

**SISTEM PENGAMAN ARUS BERLEBIH PADA
*POWER AMPLIFIER HOMEMADE***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



EDI ANANDA PUTRA

20520637

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Edi Ananda Putra
NIM : 20520637
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Sistem Pengaman Arus Berlebih Pada *Power Amplifier*
Homemade

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Ponorogo, 20 Juni 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama,



Rizal Arifin, S.Si, M.Si, Ph.D.
NIK. 19870920 201204 12

Dosen Pembimbing Pendamping,




Jawwad Sulthon Habiby, S.T., M.T.
NIK. 19910514 202303 13

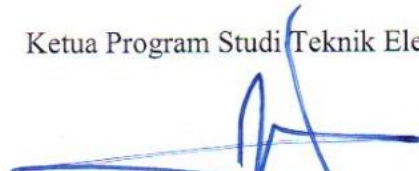
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,




Edy Kurniawan, S.T., M.T.
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Elektro,



Didik Riyanto, S.T., M.Kom.
NIK. 19801125 201309 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Edi Ananda Putra

NIM : 20520637

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul : “Sistem Pengaman Arus Berlebih Pada *Power Amplifier Homemade*” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang atau teliti di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, saya bersedia ijazah saya dibatalkan, sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarnya.

Ponorogo, 20 Juni 2024

Mahasiswa,



Edi Ananda Putra
NIM. 20520637

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Edi Ananda Putra
NIM : 20520637
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Sistem Pengaman Arus Berlebih Pada *Power Amplifier*
Homemade

Telah diuji dan dipertahankan di hadapan
Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 28 Juni 2024

Dosen Penguji,

Ketua Penguji,



Rizal Arifin, S.Si, M.Si, Ph.D.
NIK. 19870920 201204 12

Anggota Penguji I,



Didik Riyanto, S.T., M.Kom.
NIK. 19801125 201309 13

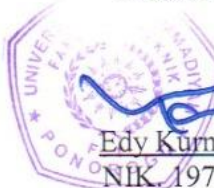
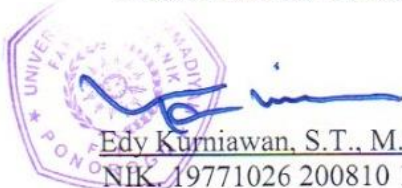
Anggota Penguji II,



Ghulam Asrofi B, S.T., M.Eng.
NIK. 19870723 202109 12


Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



Edy Kurniawan, S.T., M.T.
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Elektro,




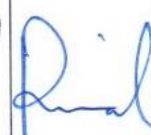


Didik Riyanto, S.T., M.Kom.
NIK. 19801125 201309 13





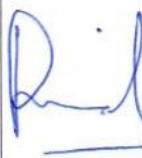

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Edi Ananda Putra
NIM : 205.20637
Judul Skripsi : Sistem Pengaman Arus Berlebih pada
Power Amplifier Homemade
Dosen Pembimbing I : Rizal Arifin, S.Si, M.si, Ph.D.

PROSES PEMBIMBINGAN

| No | Tanggal | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil | Tanda Tangan |
|----|------------|-----------------------------|---|---|
| 1 | 4-12-2023 | Bab I Bab II | <ul style="list-style-type: none">• Ditambahkan ringkasan penelitian terdahulu minimal 5• Pernyataan Kebaruan• Gambar harus dirujuk• Referensi harus dicantumkan |  |
| 2 | 6-12-2023 | Bab I | <ul style="list-style-type: none">• Tujuan ditambah• Kontrol suhu• Gambar bisa dari web• Tabel diperbaiki |  |
| 3 | 8-12-2023 | Bab II | <ul style="list-style-type: none">• Penulis ditambah• Sitasi ditambah• Gambar harus dirujuk |  |
| 4 | 11-12-2023 | Bab III | <ul style="list-style-type: none">• Penjelasan fungsi setiap komponen• Pengambilan data |  |





