



**PEMBUATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP  
SKALA RUMAH TANGGA BERBAHAN BAKAR SAMPAH PLASTIK**

**SKRIPSI**

**RAIHAN DWI NUGROHO**

**207005516015**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA  
UNIVERSITAS NASIONAL**

**JAKARTA**

**2024**



**MANUFACTURING OF STEAM POWER PLANTS  
HOUSEHOLD SCALE FUELED BY PLASTIC WASTE**

**THESIS**

**RAIHAN DWI NUGROHO**

**207005516015**

**FACULTY OF ENGINEERING AND SCIENCE  
PHYSICS ENGINEERING STUDY PROGRAM**

**UNIVERSITAS NASIONAL**

**JAKARTA**

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Raihan Dwi Nugroho

NPM : 207005516015

Tanda Tangan

Tanggal

12. Agustus 2024



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Raihan Dwi Nugroho  
NPM : 207005516015  
Program Studi : Teknik Fisika  
Judul Skripsi : Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Uap  
Skala Rumah Tangga Berbahan Bakar Sampah Plastik

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana. Pada Program Studi Teknik Fisika Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional

Dewan Penguji

Pembimbing I : Ir. Ajat Sudrajat, M.T, P.h.D. (  )  
Pembimbing II : Erna Kusuma Wati, S.Pd,Si., M.Sc. (  )  
Penguji I : Prof. Sunartoto Gunadi, M.Eng (  )  
Penguji II : Fitria Hidayanti, S.Si., M.Si (  )  
Penguji II : Fitri Rahmah, S.T., M.T. (  )

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Fisika



Erna Kusuma Wati, S.Pd,Si., M.Sc.

NID. 0108019011

Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal : 12 Agustus 2024



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Nasional saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Raihan Dwi Nugroho  
NPM : 207005516015  
Program Studi : Teknik Fisika  
Fakultas : Fakultas Teknik dan Sains

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“PEMBUATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP SKALA RUMAH  
TANGGA BERBAHAN BAKAR SAMPAH PLASTIK”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengaliskmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Di buat di : Jakarta  
Pada Tanggal : 12 Agustus 2024

Yang Menyatakan



**(Raihan Dwi Nugroho)**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa. Karena atas karunia, rahmat, izin dan kasih sayang-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Uap Skala Rumah Tangga Berbahan Bakar Sampah Plastik”**.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapat banyak bimbingan, dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih sebesar – besarnya kepada pihak – pihak yang telah membantu terlaksananya Tugas Akhir:


1. Bapak Dr. El Amry Bermawi Putera, M.A. Selaku Rektor Universitas Nasional.
2. Bapak Ir. Ruliyanto, ST., M.T., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains.
3. Bapak Basori, S.T., M.T. Selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik dan Sains.
4. Ibu Erna Kusuma Wati, S.Pd.Si., M.Sc. Selaku Ketua Program Studi Teknik Fisika sekaligus selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah banyak membantu dalam penelitian serta memberikan arahan dan nasihat kepada penulis dalam tata cara penulisan serta penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Ajat Sudrajat, S.T., M.T., Ph.D. Selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan pengarahan substansional dalam penyelesaian Tugas Akhir, memberikan pengetahuan secara teoritis, saran serta nasihat kepada penulis dalam penelitian ini.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Fisika yang telah membantu penulis dalam memberikan saran saat penulis mengerjakan tugas akhir serta staf-staf yang membantu dalam pelayanan administrasi selama penelitian.
7. Nur Syamsiah, M.Pd., dan Rudi Saptama Rudi, M.Pd. Selaku kedua orang tua penulis, Hj. Salamah selaku nenek penulis yang telah menghaturkan do'a dan memberi dukungan material, serta Syafni Widyoningrum, S.E. Selaku kakak penulis yang telah mendukung semua dari segi aspek moril maupun material untuk penulis.
8. Saudari, Agis Dwi Pratiwi, S.T., dan Keluarga yang telah membantu penulis dalam memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir



9. Bapak Zuhairi S.T., yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan rancang bangun alat sehingga alat dapat bekerja.
10. Keluarga Besar SDN Pancoran 08 Jakarta, yang telah membantu penulis untuk mengumpulkan sampel penelitian dan menghaturkan do'a untuk penulis.
11. Saudara Meby Sulaeman, Abdullah Hasan Dafa, Aryo Laksono, S.T., dan Ivan Satria Putra yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir.
12. Seluruh Rekan Himpunan Mahasiswa Teknik Fisika Universitas Nasional.
13. Seluruh Rekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional
14. Semua kerabat yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Akhir kata, laporan tugas akhir ini juga tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis tidak menutup diri terhadap saran dan kritik dari para pembaca yang bersifat membangun. Semoga dengan terlaksananya Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi banyak orang termasuk penulis sendiri dalam studi dan dapat menjadi referensi untuk penelitian – penelitian selanjutnya.

