

**SKRIPSI**

**PERBEDAAN KENAIKAN TEMPERATUR DAN JUMLAH ENERGI  
PANAS YANG DIHASILKAN INTI TEMBAGA TERHADAP BEBAN  
ARUS PADA 3 MERK KABEL NYM**



*Mencerdaskan dan  
Memartabatkan Bangsa*

Disusun Oleh:

Tasya Yustina Eka Putri

1517618024

Skripsi Ini Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik Dalam  
Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

**PROGRAM STUDI REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN I

Judul : Perbedaan Kenaikan Temperatur dan Jumlah Energi Panas yang Dihasilkan Inti Tembaga Terhadap Beban Arus Pada 3 Merk Kabel NYM

Penyusun : Tasya Yustina Eka Putri

NIM : 1517618024

Pembimbing I : Dr. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T.

Pembimbing II : Pratomo Setyadi, S.T., M.T.

Tanggal Ujian : 24 Januari 2023

Disetujui oleh:

Pembimbing I



**Dr. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T.**  
NIP. 198105052008121002

Pembimbing II



**Pratomo Setyadi, S.T., M.T.**  
NIP. 198102222006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran  
Universitas Negeri Jakarta





**Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.**  
NIP. 197102232006041001

## LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : Perbedaan Kenaikan Temperatur dan Jumlah Energi Panas yang Dihasilkan Inti Tembaga Terhadap Beban Arus Pada 3 Merk Kabel NYM  
Nama : Tasya Yustina Eka Putri  
NIM : 1517618024

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<b><u>Dr. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T.</u></b> NIP. 198105052008121002 (Dosen Pembimbing I)		9/2/2023
<b><u>Pratomo Setyadi, S.T., M.T.</u></b> NIP. 198102222006041001 (Dosen Pembimbing II)		9/2/2023

### PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

**Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.**  
NIP. 197102232006041001  
(Ketua Penguji)

 9-2-2023

**Fransisca Maria Farida, S.T., M.T.**  
NIP. 197612212008122002  
(Sekretaris)

 9/2/2023

**Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T.**  
NIP. 197602052006041001  
(Dosen Ahli)

 9/2 - 2023

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran  
Universitas Negeri Jakarta

  
**Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.**  
NIP. 197102232006041001

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 24 Januari 2023

Yang membuat pernyataan



**Tasya Yustina Eka Putri**

NIM. 1517618024

# LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Tasya Yustina Eka Putri  
NIM : 1517618024  
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Rekayasa Keselamatan Kebakaran  
Alamat email : yustinatasya@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi     Tesis     Disertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Perbedaan Kenaikan Temperatur dan Jumlah Energi Panas yang Dihasilkan Inti Tembaga Terhadap Beban Arus pada 3 Merk Kabel NYM

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 21 Februari 2023

Penulis

(Tasya Yustina Eka Putri)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih dan kemurahan-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan skripsi yang berjudul **“PERBEDAAN KENAIKAN TEMPERATUR DAN JUMLAH ENERGI PANAS YANG DIHASILKAN INTI TEMBAGA TERHADAP BEBAN ARUS PADA 3 MERK KABEL”** tepat pada waktunya. Penyusunan laporan ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan dalam menyelesaikan studi S1 pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis banyak memperoleh bimbingan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