| No | Tanggal | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil | Tanda Tangan |
|----|------------|-----------------------------|---|-----------------|
| 5 | 19-12-2023 | Bab III | <ul style="list-style-type: none"> • Tabel dikosongi • Suhu diganti T | <u>P. I. L.</u> |
| 6 | 20-12-2023 | Bab IV | <ul style="list-style-type: none"> • Jadwal Penelitian dirubah disesuaikan Panduan | <u>P. I. L.</u> |
| 7 | 21-12-2023 | Bab IV | Perbaiki jadwal | <u>P. I. L.</u> |
| 8 | 22-12-2023 | | Ace Sempra. | <u>P. I. L.</u> |
| 9 | 13-05-2024 | Bab 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Studi literatur • Studi lapangan • Gambar Diperjelas • Perancangan sistem • Penjelasan | <u>P. I. L.</u> |
| 10 | 14-05-2024 | Bab 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Langsung dibahas sistemnya • Pembahasan tentang pemilihan komponen • langsung layout • Gambar yang rapi • Komponen dijelaskan | <u>P. I. L.</u> |







| No | Tanggal | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil | Tanda Tangan |
|----|------------|-----------------------------|--|---|
| 11 | 16-05-2024 | Bab 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Simbol μ farad • Penulisan Simbol • Narasi pada Keterangan |  |
| 12 | 22-05-2024 | Bab 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Program diperjelas • Pemrograman termasuk gambar • Pengujian alat. |  |
| 13 | 28-05-2024 | Bab 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Gambar diperjelas • Simbol pada tabel • Keterangan tabel • Penghitungan rata-rata |  |
| 14 | 30-05-2024 | Bab 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Evaluasi diperbaiki • Pengujian alat disesuaikan • Margin pada bab 4 diperbaiki |  |
| 15 | 10-06-2024 | Bab 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Penulisan kata offset • 1,5VDC diganti 1,5V • Studi lapangan diperjelas |  |
| 16 | 14-06-2024 | Acc Sidang | |  |







BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Edi Ananda Putra
 NIM : 20520637
 Judul Skripsi : Sistem Pengaman Arus Berlebih
 Pada Power Amplifier Homemade
 Dosen Pembimbing II : Jawwad Sulthon Habiby, S.T., M.T.

PROSES PEMBIMBINGAN

| No | Tanggal | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil | Tanda Tangan |
|----|------------|-----------------------------|---|---|
| 1 | 1-12-2023 | Bab I | <ul style="list-style-type: none"> • Istilah asing dicetak miring • Kasus diperjelas • Batasan masalah kurang jelas • Rumusan masalah |  |
| 2 | 7-12-2023 | Bab I | <ul style="list-style-type: none"> • SMPS dijelaskan • Istilah asing • Halaman |  |
| 3 | 8-12-2023 | Bab II | <ul style="list-style-type: none"> • Tabel Sesuai Panduan • Istilah asing • Sub bab bold |  |
| 4 | 14-12-2023 | Bab I | <ul style="list-style-type: none"> • Istilah asing ditulis miring • Tujuan ditambah • pernyataan kebaruan |  |

| No | Tanggal | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil | Tanda Tangan |
|----|------------|-----------------------------|--|---|
| 5 | 15-12-2023 | Bab II | <ul style="list-style-type: none"> • Istilah asing ditulis miring • Gambar harus ditunjuk • Penulis ditambah • Referensi harus dicantumkan |  |
| 6 | 18-12-2023 | Bab III | <ul style="list-style-type: none"> • Flowchart diperbaiki • Tabel disesuaikan panduan • Penjelasan disesuaikan dengan flowchart |  |
| 7 | 19-12-2023 | Bab III | <ul style="list-style-type: none"> • Gambar diperjelas • Tabel dikosongkan • Diagram blok diperbaiki |  |
| 8 | 21-12-2023 | | ACC Sempro |  |
| 9 | 22-06-2024 | Bab 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Pemrograman ditampilkan • Istilah asing ditulis miring • Penghitung rata-rata pada hasil pengujian |  |
| 10 | 10-06-2024 | Bab 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Gambar diperbesar • Tulisan mf diganti yff • Penulisan simbol |  |