Jakarta, 12 Agustus 2024



Raihan Dwi Nugroho

## ABSTRAK

Nama : Raihan Dwi Nugroho  
Program Studi : Teknik Fisika  
Judul : Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Uap Skala Rumah Tangga Berbahan Bakar Sampah Plastik

Pembangkit listrik tenaga uap merupakan sistem pembangkit yang mengandalkan energi kinetik gerak uap untuk menghasilkan energi listrik. Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan pembangkit listrik tenaga uap skala rumah tangga berbahan bakar sampah plastik dengan melakukan pengujian massa 10 Kg, 15 Kg, dan 20 Kg pada sampah botol plastik beserta sampah plastik homogen. Pembakaran sampah plastik menghasilkan gas Karbon Monoksida CO yang kemudian akan melewati proses filter asap menggunakan air bertekanan pompa melewati *nozzle* air kabut, setelah itu dipantau penurunan kadar emisinya menggunakan sensor MQ-7. Penggunaan sampah plastik sebagai media bahan bakar pemanasan air yang terdapat di dalam boiler telah berhasil merubah wujud air menjadi uap bertekanan. Uap yang bertekanan tersebut kemudian digunakan untuk memutar turbin Uap tipe De Laval yang dipasangkan dengan Generator DC untuk menghasilkan listrik sebagai output penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat dan mengetahui kinerja setiap komponen pembangkit listrik tenaga uap skala rumah tangga serta melengkapinya dengan filter emisi. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu, listrik yang dihasilkan putaran generator dapat mengeluarkan output listrik AC yang dibantu menggunakan Inverter DC to AC 220 Volt. Daya tertinggi dihasilkan sebesar 0,659 watt pada pengujian hari pertama pada massa 10 Kg, daya terkecil dihasilkan 0,518 watt pada saat pengujian hari ketiga menggunakan massa sampah 20 Kg. Rrata-rata daya yang dihasilkan dalam 3 hari yaitu 0,564 Watt. Filter emisi telah menurunkan konsentrasi CO sebesar 41,612% - 51,156%. Daya tertinggi pada pengujian sampah homogen mencapai 0,656 Pada sampah homogen 20 Kg, dan penurunan emisi pada sampah homogen sebesar 37,1% - 46,9%.

**Kata Kunci:** Emisi, Filter, Pembakaran Plastik, PLTU, Listrik, Generator DC, Sampah, Turbin Uap De Laval.



## ABSTRACT

Name : Raihan Dwi Nugroho  
Study Program : Physics Engineering  
Title : Manufacture of Household Scale Steam Power  
Plant Fueled by Plastic Waste

Steam power plant is a generating system that relies on the kinetic energy of the motion of steam to produce electrical energy. In this research, a household-scale steam power plant fueled by plastic waste has been made. Burning plastic waste produces Carbon Monoxide CO gas which will then pass through a smoke filter process using pressurized water from a pump through a fog water nozzle, after which it is monitored for a decrease in its emission levels using an MQ-7 sensor. The use of plastic waste as a fuel medium for heating water in the boiler has succeeded in changing the form of water into pressurized steam. The pressurized steam is then used to rotate a De Laval type steam turbine coupled with a DC generator to produce electricity as an output of the research. This study aims to design, manufacture and determine the performance of each component of a household-scale steam power plant and equip it with an emission filter. The results obtained are that the electricity generated from the rotation of the generator can issue AC electricity output which is assisted using a 220 Volt DC to AC Inverter. The highest power was generated by 0.659 watts on the first day of testing on a mass of 10 kg, the smallest power was generated by 0.518 watts during the third day of testing using a mass of 20 kg of waste. The average power generated in 3 days is 0.564 Watts. The emission filter has reduced CO concentration by 41.612% - 51.156% when burning waste to heat water in the boiler.

