**FAKULTAS TEKNIK UKI
Kaprodi Mesin**

Ir. Arvantono M, Ph.D



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN
JAKARTA**

**SURAT PENUGASAN
PEMBIMBING TUGAS AKHIR
No.: 01/PTS/JTM/FT.UKI/05.13**

Kaprodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia dengan ini menugaskan :

Ir. Melya Dyanasari Sebayang S.Si,MT

Sebagai Dosen Pembimbing dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Mesin Strata-satu pada Fakultas Teknik UKI, untuk mahasiswa dibawah ini :

Nama : Daniel Parsaoran H.Sinaga

NIM : 0851050002

Topik tugas : Analisis Karakteristik Tembaga Pada Kabel Listrik NYM Dengan Tegangan Pengenal 300/500 Volt Yang Terbakar

Setelah mendapat surat penugasan ini, Bapak dapat memberikan Judul Tugas pada surat Tugas Akhir milik mahasiswa tersebut serta menandatangani. Honorarium Dosen Pembimbing diberikan sesuai dengan peraturan yang berlaku pada Universitas Kristen Indonesia.

Atas perhatian dan kesediaannya, kami ucapkan terima kasih.

Diberikan tanggal : 22 Mei 2013

**FAKULTAS TEKNIK UKI
Kaprodi Mesin**

Ir. Arvantono M, Ph.D

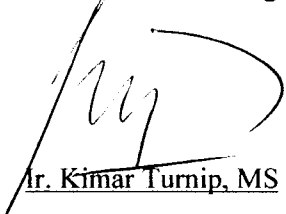
LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Daniel Parsaoran Hamonangan Sinaga
NIM : 0851050002
Fakultas/Jurusan : Teknik/Mesin
Judul Tugas Akhir : **ANALISIS KARAKTERISTIK TEMBAGA PADA KABEL
LISTRIK NYM DENGAN TEGANGAN PENGENAL 300/
500 VOLT YANG TERBAKAR**

Diterima dan disahkan untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Strata (S-1) Teknik Mesin.

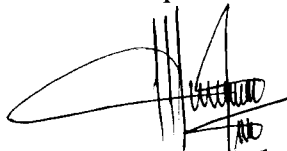
Jakarta, Agustus 2013

Dosen Pembimbing I



Ir. Kimar Turnip, MS

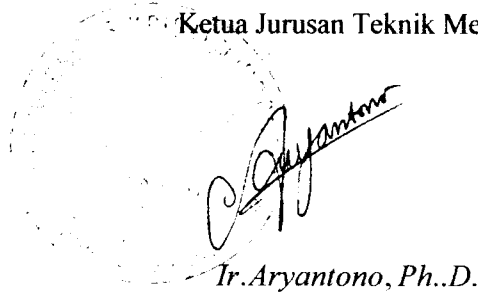
Dosen pembimbing II



Ir. Melya Dyanasari Sebayang, S. si, MT

Mengetahui ,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Aryantono, Ph..D.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : DANIEL PARSAORAN HAMONANGAN SINAGA

NIM : 0851050002

FAK/JUR : Fakultas Teknik Mesin UKI

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul :

**" ANALISIS KARAKTERISTIK TEMBAGA PADA KABEL LISTRIK NYM DENGAN
TEGANGAN PENGENAL 300/ 500 VOLT YANG TERBAKAR"**

adalah merupakan hasil karya saya, dan bukan merupakan salinan dan mengkopi hasil karya orang lain.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya. Trima kasih.

Jakarta, Agustus 2013



DANIEL PARSAORAN HAMONANGAN SINAGA

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan berkat dan rahmatNya yang begitu besar sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Adapun tugas akhir ini berjudul **“ANALISIS KARAKTERISTIK TEMBAGA PADA KABEL LISTRIK NYM DENGAN TEGANGAN PENGENAL 300/ 500 VOLT YANG TERBAKAR”**.

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk mengambil gelar Sarjana (S-1) Teknik Mesin. Dalam tugas akhir ini penulis menganalisa tembaga pada kabel listrik jenis NYM. Penelitian dan Pengujian kabel ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin UKI dan Laboratorium Elektro UKI. Dalam penulisan Laporan tugas Akhir ini memang sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan dari pembaca sekalian, yang akhirnya buku laporan Tugas Akhir ini nantinya semakin sempurna dan dapat berguna serta bermanfaat untuk kemajuan bersama, tugas akhir ini juga mungkin ada kesalahan-kesalahan, untuk itu penulis meminta saran, ide maupun kritik yang sifatnya membangun dari para pembaca agar tugas akhir ini kelak bisa lebih baik lagi..