| No | Tanggal | Materi Yang Dikonsultasikan | Saran Pembimbing / Hasil | Tanda Tangan |
|----|------------|-----------------------------|---|---|
| 11 | 12-06-2024 | Bab 5 | <ul style="list-style-type: none"> • Kesimpulan harus mencantumkan semua ringkasan pada setiap bab • Saran harus menjawab dari rumusan masalah |  |
| 12 | 13-06-2024 | | <ul style="list-style-type: none"> • Abstrak maksimal 150 kata • Abstrak disesuaikan dengan panduan • Abstrak merupakan rangkuman |  |
| 13 | 14-06-2024 | Bab 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Program dicantumkan • Istilah asing ditulis miring • Penghitungan rata-rata pada setiap percobaan • Narasi pada keterangan |  |
| 14 | 16-06-2024 | Bab 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Diagram wiring diperjelas • Gambar diperjelas • Studi literatur harus disesuaikan dengan bab 3 |  |
| 15 | 17-06-2024 | Bab 5 | <ul style="list-style-type: none"> • penulisan saran harus disesuaikan dengan kesimpulan • kesimpulan harus disesuaikan dengan hasil pengujian alat |  |
| 16 | 18-06-2024 | | Acc Sidang Skripsi |  |

HALAMAN MOTTO

Allah tidak menjanjikan hidup ini mudah. Tetapi, Allah berjanji setiap kesulitan pasti ada kemudahan.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Tulus ikhlas kami panjatkan syukur kepada Allah SWT, sumber segala kebijaksanaan dan kekuatan. Dengan petunjuk-Nya, kami menjelajahi labirin pengetahuan, menelusuri rahasia alam yang tersembunyi.

Dengan penuh pengabdian, kami hadirkan karya ini sebagai wujud syukur dan dedikasi. Semoga setitik ilmu ini menjadi cahaya yang membawa manfaat bagi umat dan kehidupan ini.

"Keberhasilan bukanlah akhir, kegagalan bukanlah fatal. Keberanian untuk melanjutkan adalah yang terpenting." - Winston Churchill

Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya yang tiada henti mengalir dalam hidup saya.
2. Orang tua tercinta, yang selalu memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang yang tiada batas.
3. Dosen pembimbing, atas bimbingan, ilmu, dan kesabarannya dalam membimbing saya menyelesaikan skripsi ini.
4. Teman-teman dan sahabat, yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan kebersamaan dalam setiap langkah.
5. Almamater tercinta, yang telah memberikan kesempatan dan ilmu selama masa studi saya.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi langkah awal bagi pencapaian yang lebih besar di masa depan.

**SISTEM PENGAMAN ARUS BERLEBIH PADA
*POWER AMPLIFIER HOMEMADE***

Edi Ananda Putra

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo

e-mail : anandakasoen2@gmail.com

ABSTRAK

Power amplifier merupakan sebuah perangkat elektronika yang digunakan untuk menguatkan sinyal dari alat pemutar musik. Ketika terdapat sinyal yang masuk, maka sinyal tersebut akan dikuatkan oleh rangkaian *driver power amplifier* sehingga dapat menggerakkan *speaker*. *Power amplifier* rakitan pada umumnya tidak terdapat sistem pengaman, ketika terjadi arus berlebih maka *power amplifier* tersebut akan mengalami kerusakan yang parah. Untuk itu penulis membuat Sistem Pengaman Arus Berlebih Pada *Power Amplifier Homemade* dengan tujuan untuk meminimalisir kerusakan pada *power amplifier* dan *speaker*. Cara kerja dari sistem ini yaitu, ketika terdapat arus yang melebihi batas yang telah ditentukan maka secara otomatis relay pada *output power amplifier* akan *off*. Komponen utama yang digunakan dalam pembuatan sistem ini yaitu sensor arus ACS 712, Arduino UNO dan relay sebagai pemutus jalur menuju *speaker*. Dalam hal ini pembuatan Sistem Pengaman Arus Berlebih Pada *Power Amplifier Homemade* diharapkan dapat mengurangi resiko kerusakan pada *power amplifier* terutama diakibatkan oleh arus berlebih.