**Keywords:** Emission, Filter, Plastic Combustion, PLTU, Electricity, DC Generator, Waste, De Laval Steam Turbine.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Tinjauan Literatur .....	6
2.2 Boiler .....	8
2.2.1 Boiler Pipa Api ( <i>Fire Tube Boiler</i> ) .....	9
2.2.2 Boiler Pipa Air ( <i>Water Tube Boiler</i> ) .....	10
2.3 Turbin Impuls .....	11
2.3.1 Jenis Turbin Impuls.....	11
2.4 Sampah .....	13

2.5 Pembakaran Sampah .....	14
2.6 Uap <i>Superheater</i> .....	15
2.7 Diagram Kalor .....	17
2.8 Siklus Rankine .....	20
2.9 Generator DC (Arus Searah) .....	22
2.10 Arduino Uno .....	23
2.11 Sensor MQ – 7 .....	26
2.12 <i>Inverter DC – to – AC</i> .....	28
2.13 Listrik .....	30
2.14 Analisis Regresi Linear .....	32
2.15 <i>Ball Valve</i> .....	34
2.16 <i>Pressure Gauge</i> .....	36
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>38</b>
3.1 Alur Penelitian .....	38
3.1.1 Tahapan Penelitian .....	39
3.1.2 Studi Literatur .....	39
3.1.3 Penulisan Proposal Penelitian .....	39
3.1.4 Persiapan Rancang Bangun Alat .....	39
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	39
3.2.1 Waktu Penelitian .....	39
3.2.2 Lokasi Penelitian .....	39
3.3 Perancangan Sistem dan Alat Keseluruhan .....	40
3.3.1 Rancang Bangun Alat .....	44
3.4 Persiapan Alat dan Bahan .....	57
3.4.1 Alat Penelitian .....	57
3.4.2 Bahan Penelitian .....	65



3.4.3 Software Penelitian.....	66
3.5 Pembuatan Alat.....	66
3.6 Pengujian Sensor .....	71
3.6.1 Pengujian <i>Pressure Gauge</i> .....	71
3.6.2 Pengujian Sensor MQ-7.....	74
3.6.3 Pengujian <i>Watt Meter</i> .....	75
3.7 Pengujian Sistem Performansi Alat.....	76
3.8 Pengambilan dan Pengolahan Data .....	77
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>79</b>
4.1 Hasil Pengujian Pengujian Sensor.....	79
4.1.1 Hasil Pengujian <i>Pressure Gauge</i> .....	79
4.1.2 Hasil Pengujian Sensor MQ-7 .....	84
4.1.3 Hasil Pengujian Watt Meter dengan Multimeter .....	85
4.2 Pengujian Performansi Alat.....	87
4.2.1 Data Pengujian Performansi Alat dengan Massa Sampah 10 Kg, 15 Kg, dan 20 Kg pada Hari ke-1 .....	88
4.2.2 Produksi Daya Pada Hari Ke-1.....	93
4.3 Data Pengujian Performansi Alat dengan Massa 10 Kg, 15Kg, dan 20 Kg pada Hari Ke-2 .....	94
4.3.1 Produksi Daya Rata-rata Pada Hari ke-2 .....	99
4.4 Data Pengujian Performansi Alat dengan Massa 10 Kg, 15 Kg, dan 20 Kg pada Hari Ke-3 .....	100
4.4.1 Produksi Daya Rata-rata yang dihasilkan pada Hari ke-3 .....	105
4.5 Produksi Daya Setiap Massa Dalam 3 Hari Pengujian .....	106
4.5.1 Produksi Daya Rata-rata yang Dihasilkan Selama 3 Hari .....	107
4.5.2 Data Pengamatan Filter Hari Pertama dengan Massa 10 Kg, 15 Kg, dan 20 Kg.....	108