Akhir kata penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca, terutama bagi pembaca yang berminat dengan per kabelan serta alat kelistikan untuk membantu proses konversi energi listrik lainnya.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas bantuannya selama ini kepada :

1. Kedua orang tua yang saya cintai, yang telah membiayai perkuliahan saya selama ini.
2. Kakak- kakak dan Adik saya yang saya sayangi dan memotivasi saya selama ini.
3. Bapak Ir. Kimar Turnip, MS, selaku Dosen pembimbing I Tugas Akhir saya, Yang telah memberikan masukan, bantuan, dan bimbingan yang begitu besar dalam penyusunan Tugas akhir ini.
4. Ibu Ir. Melya Dyanasari Sebayang S.Si, MT selaku Dosen pembimbing II yang telah memberi masukan dan bimbingan dalam menyusun Tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Victor M. Napitupulu, MS selaku pembimbing Akademik saya, yang telah memberikan arahan- arahan dan masukan kepada saya.
6. Bapak Rowadi, sebagai karyawan sekretariat Jurusan Mesin UKI.
7. Bapak Pudjo Miharto, sebagai karyawan Laboratorium Mesin UKI
8. Bapak Ir. Bambang Widodo, MT selaku KaProdi Elektro yang telah meminjamkan alat pengujian untuk penelitian saya selama ini.
9. Segenap karyawan dan mahasiswa Fakultas Teknik, yang telah membantu saya dalam segala urusan mengenai penelitian Tugas Akhir saya ini.
10. Teman- teman di FT. Mesin UKI, khususnya angkatan 2008 : Daniriel Gultom, Nofri Mijoro Sinaga, Dimas Agung, Basten Sembiring, Pandi Rante dan Jeffry Fernando sekaligus teman seperjuangan saya: Jhon Leonard dan Jericho P. Hutasuhut dalam melakukan penelitian Tugas Akhir ini.

11. Kepada teman- teman di GKI Bekasi Timur yang memberikan bantuan, motivasi, doa dan memberi semangat selalu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
12. Serta semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini Yang belum saya sebutkan.

Jakarta, 06 Agustus 2013



Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan pada konduktor tembaga kabel NYM dengan kadar 99,9%Cu dan 0.04%O. Pengujian yang dilakukan disini yaitu: pengujian tarik, pengujian resistansi pada konduktor serta pengujian mikrostruktur.

Pemanasan pada konduktor tembaga dilakukan selama 3 jam pada suhu 600⁰, 650⁰, 700⁰, 750⁰ dan 800⁰C sebagai variasi suhu kebakaran pada gedung, dan selanjutnya pendinginan dengan lima variasi pendinginan yaitu air hujan, air sabun, pasir, udara dan campuran pendinginan yang ada untuk mengetahui sifat material tersebut. Dilanjutkan dengan uji tarik pada konduktor yang berguna untuk mengetahui perubahan sifat mekanis dari tembaga, serta pengujian resistansi berguna untuk mengetahui perubahan nilai tahanan pada tembaga kabel sebelum dan sesudah pembakaran beserta pendinginan guna melihat kemampuan tembaga untuk menahan listrik dari sumber beserta perubahan bentuk dari struktur mikro sebelum dan sesudah pemanasan.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada konduktor tembaga Kabel NYM Secara sifat mekanis, tembaga yang terbakar masih dapat digunakan kembali dikarenakan masih dibawah nilai yang ditetapkan, akan tetapi secara eletrikal tembaga tersebut tidak bisa digunakan, jika digunakan akan mempengaruhi pemakaian daya listrik pada perumahan dan perkantoran.

Kata kunci : Karakteristik Tembaga, Konduktor kabel, Kabel,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT TUGAS SARJANA	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL DAN GRAFIK	viii
DAFTAR NOTASI	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan penelitian	3
1.3 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika penulisan	6

BAB II TEORI DAN KONSEP DASAR

2.1 Tembaga	6
2.1.1 Sejarah Tembaga.....	6
2.1.2 Sifat Fisika dan Kimia dari tembaga.....	7
1. Sifat Fisika	7
2. Sifat Kimia.....	8