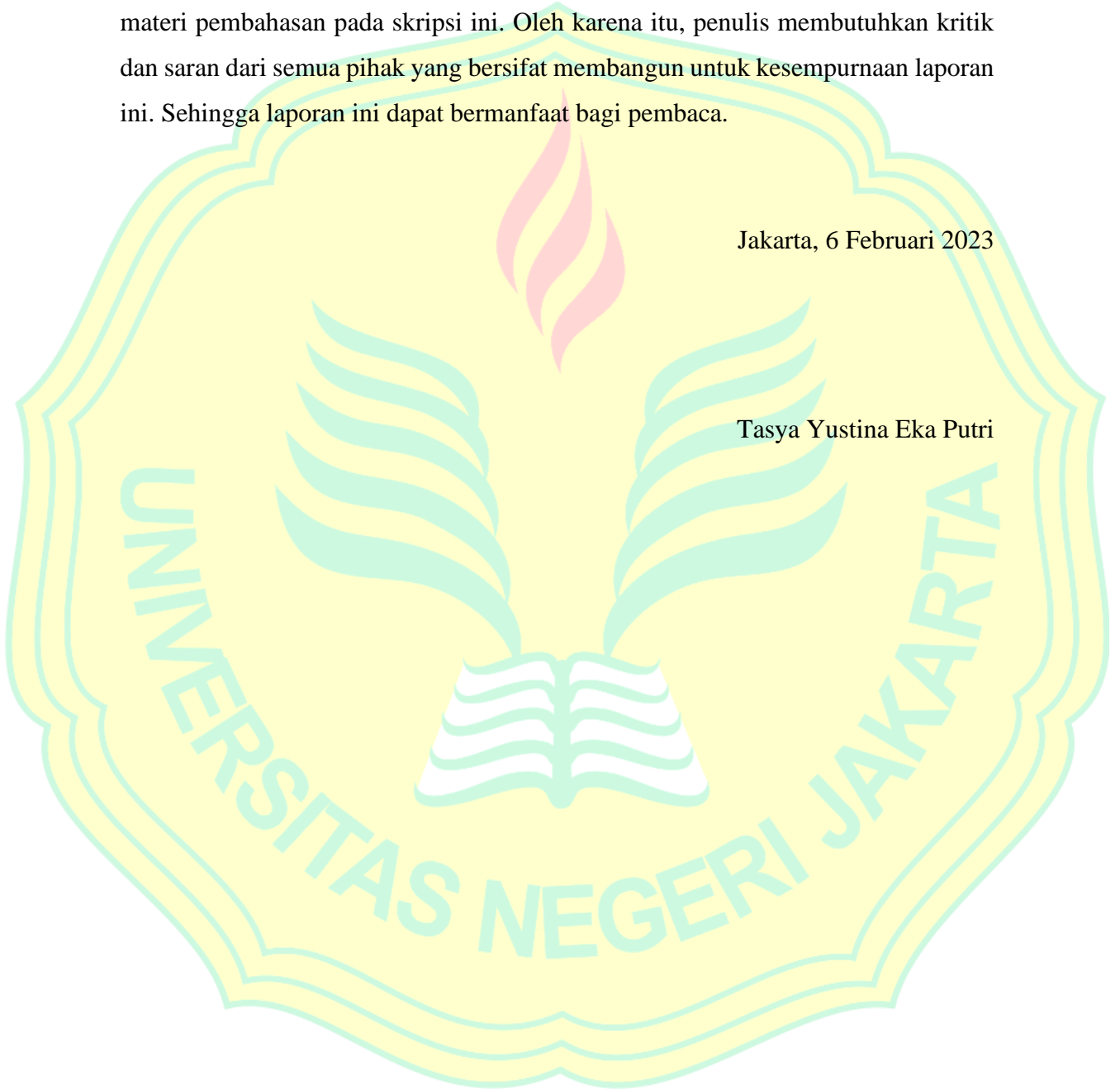
1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan kasih dengan tulus serta doanya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan ini.
2. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D., selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran Universitas Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr. Himawan Hadi Sutrisno, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Pratomo Setyadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II.
5. Seluruh Bapak/Ibu dosen pengajar di Prodi Rekayasa Keselamatan Kebakaran Universitas Negeri Jakarta.
6. Keluarga penulis yang telah memberikan dukungan dan doa terbaik kepada penulis.
7. Viany, Annisa, Regina, dan Nadira sebagai teman-teman penulis yang selalu memberi dukungan dan saran kepada penulis.
8. Alfiani Kurnia Sari dan Annisa Dwi Wulandari sebagai rekan sekelompok penulis dalam topik penelitian ini.
9. Seluruh teman-teman Prodi Rekayasa Keselamatan Kebakaran Universitas Negeri Jakarta Angkatan 2018.

