

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN *OIL CIRCULATION SYSTEM* SEBAGAI
PROTEKSI PANAS BERLEBIH PADA
INDUKTOR TOROID**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapat Gelar Sarjana
Program Sastra-1 Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

ARIADI

1607220068



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2022

ABSTRAK

Pada saat ini dunia mengalami krisis energi konvensional dikarenakan banyaknya populasi manusia dibanding dengan pemasukan energi yang disediakan. Dikarenakan penyediaannya yang mulai langka, harga energi konvensional terbilang mahal. Tetapi untuk mencukupi kebutuhan penduduknya, beberapa negara harus import energi dari negara lain walaupun dengan harga yang mahal, salah satunya negara Indonesia. Energi alam terbarukan seperti energi angin dan matahari sangat berlimpah di Indonesia dengan iklim tropis yang memiliki kawasan luas dan laut yang mengelilinginya. Karena energi listrik kini telah menjadi kebutuhan primer, maka diharuskan bisa melayani beban secara kontinyu. Sistem *inverter* merupakan perangkat yang umum digunakan pada sistem jaringan listrik *hybrid*. Bukan tanpa maksud tujuan, penggunaan yang praktis, efisien, dan mudah sudah tentu menjadi nilai plus untuk dijadikan sistem penyuplai jaringan listrik. Sistem penaik tegangan semakin dewasa akan beragam jenis nya. Baik yang menggunakan sistem PWM (*Pulse Wave Modulation*) maupun PSW (*Pure Sine Wave*). Penggunaan gelombang PSW memerlukan banyak sekali perangkat untuk mengubah gelombang digital menjadi bentuk sinus murni salah satunya ialah inductor toroid. Namun, efek arus yang besar menyebabkan inti toroid memanas dan harus dilakukan proteksi untuk meredam panas tersebut yaitu dengan *oil circulation system*.

Kata kunci: inverter, pure sine wave, oil circulation system.

ABSTRACT

At this time the world is experiencing an energy crisis because of the large human population compared to the energy input provided. Due to its scarce supply, the price of conventional energy is quite expensive. However, to meet the needs of the population, several countries have to import energy from other countries even at high prices, one of which is Indonesia. Renewable natural energy such as wind and solar energy is very abundant in Indonesia with a tropical climate with a large area and the sea that surrounds it. Because electrical energy has now become a primary need, it is required to be able to serve the load continuously. The inverter system is a device commonly used in hybrid power grid systems. Not without purpose, the use of which is practical, efficient, and of course a plus to be used as an electricity network supply system. As the voltage riser system matures, there will be various types. Both use PWM (Pulse Wave Modulation) and PSW (Pure Sine Wave) systems. The use of PSW waves requires a lot of devices to convert digital waves into pure sine form, one of which is a keroid inductor. However, the effect of a large current causes the toroid core to heat up and must be protected to be considered hot, namely by an oil circulation system.

Keywords: inverter, pure sine wave, oil circulation system.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Perancangan Oil Sirculation System Sebagai Proteksi Panas Berlebih Pada Induktor Toroid**” dengan lancar. Shalawat berangkaikan salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW yang mana beliau adalah suri tauladan bagi kita semua yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tugas akhir ini tidak mungkin tersusun dengan baik dan benar tanpa adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT dengan segala Rahmat serta karunianya yang memberikan kekuatan, pengetahuan, serta kesehatan pada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua penulis, yakni Alm. Ayahanda Subaktiono dan Almh. Ibunda Painem yang sangat penulis cintai tanpa lelah mengasuh, mendidik, dan membimbing semoga surga tempat mereka berpulang kini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T, Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., S.Pd., M.T, Ketua Program Studi S-1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

5. Ibu Elvy Sahnur S.T.,M.Pd, Ketua Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Noorly Evalina S.T.,M.T, Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Staf Pengajar/Pegawai Program Studi Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara..
8. Teman-teman seperjuangan penulis dari S-1 Fatek Elektro UMSU stambuk 2016. Terkhusus kepada Ridho Ananda, Muhammad Aslam Ridho Effendy, Heri Setiadi, Agung Tajali Ramadhan, Muhammad Ardiansyah, Wira Agus Lexmana, dan Andre Dwicahyo terimakasih telah menjadi teman terbaik bagi Penulis.
9. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, 10 Januari 2022

Penulis,

Ariadi
1607220068

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

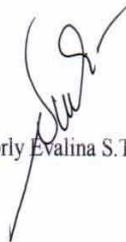
Nama : Ariadi
NPM : 1607220068
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perancangan *Oil Circulation System* Sebagai Proteksi
Panas Berlebih Pada Induktor Toroid
Bidang Ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 14 November 2022

Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Pembimbing



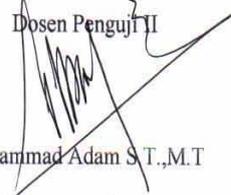
Noorly Evalina S.T.,M.T

Dosen Penguji I



Elvy Sahnur Nasution S.T.,M.Pd

Dosen Penguji II



Muhammad Adam S.T.,M.T

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Faisal Irsan Pasaribu, S.T.,M

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	13
1.1. Latar Belakang	13
1.2. Rumusan Masalah	15
1.3. Tujuan Penelitian.....	15
1.4. Batasan Masalah.....	15
1.5. Manfaat Penelitian.....	16
1.6. Metodologi Penelitian	16
1.7. Sistematik Penulisan	17
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan	18
2.2. Landasan Teori	20
2.2.1. Pengertian Transformator	20
2.2.2. Induktor Toroid	24
2.2.3. Arduino	28
2.2.4. Sensor Ketinggian (<i>level</i>) air.....	31
2.2.5. Sensor Suhu IC LM35.....	32
2.2.6. Liquid Crystal Display (LCD)	34
2.2.7. Modul Relay DC 5 volt	35

2.2.8.	Boost Converter	36
2.2.9.	Radiator (<i>coolant</i>) air	36
2.2.10.	<i>Fan</i> DC 12 volt	37
2.2.11.	Pompa DC	38
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		40
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	40
3.2.	Alat dan Bahan	40
3.2.1.	Alat	40
3.2.2.	Bahan	41
3.3.	Prosedur Penelitian.....	41
3.4.	Analisis Kebutuhan Alat dan Sistem.....	43
3.5.	Perancangan Sistem.....	43
3.6.	Perancangan <i>Software</i>	44
3.7.	Perancangan <i>Hardware</i>	45
3.8.	Perancangan Program.....	48
3.9.	Flowchart Sistem.....	51
BAB 4 HASIL DAN ANALISA		52
4.1	Hasil Perancangan Alat	52
4.2	Hasil Pengujian Alat.....	53
4.2.1.	Pengujian rangkaian Arduino dengan Sensor LM35	53

4.2.2.	Pengujian rangkaian Arduino dengan Relay.....	54
4.2.3.	Pengujian rangkaian Arduinio dengan Pompa DC	55
4.2.4.	Pengujian rangkaian arduino dengan kipas DC	55
4.2.5.	Pengujian Ketika Toroid Berada pada Beban Puncak	56
BAB 5	PENUTUP	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Transformator (Kodoati et al., 2015).....	20
Gambar 2. 2 Prinsip kerja transformator (Kodoati et al., 2015).....	21
Gambar 2. 3 Inductor Toroid (Gunarta., 2011).	24
Gambar 2. 4 Induktansi toroid (Gunarta., 2011)	25
Gambar 2. 5 Induktor terhubung dengan sumber tegangan DC	28
Gambar 2. 6 Induktor terhubung dengan sumber tegangan AC (Fuadi et al., 2014).....	28
Gambar 2. 7 Arduino Uno (Bramantyo & Arsana., 2019)	29
Gambar 2. 8 Sensor ketinggian air (Hidayat & Nasution., 2014)	31
Gambar 2. 9 Jenis-jenis IC LM35 (Asih et al., 2018).....	34
Gambar 2. 10 Liquid Crystal Display (Suhadi et al., 2019)	34
Gambar 2. 11 Modul Relay 5 VDC (Rachmatullah et al., 2018).	35
Gambar 2. 12 Boost Converter	36
Gambar 2. 14 Radiator <i>Coolant</i> (Murti, 2012).....	37
Gambar 2. 15 Fan DC 12 volt.....	38
Gambar 2. 16 Pompa DC (Yana et al., 2017).....	39
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	42
Gambar 3. 2 Blok diagram <i>oil circulation system</i>	44
Gambar 3. 3 Skematik alat menggunakan <i>software proteus 8</i>	45
Gambar 3. 4 Desain 3D <i>oil circulation system</i>	45
Gambar 3. 5 Pemotongan akrilik.....	46
Gambar 3. 6 Penyolderan pada LCD	46
Gambar 3. 7 Terminasi komponen	47

Gambar 3. 8 Proses <i>wiring</i>	47
Gambar 3. 9 Program pada <i>software</i> Arduino IDE	48
Gambar 3. 10 Blok diagram alat penelitian	48
Gambar 3. 11 Blok diagram sensor level.....	49
Gambar 3. 12 Flowchart system kerja oil circulation.....	51
Gambar 4. 1 Hasil perancangan alat.....	52
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan temperature toroid pada daya 1,5 kW terhadap waktu.....	57
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan tegangan dengan suhu sensor LM35	58

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada saat ini dunia mengalami krisis energi konvensional dikarenakan banyaknya populasi manusia dibanding dengan pemasukan energi yang disediakan. Dikarenakan penyediaannya yang mulai langka, harga energi konvensional terbilang mahal. Tetapi untuk mencukupi kebutuhan penduduknya, beberapa negara harus import energi dari negara lain walaupun dengan harga yang mahal, salah satunya negara Indonesia.