2.2	Konstruksi dan Material Kabel NYM.....	13
2.2.1	Bagian Utama Kabel NYM.....	13
1.	Konduktor	13
2.	Bahan Isolasi.....	14
3.	Selubung	14
2.2.2	Arti Kode Pengenal Kabel NYM.....	14
2.3	Dasar Perpindahan Energi Panas.....	17
2.3.1	Konduksi.....	17
2.3.2	Konveksi	18
2.3.3	Radiasi	18
2.4	Tembaga Sebagai Konduktor	19
2.5	Sifat dasar Penghantar	20
2.5.1	Resistivitas Bahan.....	20
2.5.2	Koefisien Suhu Tahanan	20
2.5.3	Daya Hantar Panas	21
2.5.4	Konduktivitas Listrik	22
2.5.5	Koreksi ke suhu patokan.....	22
2.5.6	Pengujian Tarik	23
2.5.6.1	Batas Proporsionalitas	25
2.5.6.2	Batas Elastis	25
2.5.6.3	Titik Luluh.....	25
2.5.6.4	Kekuatan Tarik Maksimum.....	26
2.5.6.5	Kekuatan Putus.....	26

2.5.6.6	Keuletan	26
2.5.6.7	Modulus Elastisitas	27
2.5.6.8	Modulus Kelentingan	27
2.5.6.9	Modulus Ketangguhan	28
2.5.6.10	Kurva Tegangan- Regangan	30
2.5.7	Struktur Mikro	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	32
3.2	Bahan Dan Alat Penelitian	33
3.2.1	Bahan Penelitian	33
1.	Bahan Inti Penelitian	34
2.	Bahan pendukung penelitian	34
3.2.2	Alat Pendukung Penelitian.....	35
1.	Mesin Pemotong.....	36
2.	Tanur Pemanas	36
3.	Mesin Uji Tarik	37
4.	Mesin Polish.....	37
5.	Mesin Penguji Mikro Struktur (SEM).....	38
6.	Mesin Bubut	38
7.	Tang.....	39
8.	Penggaris	39
9.	Spidol	39
3.2.3	Alat Pengujian Resistivitas dan Konduktivitas	

Termak tembaga	39
a. Pengujian Resistivitas	39
b. Pengujian Konduktivitas Termal Tembga.....	39
3.3 Proses Perlakuan Panas	41
1. Pendinginan Udara	41
2. Simulasi Pendinginan dengan Air Hujan.....	41
3 Pendinginan dengan Air Sabun	42
4. Pendinginan Pasir	42
5. Pendinginan Campuran.....	43
3.4 Pengujian Sifat Mekanis dan Metalografi	44
3.4.1 Pengujian Tarik.....	44
3.4.2 Prosedur Pengujian	44
3.4.3 Pengujian Struktur Mikro	45
3.4.4 Prosedur Pengujian	45
3.5 Pengujian Resistivitas dan Konduktivitas Termal Bahan	46
3.5.1 Pengujian Resitivitas	46
3.5.2 Prosedur Pengujian	46
3.5.3 Pengujian Konduktivitas.....	47
3.5.4 Prosedur Pengujian	48
3.6 Diagram Alir Pengujian.....	49

BAB IV DATA DAN ANALISA DATA

4.1 Hasil pengujian dan analisa.....	51
4.2 Hasil Penelitian Sifat Mekanis	52

4.3 Pengolahan data	53
4.4 Nilai Tegangan Untuk Masing- Masing Spesimen	53
4.4.1 Nilai Tegangan Untuk Masing- Masing Spesimen	54
4.4.1.1 Tegangan Luluh/ Yield Strength	55
4.4.1.2 Ultimate Strength/Tegangan Maksimum.....	59
4.4.1.3 Tegangan Patah.....	64
4.4.1.4 Nilai Reduksi Penampang.....	69
4.4.1.5 Nilai Regangan/Elongasi	74
4.4.1.6 Nilai Modulus Elastisitas.....	79
4.5 Hasil Uji Metalografi	84
4.5.1 Gambar Struktur Mikro Spesimen Tembaga sebelum perlakuan Panas.....	85
4.5.2 Gambar struktur mikro Spesimen Tembaga setelah di lakukan perlakuan panas 600 ⁰ , 700 ⁰ dan 800 ⁰ dengan pendinginan Air hujan	86
4.5.3 Gambar struktur mikro Spesimen Tembaga setelah di lakukan perlakuan panas 600 ⁰ , 700 ⁰ dan 800 ⁰ dengan pendinginan Air Sabun	89
4.5.4 Gambar struktur mikro Spesimen Tembaga setelah di lakukan perlakuan panas 600 ⁰ , 700 ⁰ dan 800 ⁰ dengan pendinginan Campuran	92
4.5.5 Gambar struktur mikro Spesimen Tembaga setelah di lakukan perlakuan panas 600 ⁰ , 700 ⁰ dan 800 ⁰	