Kata Kunci : *Power Amplifier, Arus Berlebih, monitoring, voltase, Speaker.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan Syukur kita panjatkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala. Dzat yang hanya kepada-Nya memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Pengaman Arus Berlebih Pada *Power Amplifier Homemade*”.

Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan tugas akhir ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Happy Susanto, M.A., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Bapak Edy Kurniawan, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Bapak Didik Riyanto, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
4. Bapak Rizal Arifin, S.Si, M.Si, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan motivasi dan bimbingan kepada penulis sehingga skripsi ini terwujud.
5. Bapak Jawwad Sulthon Habiby, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan dan koreksi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis mengharapkan saran dan kritik untuk kesempurnaan skripsi ini. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya, umumnya bagi pembaca serta dapat memberikan sumbangan bagi kemajuan dunia pendidikan terutama pada Program Studi Teknik Elektro.

Ponorogo, 20 Juni 2024

Edi Ananda Putra

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, Puji dan Syukur kita panjatkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, penyelesaian skripsi ini tidak dapat terwujud. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Bonandi dan Ibu Winarti sebagai orang tua saya yang telah memberikan *support*, baik dari segi finansial maupun dari segi emosional. Tanpa mereka penulis tidak dapat merasakan bangku perkuliahan sampai saat ini untuk mendapatkan gelar sarjana.
2. Bapak Rizal Arifin, S.Si, M.Si, Ph.D. dan Bapak Jawwad Sulthon Habiby, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan dan arahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Teman-teman Teknik Elektro terutama angkatan 2020 yang telah memberikan kesan terbaik selama perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kesalahan dari segi penulisan maupun bahasa yang digunakan. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan selanjutnya.

