



**Perbandingan Efisiensi Daya Pada *Solar Charge Controller* Menggunakan
Maximum Power Point Tracking (MPPT) Dengan Metode Algoritma
Adaptive Neuro-Fuzzy Interence System (ANFIS) dan *Incremental
Conductance* Berbasis IOT**

Laporan Tugas Akhir
Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan
Program Studi Diploma IV Teknik Listrik Industri

Disusun Oleh:

Hafizh Prasetyo Utomo

NIM. 40040619650074

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Perbandingan Efisiensi Daya Pada Solar Charge Controller Menggunakan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) Dengan Metode *Algoritma Adaptive Neuro-Fuzzy Interence System* (ANFIS) dan *Incremental Conduct* Berbasis IOT

Diajukan Oleh :

Hafizh Prasetyo Utomo

NIM. 40040619650074

Dosen Pembimbing Tugas Akhir,



Arkhan Subari, ST,M.Kom

NIP.197710012001121002

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik
Listrik Industri Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro,



Arkhan Subari, ST,M.Kom

NIP.197710012001121002

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**Perbandingan Efisiensi Daya Pada *Solar Charge Controller* Menggunakan
Maximum Power Point Tracking (MPPT) Dengan Metode Algoritma
Adaptive Neuro-Fuzzy Interence System (ANFIS) dan *Incremental Conduct*
Berbasis IOT**

Diajukan oleh : Hafizh Prasetyo Utomo
NIM : 40040619650074

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal:

Hari : Rabu

Tanggal : 13 Desember 2023

Penguji I



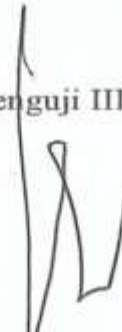
Drs. Eko Ariyanto, M.T
NIP. 196004051986021001

Penguji II



Ir. H. Saiful Manan, M.T
NIP.196104221987031001

Penguji III



Arkhan Subari, ST,M.Kom
NIP. 197710012001121002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknik
Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, ST,M.Kom
NIP.197710012001121002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hafizh Prasetio Utomo

NIM : 40040619650074

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Judul Tugas Akhir : **Perbandingan Efisiensi Daya Pada *Solar Charge Controller* Menggunakan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) Dengan Metode Algoritma *Adaptive Neuro-Fuzzy Interence System* (ANFIS) dan *Incremental Conduct***

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 tahun 2010 dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 27 Desember 2023



Hafizh Prasetio Utomo

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tak lepas dari dukungan seluruh pihak. Sehingga Tugas Akhir ini penyusun persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua penyusun yaitu Bapak Siwi dan Ibu Munawaroh yang selalu memberikan dukungan serta doa selama penyusun menimba ilmu di Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom., selaku dosen pembimbing dan ketua program studi atas bimbingan dan arahnya dalam pembuatan serta penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen beserta karyawan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri yang telah memberikan ilmu yang berharga kepada penyusun.
4. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Teman-teman Program Studi Teknik Listrik Industri Angkatan 2019 yang telah banyak membantu penyusun selama ini.
6. Kepada seluruh pihak yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu.

KATA PENGANTAR

Segala puji kepada Allah yang telah melimpahkan berkah dan rahmat- Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir di PT Saptaindra Sejati Adaro Services dengan judul “ Perbandingan Efisiensi Daya Pada *Solar Charge Controller* Menggunakan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) Dengan Metode Algoritma *Adaptive Neuro-Fuzzy Interence System* (ANFIS) dan *Incremental Conductance*” Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada Program Studi STr Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini penyusun banyak mengalami kesulitan dan hambatan baik yang bersifat teknis maupun non teknis. Oleh karena itu, penyusun bersyukur kepada Allah SWT dan penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak yang telah mendukung dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, diantaranya :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan doa dan semangat kepada penyusun dalam menyelesaikan laporan ini.
2. Untuk kakak-kakak dan adik yang telah memberikan n dan doanya serta seluruh keluarga yang memberi motivasi serta dukungan baik secara moral ataupun materil
3. Prof Dr. Ir. Budiyono, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Arkhan Subari, ST, M.Kom, selaku dosen pembimbing dan Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, serta selaku dosen pembimbing yang penuh dengan rasa tanggung jawab memberikan bimbingan serta petunjuk untuk penulis agar dapat menyelesaikan laporan kerja praktik ini
5. Bapak Yuniarto, S.T., M.T., selaku Dosen Wali penyusun yang telah membimbing dan memberi ilmu dengan sangat baik.