dengan pendinginan Pasir	95
4.5.6 Gambar struktur mikro Spesimen Tembaga setelah di lakukan perlakuan panas 600 ⁰ , 700 ⁰ dan 800 ⁰ dengan pendinginan Udara	98
4.6 Resistivitas Bahan	101
4.6.1 Tabel Perhitungan Keseluruhan	102
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	107
5.2 Saran	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.1.	Data Penyebab Kebakaran Di Jakarta	1
2.1.	Sebuah Tembaga	10
2.2.	Struktur Kristal Tembaga	11
2.3.	Struktur Mikro Tembaga	12
2.4.	Konstruksi kabel NYM	13
2.5.	Mesin Uji Tarik	14
2.6.	Kurva Pengujian tarik	24
2.7	Kurva Deformasi Pengujian Tarik	27
2.8	Spesimen Uji Tarik	29
2.9	Alat Uji Foto Mikro	31
3.1.	Konduktor Kabel NYM	33
3.2	Mesin Pemotong	31
3.3	Satuan bentuk vortex turbin air	36
3.4	Mesin Polish	38
3.5	Mesin Bubut	39
3.6	WheatStone gate	40
3.7	Pendinginan Suhu Normal	41

3.8.	Pendinginan Air Hujan	41
3.9.	Pendinginan Air Sabun	42
3.10	Pendinginan Pasir	42
3.11.	Pendinginan Campuran	43
3.12.	Proses Pengujian tarik	44
3.13(a).	Cetakan resin+ Katalis untuk pegujian metalografi	45
3.13(b)	Pengamplasan Spesimen	45
3.14.	Pengujian Resistivitas	46
3.15.	Skema Pengujian Konduktivitas	47
3.16	Diagram Alir Pengujian	50
4.1	Spesimen Konduktor yang di uji	52
4.2	Grafik Tegangan Luluh Vs Derajat Pemanasan	58
4.3	Grafik Tegangan Max Vs Derajat Pemanasan	63
4.4	Grafik Tegangan Patah Vs Derajat Pemanasan	66
4.5	Grafik Reduksi Penampang Vs Derajat Pemanasan	74
4.6	Grafik Nilai Elongasi Vs Derajat Pemanasan	78
4.7	Grafik Nilai Modulus Elastisitas Vs Derajat Pemanasan	83
4.8	Spesimen Foto Mikro	84
4.9(a)	Struktur Mikro specimen sebelum perlakuan panas 500 x	85

4.9(b)	Struktur Mikro specimen sebelum perlakuan panas 1000 x	85
4.10(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 600 ⁰ C pendinginan air Hujan	86
	Pembesaran 500 x	
4.10(b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 600 ⁰ C pendinginan air Hujan	86
	Pembesaran 1000 x	
4.11(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 700 ⁰ C pendinginan air Hujan	87
	Pembesaran 500 x	
4.11 (b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 700 ⁰ C pendinginan air Hujan	87
	Pembesaran 1000 x	
4.12(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 800 ⁰ C pendinginan air Hujan	88
	Pembesaran 500 x	
4.12 (b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 800 ⁰ C pendinginan air Hujan	88
	Pembesaran 1000 x	
4.13(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 600 ⁰ C pendinginan air Sabun	89
	Pembesaran 500 x	
4.13(b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 600 ⁰ C pendinginan air Sabun	89
	Pembesaran 1000 x	

4.14(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 700 ⁰ C pendinginan air Sabun	90
	Pembesaran 500 x	
4.14 (b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 700 ⁰ C pendinginan air Sabun	90
	Pembesaran 1000 x	
4.15(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 800 ⁰ C pendinginan air Sabun	91
	Pembesaran 500 x	
4.15 (b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 800 ⁰ C pendinginan air Sabun	91
	Pembesaran 1000 x	
4.16(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 600 ⁰ C pendinginan Campuran	92
	Pembesaran 500 x	
4.16(b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 600 ⁰ C pendinginan Campuran	92
	Pembesaran 1000 x	
4.17(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 700 ⁰ C pendinginan Campuran	93
	Pembesaran 500 x	
4.17 (b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 700 ⁰ C pendinginan Campuran	93
	Pembesaran 1000 x	
4.18(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 800 ⁰ C pendinginan Campuran	94
	Pembesaran 500 x	