Ponorogo, 20 Juni 2024

Edi Ananda Putra

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN | ii |
| RINGKASAN | iii |
| DAFTAR ISI..... | iv |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR..... | vi |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4. Batasan Masalah | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1. Hasil-hasil Penelitian Terdahulu | 5 |
| 2.2. <i>Power Supply</i> | 6 |
| 2.3. <i>Driver Power Amplifier</i> Kelas D | 7 |
| 2.4. Sistem Pengaman Arus Berlebih..... | 8 |
| 2.5. LCD 16 x 2..... | 9 |
| 2.6. Arduino UNO R3 | 10 |
| 2.7. <i>Step Up</i> CC CV | 11 |
| 2.8. Kipas DC | 12 |
| 2.9. Arduino IDE..... | 13 |
| 2.10. <i>Solid State Relay</i> | 14 |
| 2.11. Sensor DHT11 | 15 |
| 2.12. <i>Step Down</i> | 17 |
| BAB 3 METODE PERANCANGAN | 18 |
| 3.1 Diagram Alur Penelitian | 18 |
| 3.2 Studi Lapangan..... | 19 |
| 3.3 Studi Literatur | 19 |
| 3.4 Perencanaan Alat..... | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4.1. Perencanaan perangkat keras | 19 |
| 3.4.2. Deskripsi alat | 20 |
| 3.5 Diagram Blok | 21 |
| 3.6 Kebutuhan Komponen | 23 |
| 3.7 Perencanaan Perangkat Lunak | 25 |
| 3.8 Perancangan Alat | 26 |
| 3.8.1 Perancangan perangkat keras | 26 |
| 3.8.2 Perancangan perangkat lunak | 27 |
| 3.9 Pengujian Alat | 27 |
| 3.10 Evaluasi | 28 |
| BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN | 29 |
| 4.1 Studi Lapangan | 29 |
| 4.2 Studi Literatur | 30 |
| 4.3 Perancangan Alat | 31 |
| 4.3.1 Gambaran umum sistem pengaman arus berlebih | 31 |
| 4.3.2 Desain alat | 32 |
| 4.3.3 Diagram wiring | 32 |
| 4.3.4 Kebutuhan komponen | 34 |
| 4.4 Perancangan Alat | 36 |
| 4.4.1 Perancangan perangkat keras | 36 |
| 4.4.2 Perancangan perangkat lunak | 41 |
| 4.5 Pengujian Alat | 45 |
| 4.5.1 Pengujian akurasi sensor tegangan dan arus | 46 |
| 4.5.2 Pengujian akurasi sensor suhu | 47 |
| 4.5.3 Pengujian keseluruhan | 50 |
| 4.6 Evaluasi Hasil | 51 |
| BAB 5 PENUTUP | 54 |
| 5.1 Kesimpulan | 54 |
| 5.2 Saran | 55 |
| DAFTAR PUSTAKA | 56 |
| LAMPIRAN | 58 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Penelitian terdahulu..... | 5 |
| Tabel 2.2 Tabel 2.2 Lanjutan pada tabel 2.1 Penelitian terdahulu | 6 |
| Tabel 3.1 Komponen yang dibutuhkan | 27 |
| Tabel 3.2 Tabel 3.2 Lanjutan pada tabel 3.1 | 24 |
| Tabel 3.3 Data hasil pengujian sistem keseluruhan | 27 |
| Tabel 4.1 Komponen yang digunakan | 35 |
| Tabel 4.2 Hasil pengujian akurasi akurasi sensor tegangan dan arus | 47 |
| Tabel 4.3 Data pengujian akurasi sensor suhu pada <i>power amplifier</i> | 49 |
| Tabel 4.4 Data hasil pengujian keseluruhan | 51 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar :2.1 <i>Power Supply</i> | 7 |
| Gambar :2.2 <i>Driver Power Amplifier</i> Kelas D | 8 |
| Gambar :2.3 MCB Sebagai Pengaman Arus Berlebih..... | 9 |
| Gambar : 2.4 LCD 16x2..... | 10 |
| Gambar : 2.5 Amega 328 | 11 |
| Gambar : 2.6 <i>Step Up CC CV</i> | 12 |
| Gambar : 2.7 Kipas DC..... | 13 |
| Gambar : 2.8 <i>Software</i> Arduino IDE | 14 |
| Gambar : 2.9 <i>Solid State Relay</i> | 15 |
| Gambar : 2. 10 Sensor DHT11 | 16 |
| Gambar : 2.11 <i>Step Down</i> | 17 |
| Gambar : 3.1 Diagram Alur Penelitian | 18 |
| Gambar : 3.2 Desain Alat Sistem Pengaman Arus Berlebih | 20 |
| Gambar : 3.3 Diagram Blok | 21 |
| Gambar : 3.4 <i>Flowchart</i> Perangkat Lunak | 25 |
| Gambar : 4.1 Rumah Mas Arifin | 30 |
| Gambar : 4.2 Desain Alat Sistem Pengaman Arus Berlebih | 32 |
| Gambar : 4.3 Diagram Wiring Sistem Pengaman Arus Berlebih | 33 |
| Gambar : 4.4 Hasil Pembuatan Bok Sistem Pengaman Arus Berlebih | 36 |
| Gambar : 4.5 Hasil Merangkai <i>Driver Power Amplifier</i> | 37 |
| Gambar : 4.6 Hasil Pembuatan Sistem Pengaman Arus Berlebih | 38 |
| Gambar : 4.7 Hasil Pembuatan Monitoring Tegangan Dan Arus | 38 |
| Gambar : 4.8 Hasil Pembuatan Monitoring Suhu | 39 |
| Gambar : 4.9 Hasil Akhir Dari Perancangan Perangkat Keras | 40 |
| Gambar : 4.10 <i>Flowchart</i> Sistem Pengaman Arus Berlebih | 41 |
| Gambar : 4.11 Proses Instalasi Aplikasi Arduino IDE Pada Laptop | 42 |
| Gambar : 4.12 Proses Penulisan Pogram Pada Aplikasi Arduino IDE | 43 |
| Gambar : 4.13 Proses Pemeriksaan Kode Program Pada Arduino IDE | 44 |
| Gambar : 4.14 Proses Unggah Program Ke Arduino UNO | 45 |
| Gambar : 4.15 Proses Pengujian Akurasi Sensor Tegangan Dan Arus | 46 |

Gambar : 4.16 Proses Pengujian Akurasi Sensor Suhu Pada *Power Amplifier* ... 49

Gambar : 4.17 Proses Pengujian Keseluruhan 51