6. Semua Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Program Studi STr Teknik Listrik Industri yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penyusun .
7. Serta seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Laporan Praktek Kerja ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan Laporan Kerja Praktik ini,

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Manfaat Tugas Akhir	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistemaktika Penyusunan Tugas Akhir	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 MPPT (<i>Maximum Power Point Tracking</i>).....	7
2.2.2 <i>Adaptive Neuro-Fuzzy Interfance System (ANFIS)</i>	9
2.2.2.1 Efisiensi Daya ANFIS.....	11
2.2.3 <i>Incremental Conduct (InC)</i>	12
2.2.3.1 Efisiensi Daya Incremental Conductance	15
2.2.4 Panel Surya	15
2.2.4.1 Karakteristik Panel Surya	16
2.2.4.2 Rangkaian Ekuivalen Panel Surya	17

2.2.5	MOSFET.....	20
2.2.6	IGBT.....	22
2.2.7	Sensor INA 219.....	24
2.2.8	Baterai.....	26
2.2.8.1	Prinsip Kerja Baterai.....	26
2.2.8.2	Kapasitas Baterai.....	27
2.2.8.3	<i>State of Charge</i>	28
2.2.9.1	Input dan Output (I/O).....	31
2.2.10	<i>Buck-Boost Converter</i>	32
2.2.11	LCD 20x4 I2C.....	36
2.2.12	LM2596 DC-DC <i>Step Down Module</i>	37
BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR.....		39
3.1	Prosedur Pembuatan Tugas Akhir.....	39
3.1.1	Blok Diagram System.....	39
3.2	Cara Kerja Tiap Blok.....	39
3.2.1	<i>Input</i>	40
3.2.2	Proses.....	40
3.2.3	<i>Output</i>	40
3.2.4	Pemodelan Mikrokontroler ESP32.....	40
3.2.5	Diagram Blok MPPT ANFIS.....	41
3.2.6	Perancangan ANFIS.....	42
3.2.7	Perancangan <i>Incremental Conductance</i>	44
3.2.8	Perancangan <i>Buck-Boost Converter</i>	45
3.2.9	Desain Schematic <i>Buck-Boost Converter</i>	46
3.3	Jenis dan Sumber Data.....	46
3.3.1	Jenis Data.....	46
3.3.2	Sumber Data.....	46
3.4	Prosedur Pengumpulan Data.....	47
3.5	Pengujian dan Analisa.....	48
BAB IV PEMBUATAN ALAT.....		51
4.1	Pembuatan Perangkat Lunak (Software).....	51
4.1.1	Simulasi Program Matlab.....	51