4.5.3 Data Pengamatan Filter Hari Kedua dengan Massa 10 Kg, 15 Kg, dan 20 Kg.....	113
4.5.4 Data Pengujian Filter Hari Ke Tiga .....	118
4.6 Rata-rata Penurunan Konsentrasi Karbon Monoksida .....	123
4.7 Hasil Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu .....	125
4.8 Pengujian dengan Sampah Homogen.....	125
4.8.1 Pengujian dengan Massa Sampah Homogen 10 Kg .....	126
4.8.2 Hubungan Daya dengan Sampah Homogen .....	131
4.9 Pengujian Filter dengan sampah Homogen.....	131
4.9.1 Rata-rata Penurunan Emisi dan Presentase.....	136
<b>BAB 5 PENUTUP.....</b>	<b>140</b>
5.1 Kesimpulan.....	140
5.2 Saran.....	140
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>141</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>145</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis-jenis racun yang dihasilkan dalam pembakaran sampah plastik [14].	15
Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Uno	26
Tabel 2. 3 Spesifikasi Modul Sensor MQ-7 [31].	28
Tabel 3. 1 Alokasi pin Arduino	56
Tabel 3. 2 Daftar Komponen Alat Penelitian	57
Tabel 3. 3 Daftar Bahan Penelitian	65
Tabel 3. 4 Pengujian Pressure Gauge dengan Manometer (Kenaikan)	72
Tabel 3. 5 Pengujian Pressure Gauge dengan Manometer (Penurunan Tekanan)	73
Tabel 3. 6 Pengujian Sensor MQ-7 dengan CO Meter	74
Tabel 3. 7 Pengujian Watt Meter dengan Multimeter	75
Tabel 3. 8 Data Pengujian Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Uap	77
Tabel 3. 9 Data Pengujian Sistem Filter Emisi pada Penurunan Karbon Monoksida (CO) (ppm)	77
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Pressure Gauge Pada saat Kenaikan	80
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Pressure Gauge dengan Manometer pada saat Penurunan Tekanan.	82
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor MQ-7 dengan CO Meter.	84
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Watt Meter dengan Multimeter.	86
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengamatan Pada Massa 10 Kg	88
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengamatan Pada Massa 15 Kg	89
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengamatan Pada Massa 20 Kg	91
Tabel 4. 8 Daya rata-rata yang dihasilkan pada Pengujian Hari Ke-1	93
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengamatan Pada Massa 10 Kg	94
Tabel 4. 10 Data Hasil Pengamatan Pada Massa 15 Kg	95
Tabel 4. 11 Data Hasil Pengamatan Pada Massa 20 Kg	97
Tabel 4. 12 Daya rata-rata yang dihasilkan pada Pengujian Hari Ke-2	99
Tabel 4. 13 Data Hasil Pengamatan Pada Massa 10 Kg	100
Tabel 4. 14 Data Hasil Pengamatan Pada Massa 15 Kg	101
Tabel 4. 15 Data Hasil Pengamatan Pada Massa 20 Kg	103
Tabel 4. 16 Daya rata-rata yang dihasilkan pada Pengujian Hari Ke-3	106



Tabel 4. 17 Variasi Massa Kilogram Terhadap Daya yang Dihasilkan .....	107
Tabel 4. 18 Produksi Daya Rata-rata yang dihasilkan selama 3 hari .....	107
Tabel 4. 19 Data Pengamatan Filter Hari ke-1, Massa 10 Kg .....	108
Tabel 4. 20 Data Pengamatan Filter Hari ke 1, Massa 15 Kg .....	109
Tabel 4. 21 Data Pengamatan Filter Hari ke 1, Massa 20 Kg .....	111
Tabel 4. 22 Data Pengamatan Filter Hari ke-2, Massa 10 Kg.....	113
Tabel 4. 23 Data Pengamatan Filter Hari ke 2, Massa 15 Kg .....	114
Tabel 4. 24 Data Pengamatan Filter Hari ke 2, Massa 20 Kg .....	116
Tabel 4. 25 Data Pengamatan Filter Hari ke 3, Massa 10 Kg .....	118
Tabel 4. 26 Data Pengamatan Filter Hari ke 3, Massa 15 Kg .....	119
Tabel 4. 27 Data Pengamatan Filter Hari ke 3, Massa 20 Kg .....	121
Tabel 4. 28 Rata-rata Penurunan Konsentrasi Karbon Monoksida dalam 3 hari	123
Tabel 4. 29 Pengujian Sampah Homogen Massa 10 Kg .....	126
Tabel 4. 30 Tabel Pengujian Sampah Homogen Massa 15 Kg .....	127
Tabel 4. 31 Pengujian Sampah Homogen Massa 20 Kg .....	128
Tabel 4. 32 Tabel Pengujian Filter Sampah Homogen Massa 10 Kg.....	131
Tabel 4. 33 Pengujian Sampah Homogen Massa 15 Kg .....	132
Tabel 4. 34 Tabel Pengujian Sampah Plastik Homogen Massa 20 Kg .....	134
Tabel 4. 35 Rata-rata Penurunan Emisi Sampah Homogen .....	136
Tabel 4. 36 Presentase Penurunan Emisi Pada Sampah Homogen .....	138