4.18 (b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 800 ⁰ C pendinginan Campuran	94
	Pembesaran 1000 x	
4.19(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 600 ⁰ C pendinginan Pasir	95
	Pembesaran 500 x	
4.19(b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 600 ⁰ C pendinginan Pasir	95
	Pembesaran 1000 x	
4.20 (a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 700 ⁰ C pendinginan Pasir	96
	Pembesaran 500 x	
4.20 (b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 700 ⁰ C pendinginan Pasir	96
	Pembesaran 1000 x	
4.21(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 800 ⁰ C pendinginan Pasir	97
	Pembesaran 500 x	
4.21 (b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 800 ⁰ C pendinginan Pasir	97
	Pembesaran 1000 x	
4.22(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 600 ⁰ C pendinginan Udara	98
	Pembesaran 500 x	
4.22(b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 600 ⁰ C pendinginan Udara	98
	Pembesaran 1000 x	

4.23(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 700 ⁰ C pendinginan Udara	99
	Pembesaran 500 x	
4.23 (b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 700 ⁰ C pendinginan Udara	99
	Pembesaran 1000 x	
4.24(a)	Struktur Mikro specimen pemanasan 800 ⁰ C pendinginan Udara	100
	Pembesaran 500 x	
4.24 (b)	Struktur Mikro specimen pemanasan 800 ⁰ C pendinginan Udara	100
	Pembesaran 1000 x	
4.6	Grafik Nilai Resistansi sebelum Uji Tarik Vs Derajat Pemanasan	103
4.7	Grafik Nilai Resistansi Setelah Uji Tarik Vs Derajat Pemanasan	106

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Sifat fisik, mekanik dan Panas dari tembaga	11
2.2	Arti Pengenal Kabel	14
2.3	Diameter Maksimum Tembaga Bulat	16
2.4	Nilai Tahanan Jenis, Berat jenis, dari beberapa Material	19
2.5	Faktor Koreksi Suhu	23
2.6	Sifat mekanis dari tembaga yang dipijarkan	30
4.1.	Pemanasan Spesimen pada suhu 600 ⁰ C selama 3 jam	52
4.2.	Pemanasan Spesimen pada suhu 650 ⁰ C selama 3 jam	52
4.3.	Pemanasan Spesimen pada suhu 700 ⁰ C selama 3 jam	53
4.4.	Pemanasan Spesimen pada suhu 750 ⁰ C selama 3 jam	53
4.5.	Pemanasan Spesimen pada suhu 800 ⁰ C selama 3 jam	53
4.6.	Nilai Tegangan Luluh	57
4.7.	Nilai Tegangan Maksimum	62
4.8.	Nilai Tegangan Patah	67

4.9.	Nilai Reduksi Penampang	73
4.10.	Nilai Elongasi	77
4.11.	Nilai Modulus Elastisitas	82
4.12.	Nilai Tahanan Tembaga sebelum uji Tarik	101
4.13.	Nilai Tahanan Tembaga normal sebelum pemanasan	102
4.14.	Nilai Tahanan Tembaga setelah Pemanasan 600 ⁰ C	102
4.15.	Nilai Tahanan Tembaga setelah Pemanasan 700 ⁰ C	102
4.16.	Nilai Tahanan Tembaga setelah Pemanasan 800 ⁰ C	103
4.17.	Nilai Tahanan Tembaga setelah uji Tarik	104
4.18.	Nilai Tahanan Tembaga normal sebelum pemanasan	104
	Setelah Uji Tarik	
4.19.	Nilai Tahanan Tembaga setelah uji Tarik Pemanasan 600 ⁰ C	105
4.20.	Nilai Tahanan Tembaga setelah uji Tarik Pemanasan 700 ⁰ C	105
4.21.	Nilai Tahanan Tembaga setelah uji Tarik Pemanasan 800 ⁰ C	105

Daftar Notasi

σ_y	Tegangan Luluh	kgf/mm^2
σ_m	Tegangan Maksimum	kgf/mm^2
σ_{fr}	Tegangan Patah	kgf/mm^2
R_p	Reduksi penampang	%
ε	Regangan	%
E	Modulus Elastisitas	
f	Beban pada saat pengujian	kgf
A	Luas penampang	cm^2
ΔL	Perpanjangan	mm
L_0	Panjang awal sebelum uji tarik	mm
R	Tahanan dari bahan	Ω
L	Panjang kabel	m
ρ	resistivitas bahan	$\Omega \text{ m}$
A_{kabel}	luas penampang kabel	m^2