4.1.1.1	Rancangan Simulasi MPPT berbasis ANFIS.....	51
4.1.1.2	Rancangan Simulasi MPPT Berbasis <i>Incremental Conductance</i>	58
4.1.2	Pembuatan Program Arduino IDE untuk MPPT	60
4.1.3	Perangkat Lunak (Software) Blynk	62
4.2	Realisasi Perangkat Keras (Hardware)	63
4.2.1	Pembuatan PCB	67
4.2.2	Proses Pemasangan Komponen pada Box	69
BAB V	PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT.....	70
5.1	Prosedur Pengukuran dan Pengujian	70
5.2	Pengujian dan Analisa Alat.....	70
5.2.1	Pengukuran dan Pengujian Sensor INA219.....	71
5.2.2	Pengujian Konverter Buck-Boost	74
5.2.3	Simulasi MPPT berbasis ANFIS dan <i>Incremental Conductance</i>	75
5.2.4	Pengujian MPPT Menggunakan Reflektor Cahaya Lampu.....	78
5.2.5	Pengujian MPPT Charging Kontrol Menggunakan ANFIS dan <i>Incremental Conductance</i> Sumber Cahaya Matahari	85
5.2.6	Perbandingan Efisiensi Daya <i>Output</i> ANFIS dan <i>Incremental Conductance</i>	88
BAB VI	PENUTUP	90
6.1	Kesimpulan	90
6.2	Saran	91
	DAFTAR PUSTAKA	92
	LAMPIRAN.....	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2- 1 Tabel Pin Deskripsi.....	22
Tabel 2- 2 Tabel spesifikasi.....	22
Tabel 2- 3 Pin Deskripsi INA219.....	26
Tabel 2- 4 Spesifikasi ESP32.....	30
Tabel 4- 1 Spesifikasi Solar Panel.....	63
Tabel 4- 2 Spesifikasi Sensor INA219.....	64
Tabel 4- 3 Spesifikasi Buck-Boost Konverter.....	65
Tabel 4- 4 Spesifikasi ESP 32.....	65
Tabel 4- 5 Alat dan Bahan Pembuatan.....	66
Tabel 5- 1 Pengukuran dan Pengujian Sensor Arus INA219.....	71
Tabel 5- 2 Pengukuran dan Pengujian Sensor Tegangan INA219.....	72
Tabel 5- 3 Pengujian Buck-Boost Konverter.....	74
Tabel 5- 4 Simulasi MPPT berbasis ANFIS dan Incremental Conduct.....	76
Tabel 5- 5 Pengujian ANFIS Menggunakan Cahaya Lampu.....	79
Tabel 5- 6 Pengujian Incremental Conductance Menggunakan Cahaya Lampu .	82
Tabel 5- 7 Pengujian MPPT Charging Kontrol Menggunakan ANFIS dan Incremental Conductance.....	86
Tabel 5- 8 Perbandingan Efisiensi Daya Output ANFIS dan Incremental Conduct.....	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) MPPT ANFIS (b) MPPT Incremental Conductance	8
Gambar 2. 2 Struktur Jaringan ANFIS ^[7]	9
Gambar 2. 3 Algoritma Incremental Conductance	14
Gambar 2. 4 Panel Surya	16
Gambar 2. 5 Grafik karakteristik panel surya ^[16]	17
Gambar 2. 6 Rangkaian ekuivalen panel surya ^[17]	18
Gambar 2. 7 Pengaruh radiasi terhadap ISC pada suhu konstan ^[1]	20
Gambar 2. 8 Pengaruh suhu terhadap VOC pada radiasi konstan ^[1]	20
Gambar 2. 9 IGBT ^[14]	23
Gambar 2. 10 Konfigurasi Pin INA 219 ^[3]	25
Gambar 2. 11 Baterai	26
Gambar 2. 12 Proses pengisian dan pengosongan baterai ^[19]	27
Gambar 2. 13 SOC Baterai ^[19]	29
Gambar 2. 14 ESP 32 ^[11]	29
Gambar 2. 15 Buck-Boost Converter ^[4]	33
Gambar 2. 16 Buck-Boost Analisa Tertutup	35
Gambar 2. 17 Buck-Boost Analisa Terbuka	36
Gambar 2. 18 LCD 20x4 I2C	37
Gambar 2. 19 LM259 DC-DC Step Down	37
Gambar 3. 1 Blok Diagram System	39
Gambar 3. 2 Pemodelan Mikrokontroller ESP32	41
Gambar 3. 3 Diagram Blok MPPT ANFIS	42
Gambar 3. 4 Diagram Alir ANFIS	43
Gambar 3. 5 Flowchart Cara Kerja Incremental Conductance	44
Gambar 3. 6 Buck-Boost Converter	45
Gambar 3. 7 Desain Buck-Boost Converter	46
Gambar 3. 8 Flowchart Pengujian Alat	48
Gambar 4. 1 Data Gathering ANFIS	52
Gambar 4. 2 Data Training ANFIS	53
Gambar 4. 3 Struktur ANFIS	53
Gambar 4. 4 Fungsi Keanggotaan Input Voltage	54
Gambar 4. 5 Fungsi Keanggotaan Input Current	55
Gambar 4. 6 Fungsi Keanggotaan Output Duty Cycle	56
Gambar 4. 7 Pemodelan Rangkaian ANFIS	57
Gambar 4. 8 Rule dan Surface ANFIS	58
Gambar 4. 9 Algoritma Incremental Conductance MATLAB	59
Gambar 4. 10 Pemodelan Incremental Conductance	60
Gambar 4. 11 Program Arduino	60
Gambar 4. 12 Pengecekan Port ESP32	61
Gambar 4. 13 Proses Verify Program	61