10. Keluarga besar Prodi Rekayasa Keselamatan Kebakaran Universitas Negeri  
Jakarta

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan dan belum sempurna, baik dalam penulisan, penyusunan, maupun materi pembahasan pada skripsi ini. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan ini. Sehingga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 6 Februari 2023

Tasya Yustina Eka Putri



## ABSTRAK

### **Tasya Yustina Eka Putri. Perbedaan Kenaikan Temperatur dan Jumlah Energi Panas yang Dihasilkan Inti Tembaga Terhadap Beban Arus Pada 3 Merk Kabel NYM.**

Seiring berkembangnya industri, penggunaan kabel pada instalasi listrik turut meningkat. Salah satu komponen yang memiliki peran penting dalam menghantarkan arus listrik adalah inti tembaga kabel. Tembaga banyak digunakan karena memiliki resistivitas listrik terendah dan nilai konduktivitas terbaik. Arus yang mengalir pada inti tembaga akan menghasilkan energi panas dan sejumlah panas yang berpindah. Selain itu, dalam memilih kabel yang digunakan perlu memperhatikan kemampuan inti tembaga dalam menghantarkan arus listrik karena akan mempengaruhi temperaturnya.

Penelitian dilakukan untuk mempelajari perbedaan kenaikan temperatur dan jumlah panas yang dihasilkan inti tembaga kabel NYM pada beban arus tertentu dengan menggunakan tiga merk berbeda. Sampel kabel NYM yang digunakan menggunakan ukuran  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$  dengan tiga merk berbeda, yaitu merk A, merk B, dan merk C. Seluruh sampel diuji perbedaan peningkatan temperaturnya menggunakan trafo uji dengan diberi beban arus sesuai KHA kabel (22 Ampere) dan dua kali KHA kabel (44 Ampere).

Temperatur akhir dilihat dari hasil grafik perubahan temperatur hingga mencapai keadaan setimbang. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa inti tembaga kabel merk B memiliki kenaikan temperatur paling rendah saat diberi beban arus sesuai KHA yang mencapai  $54,3^\circ\text{C}$  maupun saat beban arus dua kali lipat KHA yang mencapai  $144,4^\circ\text{C}$ .

*Kata kunci: inti tembaga kabel, kabel NYM, temperatur, beban arus*



## **ABSTRACT**

**Tasya Yustina Eka Putri. *The Differences of Copper Conductor Temperature and Heat Energy Produced Against Current Loads on 3 NYM Cable Brands.***

*With the development of the industry, the use of cables in electrical installations is increasingly being used. One of the important parts in conducting electric current is the copper conductor of the cable. Copper is widely used because it has the lowest electrical resistivity and the best conductivity values. The current flowing in the copper conductor will generate heat energy and some heat transfer. In addition, in choosing the cable used, it is necessary to pay attention to the ability of the copper conductor to conduct electric current because it will affect its temperature.*

*This research was conducted to study the differences in temperature rise and the amount of heat generated by the copper conductor of NYM cables at certain current loads using three different brands. The NYM cable samples used were 2 x 1.5 mm<sup>2</sup> in size with three different brands, namely brand A, brand B, and brand C. All samples were tested for differences in temperature rise using an electrical apparatus with current load according to the current carrying capacity of the cable (22 Amperes) and twice the current carrying capacity of the cable (44 Amperes).*