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Boiler Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap [9].....	9
Gambar 2. 2 Boiler tipe Pipa Api [11]. .....	10
Gambar 2. 3 Boiler tipe Pipa Air [11]. .....	10
Gambar 2. 4 Turbin Uap Impuls [4].....	11
Gambar 2. 5 Proses Uap Superheater [17].....	17
Gambar 2. 6 Diagram Siklus Kalor [20]. .....	19
Gambar 2. 7 Siklus Rankine [20].....	20
Gambar 2. 8 Komponen Siklus Rankine Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap [22]. .....	21
Gambar 2. 9 Generator DC .....	23
Gambar 2. 10 Modul Mikrokontroler Arduino Uno [28].....	25
Gambar 2. 11 Skematik Wiring Arduino Uno [28]. .....	25
Gambar 2. 12 Modul Sensor MQ-7 [30].....	27
Gambar 2. 13 Skematik Modul Sensor MQ-7 [30]. .....	28
Gambar 2. 14 Skematik Rangkaian Inverter DC to AC [33]. .....	30
Gambar 2. 15 Bagian-bagian dari Ball Valve [39].....	36
Gambar 2. 16 Bagian-bagian dari Pressure Gauge [42].....	37
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	38
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap dan Filter Emisi .....	41
Gambar 3. 3 Rancangan Skematik Alat dalam Representasi Piping and Instrument Diagram (P&ID) Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	44
Gambar 3. 4 Desain Pembangkit Listrik Tenaga Uap dengan Filter secara keseluruhan .....	45
Gambar 3. 5 Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	46
Gambar 3. 6 Desain Tampak Dalam Pada Drum Pembakaran beserta Boiler. ....	47
Gambar 3. 7 Desain Pipa Utama atau Safety Line dan Boiler .....	48
Gambar 3. 8 Desain Tubing Superheater.....	49
Gambar 3. 9 Final Tubing .....	50
Gambar 3. 10 Komponen Penggerak Pembangkit Listrik Tenaga Uap .....	51
Gambar 3. 11 Desain Turbin De Laval .....	52

Gambar 3. 12 Desain Sistem Filter Emisi.....	53
Gambar 3. 13 Skematik Rangkaian Elektronik Filter Emisi.....	54
Gambar 3. 14 Wiring Diagram Komponen Filter Emisi .....	55
Gambar 3. 15 Skematik Rangkaian Elektronika Produksi Listrik .....	56
Gambar 3. 16 Drum Pembakaran.....	67
Gambar 3. 17 Desain Tubing Superheater dan Boiler .....	67
Gambar 3. 18 Pemasangan dan Perakitan Komponen .....	68
Gambar 3. 19 Pemasangan Cerobong Filter dan Komponen Penggerak Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	69
Gambar 3. 20 Peletakkan Komponen Filter Emisi.....	69
Gambar 3. 21 Panel Box Produksi Listrik .....	70
Gambar 3. 22 Panel Box Sensor .....	70
Gambar 4. 1 Grafik Regeresi Linear Pengujian Pressure Gauge dengan Manometer pada saat Kenaikan Tekanan. ....	81
Gambar 4. 2 Grafik Regresi Linear Pengujian Pressure Gauge pada saat Penurunan Tekanan .....	83
Gambar 4. 3 Grafik Regresi Linear Pengujian Sensor MQ-7 dengan CO meter. .	85
Gambar 4. 4 Grafik Regresi Linear Pengujian Watt Meter dengan Multimeter ...	87
Gambar 4. 5 Grafik Daya Rata-rata yang Dihasilkan Pada Hari Ke-1 .....	94
Gambar 4. 6 Grafik Daya Rata-rata yang Dihasilkan Pada Hari Ke-2 .....	100
Gambar 4. 7 Grafik Daya Rata-rata yang Dihasilkan Pada Hari Ke-3 .....	106
Gambar 4. 8 Grafik Produksi Daya yang Dihasilkan Setiap Variasi Massa .....	107
Gambar 4. 9 Grafik Produksi Daya Rata-rata yang dihasilkan Selama 3 hari....	108
Gambar 4. 10 Diagram Penurunan Konsentrasi Karbon Monoksida pada Filter Emisi .....	124
Gambar 4. 11 Diagram Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu. ....	125
Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Daya dengan Produksi Sampah Homogen.....	131
Gambar 4. 13 Grafik Rata-rata Penurunan Emisi Sampah Homogen.....	137
Gambar 4. 14 Grafik Presentase Penurunan Emisi Pada Sampah Homogen.....	139