Gambar 4. 14 Pembuatan Desain PCB.....	68
Gambar 4. 15 Proses Solder PCB.....	68
Gambar 4. 16 Proses Pemasangan Komponen	69
Gambar 4. 17 Proses Pemasangan Komponen Pada Box.....	69
Gambar 5. 1 Grafik Kalibrasi Sensor Arus.....	72
Gambar 5. 2 Grafik Kalibrasi Sensor Tegangan.....	73

ABSTRAK

Panel surya merupakan salah satu teknologi energi terbarukan yang dapat mengubah energi dari sinar matahari menjadi energi listrik. Panel surya terusun dari kumpulan sel surya yang ditata sedemikian rupa agar efektif dalam menyerap sinar matahari. Panel surya menjadi energi terbarukan yang mudah didapatkan dan gratis, namun efisiensi dari panel surya masih tergolong rendah. *Peralatan MPPT Solar Charge Controller* dibuat untuk memaksimalkan daya keluaran dari panel surya dan mengatur kondisi baterai agar tidak mengalami overcharging. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan antara *metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)* dan *metode Incremental Conduct* menggunakan boost converter dalam memperoleh *output* maksimum dari tegangan, arus dan daya menggunakan modul MPPT. Simulasi alat dilakukan dengan menggunakan sumber cahaya matahari dan menggunakan cahaya lampu. Selain itu MPPT ini di Integrasikan dengan kontrol IOT menggunakan mikrokontroler ESP 32 untuk kontrol jarak jauh

Kata Kunci : Panel Surya, MPPT, ANFIS, Incremental Conduct, ESP 32, IOT

ABSTRACT

Solar panels are a renewable energy technology that can convert energy from sunlight into electrical energy. Solar panels are composed of a collection of solar cells arranged in such a way that they are effective in absorbing sunlight. Solar panels are renewable energy that is easy to obtain and free, but the efficiency of solar panels is still relatively low. MPPT Solar Charge Controller equipment is made to maximize the output power from solar panels and regulate the condition of the battery so that it does not experience overcharging. This research aims to compare the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) method and the Incremental Conduct method using a boost converter to obtain maximum output of voltage, current and power using the MPPT module. The tool simulation is carried out using a sunlight source and using lamp light. Apart from that, this MPPT is integrated with IoT control using an ESP 32 microcontroller for remote control

Keywords: Solar Panel, MPPT, ANFIS, Incremental Conduct, ESP 32, IOT

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan energi surya sebagai energi terbarukan sudah semakin banyak digunakan, energi surya menghasilkan energi ramah lingkungan dengan mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik menggunakan panel surya. Daya listrik yang dihasilkan panel surya bergantung pada besarnya intensitas cahaya matahari dan suhu kerja panel surya. Pada PLTS terdapat modul fotovoltaik sebagai perangkat utama untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik. Salah satu kendala utama pada PLTS yaitu efisiensi konversi modul fotovoltaik yang masih cukup rendah sehingga dibutuhkan *Solar Charger Controller* dengan teknologi *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), diharapkan daya *output* modul fotovoltaik dapat mengisi baterai secara maksimal.

Untuk saat ini sistem panel surya dilengkapi dengan baterai sebagai penyimpan energi cadangan yang diisi saat intensitas matahari tinggi dan digunakan untuk menyuplai beban saat malam hari, untuk itu dibutuhkan sebuah sistem kontrol pengisian baterai yang dikombinasikan dengan MPPT agar daya yang dihasilkan panel surya secara maksimal dapat digunakan untuk mengisi baterai. Konverter DC-DC digunakan untuk menghubungkan modul fotovoltaik dengan beban. MPPT akan melakukan variasi *duty cycle* pada konverter DC-DC agar modul fotovoltaik bekerja pada kondisi MPP sedemikian rupa sehingga daya optimum dapat dihantarkan menuju beban.