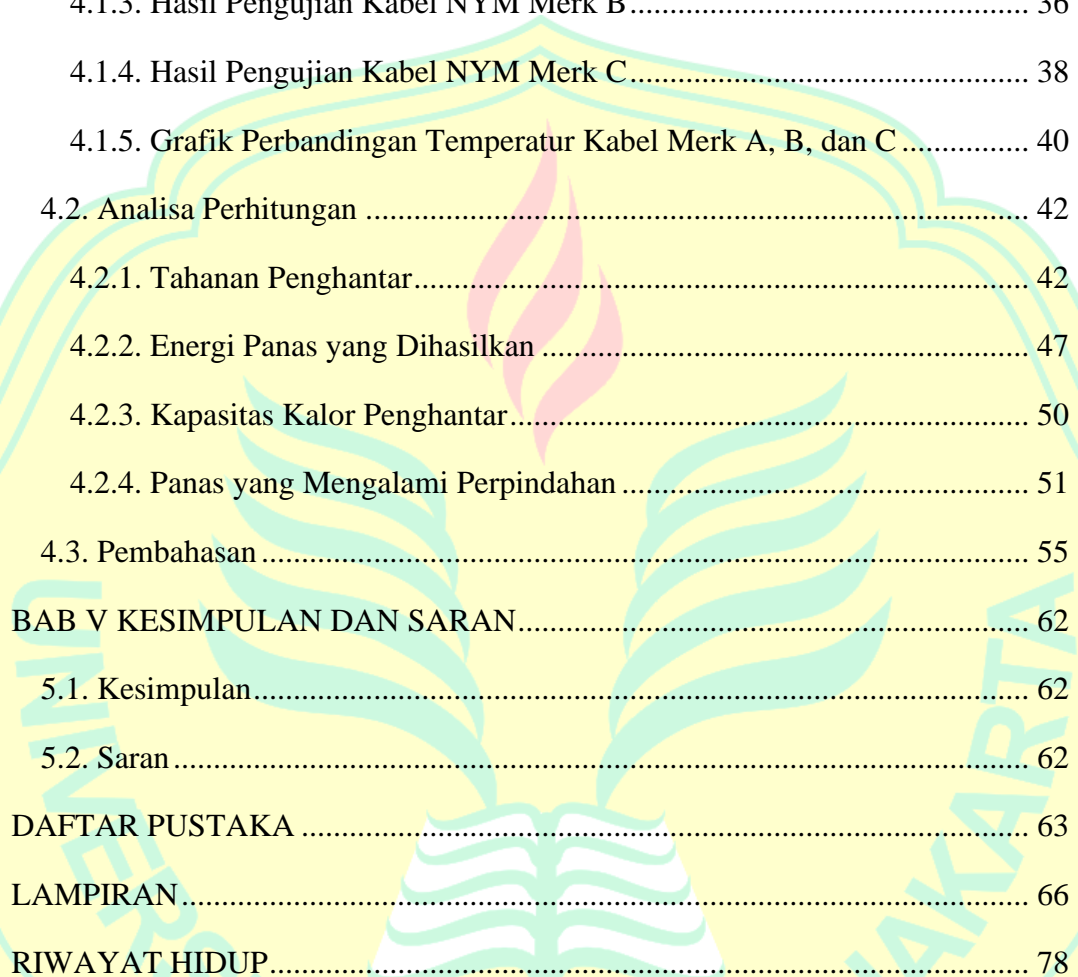
*The final temperature is seen from the results of the temperature change graph until it reaches a steady state condition. Based on the results of the research, it can be concluded that the copper conductor of cable brand B has the lowest temperature rise when given a current load according to the current carrying capacity which reaches 54.3°C and when the current load is twice as high as the current carrying capacity of the cable which reaches 144.4°C.*

*Keywords: copper conductor cable, NYM cable, temperature, current loads*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Pembatasan Masalah.....	3
1.4. Perumusan Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	3
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1. Landasan Teori.....	5
2.1.1. Teori Arus.....	5
2.1.2. Pengaruh Arus terhadap Kenaikan Temperatur.....	5
2.1.3. Tahanan Penghantar.....	7
2.1.4. Hubungan Tahanan Penghantar dan Temperatur.....	9