Ada dua macam jenis metode MPPT secara umum, yaitu MPPT konvensional dan MPPT soft-computing. Metode MPPT konvensional adalah metode MPPT yang memiliki perhitungan yang sangat sederhana dan tanpa suatu pemodelan terlebih dahulu. Beberapa contoh metode konvensional adalah *Perturbation and Observation* (P&O), *Incremental Conductance*. MPPT tersebut bekerja berdasarkan perubahan nilai tegangan, arus, serta daya yang dihasilkan dan perubahannya tergantung dari masing-masing sifat algoritma. Ketiga metode

MPPT tersebut tidak memiliki pemodelan untuk proses komputasinya sehingga masih dikategorikan dalam metode MPPT konvensional.

Metode MPPT soft-computing merupakan metode MPPT yang memiliki komputasi berdasarkan pemodelan. Beberapa contohnya adalah algoritma Firefly, Grey Wolf Optimization, Fuzzy Logic, Algoritma Genetika, dan Artificial Neural Network (ANN). Firefly, dan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) merupakan tiga metode soft-computing yang pemodelan matematika berdasarkan kebiasaan dari perilaku makhluk hidup. Sehingga bentuk pemodelannya lebih rumit dan respon awal yang dihasilkan juga nilainya berubah secara cepat dan bisa signifikan [13]. kecerdasan buatan hybrid dengan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dan metode konvensional yaitu Incremental Conduct. Penelitian ini dibuat untuk membuktikan algoritma mana yang lebih baik untuk optimalisasi daya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut permasalahan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana memaksimalkan daya yang dihasilkan Solar Panel?
2. Bagaimana cara memudahkan memantau *Output* Solar Panel PLTS menggunakan metode IOT
3. Bagaimana hasil perbandingan daya pengisian baterai antara MPPT dengan menggunakan Algoritma *Neuro Fuzzy Interence System* (ANFIS) dan Incremental Conduct

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui cara memaksimalkan daya dihasilkan Solar Panel
2. Memudahkan memantau *Output* Solar Panel pada PLTS
3. Mengetahui hasil perbandingan daya pengisian baterai menggunakan MPPT dengan Algoritma *Neuro Fuzzy Interence System* (ANFIS) dan Incremental Conduct

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Bagi Penulis

1. Menerapkan ilmu dan teori yang didapatkan selama menempuh kuliah
2. Agar memahami prinsip kerja MPPT sebagai pengoptimalan daya PLTS

Bagi Pembaca

1. Dapat menjadi informasi dan referensi bacaan khususnya untuk mahasiswa Teknik Listrik Industri yang sedang menyusun Tugas Akhir dengan pokok permasalahan yang sama.

1.5 Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir ini tidak keluar dari pembahasan, maka masalah dibatasi sebagai berikut :

1. Prinsip Kerja MPPT berbasis ESP32
2. Prinsip kerja modul ESP8266 dan *Buck-Boost Converter*
3. Prinsip Kerja algoritma Algoritma *Neuro Fuzzy Interence System* (ANFIS) dan *Incremental Conduct*

1.6 Sistematika Penyusunan Tugas Akhir

Dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini penulis menggunakan sistematika sebagai berikut :

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PERSEMBAHAN

KATA PENGANTAR

ABSTRAK

DAFTAR ISI**DAFTAR TABEL****DAFTAR GAMBAR****BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian serta Pembatasan Masalah.

BAB II : LANDASAN TEORI

Berisi tentang tinjauan Pustaka, dasar teori dan metode penelitian.

BAB III : PERANCANGAN TUGAS AKHIR

Berisi tentang prosedur pembuatan tugas akhir, urutan kerja dan ilustrasi, cara kerja alat, Skematik diagram alat serta jadwal pembuatan dan penyusunan tugas akhir.

BAB IV : PEMBUATAN ALAT

Berisi tentang perencanaan pembuatan alat, alat dan bahan pembuatan, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Berisi tentang hasil pengukuran dan pengujian analisis alat.

BAB VI PENUTUP

Berisi kesimpulan tugas akhir dan saran.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**