2.1.5. Energi Panas yang Dihasilkan .....	11
2.1.6. Hubungan Temperatur dengan Jumlah Energi Panas yang Dihasilkan	11
2.1.7. Kapasitas Kalor pada Penghantar .....	12
2.1.8. Proses Perpindahan Panas.....	13
2.1.9. Hubungan Temperatur dengan Perpindahan Panas .....	14
2.1.10. Karakteristik Material Penyusun Kabel NYM.....	15
2.1.11. Kemampuan Hantar Arus (KHA).....	17
2.1.12. Struktur Mikro .....	17
2.1.13. Trafo Uji .....	18
2.2. Kerangka Pemikiran.....	19
2.3. Hipotesis Penelitian.....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>21</b>
3.1. Tempat, Waktu, dan Subjek Penelitian .....	21
3.2. Populasi, Sampel, dan Variabel Penelitian.....	21
3.2.1. Populasi.....	21
3.2.2. Sampel .....	21
3.2.3. Variabel.....	22
3.3. Metode, Rancangan, dan Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1. Metode Penelitian .....	22
3.3.2. Rancangan Penelitian.....	23
3.3.3. Prosedur Penelitian .....	24
3.4. Instrumen Penelitian.....	27
3.4.1. Alat Penelitian.....	27
3.4.2. Bahan Penelitian .....	30
3.5. Teknik Pengumpulan Data .....	32
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>



4.1. Hasil Penelitian.....	33
4.1.1. Deskripsi Data.....	33
4.1.2. Hasil Pengujian Kabel NYM Merk A.....	33
4.1.3. Hasil Pengujian Kabel NYM Merk B.....	36
4.1.4. Hasil Pengujian Kabel NYM Merk C.....	38
4.1.5. Grafik Perbandingan Temperatur Kabel Merk A, B, dan C.....	40
4.2. Analisa Perhitungan .....	42
4.2.1. Tahanan Penghantar.....	42
4.2.2. Energi Panas yang Dihasilkan .....	47
4.2.3. Kapasitas Kalor Penghantar.....	50
4.2.4. Panas yang Mengalami Perpindahan .....	51
4.3. Pembahasan .....	55
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>62</b>
5.1. Kesimpulan.....	62
5.2. Saran.....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>66</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>78</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1.</b> Resistivitas dan Koefisien Tahanan Material .....	9
<b>Tabel 2. 2.</b> Hasil Pengukuran Elektrode Tembaga .....	10
<b>Tabel 2. 3.</b> Tabel Panas Jenis .....	13
<b>Tabel 2. 4.</b> Karakteristik Tembaga .....	15
<b>Tabel 2. 5.</b> Karakteristik PVC .....	16
<b>Tabel 2. 6.</b> KHA (ampere) .....	17
<b>Tabel 3. 1.</b> Sampel Uji .....	21
<b>Tabel 3. 2.</b> Acuan SNI Sampel Kabel yang Diuji .....	25
<b>Tabel 3. 3.</b> KHA Sampel Kabel yang Diuji .....	25
<b>Tabel 3. 4.</b> Data Sampel yang akan Digunakan .....	26
<b>Tabel 3. 5.</b> Spesifikasi Infrared Thermometer dan Termokopel K-Type .....	27
<b>Tabel 3. 6.</b> Spesifikasi Tang Ampere .....	29
<b>Tabel 3. 7.</b> Spesifikasi Kabel NYM Merk A .....	30
<b>Tabel 3. 8.</b> Spesifikasi Kabel NYM Merk B .....	31
<b>Tabel 3. 9.</b> Spesifikasi Kabel NYM Merk C .....	31
<b>Tabel 4. 1.</b> Data Hasil Pengujian dan Perhitungan .....	55
<b>Tabel 4. 2.</b> Perbandingan Hasil Pengukuran Diameter .....	58

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1.</b> Grafik Hubungan Arus terhadap Perubahan Temperatur .....	6
<b>Gambar 2. 2.</b> Grafik Temperatur Permukaan Penghantar .....	6
<b>Gambar 2. 3.</b> Grafik Temperatur Insulasi Kabel .....	7
<b>Gambar 2. 4.</b> Grafik Tahanan Penghantar .....	10
<b>Gambar 2. 5.</b> Bentuk gelombang arus saat terjadi kegagalan peralatan listrik....	12
<b>Gambar 2. 6.</b> Variasi Konduktivitas Termal terhadap Temperatur (dikutip dari Rensburg, 2001) .....	15
<b>Gambar 2. 7.</b> Skema Kerangka Pemikiran .....	20
<b>Gambar 3. 1.</b> Diagram Alir Penelitian.....	23
<b>Gambar 3. 2.</b> Skema Rangkaian Pengujian .....	24
<b>Gambar 3. 3.</b> Infrared Thermometer dan Termokopel K-Type.....	27
<b>Gambar 3. 4.</b> Tang Potong dan Tang Kupas.....	28
<b>Gambar 3. 5.</b> Stopwatch .....	28
<b>Gambar 3. 6.</b> Tang Ampere .....	28
<b>Gambar 3. 7.</b> Trafo Uji .....	29
<b>Gambar 3. 8.</b> Mikroskop.....	30
<b>Gambar 3. 9.</b> Kabel NYM Merk A.....	30
<b>Gambar 3. 10.</b> Kabel NYM Merk B .....	31
<b>Gambar 3. 11.</b> Kabel NYM Merk C .....	31
<b>Gambar 3. 12.</b> Contoh Grafik Temperatur terhadap Waktu .....	32
<b>Gambar 4. 1.</b> Grafik Temperatur Merk A (Arus 22 Ampere) .....	34
<b>Gambar 4. 2.</b> Grafik Temperatur Merk A (Arus 44 Ampere) .....	34
<b>Gambar 4. 3.</b> Grafik Perbandingan Temperatur Merk A.....	35
<b>Gambar 4. 4.</b> Sampel Merk A setelah pengujian.....	35
<b>Gambar 4. 5.</b> Grafik Temperatur Merk B (Arus 22 Ampere).....	36
<b>Gambar 4. 6.</b> Grafik Temperatur Merk B (Arus 44 Ampere).....	37
<b>Gambar 4. 7.</b> Grafik Perbandingan Temperatur Merk B .....	37
<b>Gambar 4. 8.</b> Sampel Merk B setelah pengujian .....	38
<b>Gambar 4. 9.</b> Grafik Temperatur Merk C (Arus 22 Ampere).....	38
<b>Gambar 4. 10.</b> Grafik Temperatur Merk C (Arus 44 Ampere).....	39

<b>Gambar 4. 11.</b> Grafik Perbandingan Temperatur Merk C.....	40
<b>Gambar 4. 12.</b> Sampel Merk C setelah pengujian .....	40
<b>Gambar 4. 13.</b> Grafik Temperatur Merk A, B, dan C (sesuai KHA) .....	41
<b>Gambar 4. 14.</b> Grafik Temperatur Merk A, B, dan C (2 kali KHA) .....	42
<b>Gambar 4. 15.</b> Grafik Perbandingan Nilai Tahanan Penghantar (22 Ampere)....	45
<b>Gambar 4. 16.</b> Grafik Perbandingan Nilai Tahanan Penghantar (44 Ampere)....	46
<b>Gambar 4. 17.</b> Perbandingan Perhitungan Nilai Tahanan Penghantar .....	47
<b>Gambar 4. 18.</b> Grafik Perbandingan Jumlah Energi Panas yang Dihasilkan Penghantar (22 Ampere) .....	48
<b>Gambar 4. 19.</b> Grafik Perbandingan Jumlah Energi Panas yang Dihasilkan Penghantar (44 Ampere) .....	49
<b>Gambar 4. 20.</b> Perbandingan Perhitungan Jumlah Energi Panas yang Dihasilkan .....	50
<b>Gambar 4. 21.</b> Grafik Perbandingan Panas yang Berpindah pada Penghantar Merk A, B, dan C (22 Ampere) .....	53
<b>Gambar 4. 22.</b> Grafik Perbandingan Panas yang Berpindah pada Penghantar Merk A, B, dan C (44 Ampere) .....	54
<b>Gambar 4. 23.</b> Grafik Perbandingan Perhitungan Jumlah Panas yang Berpindah .....	55
<b>Gambar 4. 24.</b> Struktur Mikro Tembaga Merk A.....	59
<b>Gambar 4. 25.</b> Struktur Mikro Tembaga Merk B.....	59
<b>Gambar 4. 26.</b> Struktur Mikro Tembaga Merk C.....	60