Adapun konsumsi energi nasional saat ini adalah BBM: 52,50%; Gas: 19,04%; Batubara: 21,52%; Air: 3.73%; Panas Bumi: 3.01%; Dan Energi baru: 0.2%. Demikian yang terjadi akibat dari kebijakan subsidi terhadap energi konvensional dalam upaya memacu percepatan pertumbuhan ekonomi. (Kholiq, n.d.).

Pemanfaatan energi terbarukan diantaranya dengan memanfaatkan tenaga radiasi matahari dengan menggunakan sel surya sebagai pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik yang kita kenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) cahaya matahari terdiri dari atas foton atau partikel energi surya yang dikonversi menjadi energi listrik. Energi yang diserap oleh sel surya diserahkan pada elektron sel surya untuk di konversi menjadi energi listrik. Pada sel surya terdapat dua sambungan antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semi konduktor, masing-masing lapisan diketahui sebagai semikonduktor jenis P dan semikonduktor jenis N. Pada saat foton mengenai sel surya maka energi yang diserap dari foton akan diberikan ke elektron untuk melepaskan diri dari

semikonduktor N. Terlepasnya elektron ini meninggalkan *hole* pada daerah yang di tinggalkan oleh elektron yang disebut fotogenerasi *elektron-hole*. Dikarenakan pada sambungan PN terdapat medan listrik E, elektron hasil fotogenerasi tertarik ke arah semikonduktor N. Begitu juga dengan yang tertarik kearah semikonduktor. (Syukri & Kunci, 2010)

Dalam pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya dibutuhkan inverter untuk mengubah tegangan DC yang dihasilkan menjadi tegangan AC agar dapat digunakan untuk komponen-komponen listrik yang digunakan sehari-hari. Dalam pengiriman energi yang dilakukan pada solar panel dibutuhkan induktor toroid sebagai peredam arus sehingga pada saat proses pembebanan tidak menghasilkan penyerapan energi yang begitu besar pada baterai terutama pada beban beban yang bersifat induktif.

Adapun kendala yang dihadapi dalam proses peredaman arus pada induktor toroid adalah terjadinya panas pada pada besi ferit. Penyebab terjadinya induktor toroid panas yaitu pembebanan, pembebanan mengakibatkan peningkatan temperatur yang menimbulkan panas pada trafo, oleh karena itu minyak trafo memegang peranan penting dalam sistem isolasi trafo dan juga berfungsi sebagai pendingin untuk menghilangkan panas akibat rugi-rugi daya pada trafo, keuntungan minyak trafo sebagai isolator dalam trafo yaitu isolasi cair memiliki kerapatan 1000 kali atau lebih dibandingkan dengan isolasi gas, sehingga memiliki kekuatan dielektrik yang lebih tinggi dan isolasi cair cenderung dapat memperbaiki diri sendiri (*self healing*) jika terjadi pelepasan muatan. Untuk itu minyak trafo harus memenuhi persyaratan seperti kekuatan isolasi tinggi penyalur panas yang baik berat jenis yang kecil, sehingga partikel-partikel dalam minyak

dapat mengendap dengan cepat, viskositas yang rendah agar mudah bersirkulasi dan kemampuan pendinginan menjadi lebih baik, titik nyala yang tinggi, tidak mudah menguap yang dapat membahayakan, merusak bahan isolasi, serta sifat kimia yang stabil. (Kodoati et al., 2015).

Berdasarkan uraian dan permasalahan diatas, Tugas Akhir ini akan membahas mengenai Perancangan *Oil Sirculation* Sebagai Sistem Proteksi Panas Berlebih Pada Induktor Toroid sehingga meminimalisir kerusakan pada induktor toroid.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka permasalahan yang akan di bahas adalah:

1. Bagaimana perancangan dan sistem kerja *oil circulation system* sebagai proteksi panas berlebih pada induktor toroid?
2. Bagaimana sistem kerja sensor agar dapat mendeteksi kondisi minyak?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui perancangan dan sistem kerja *oil circulation system* sebagai proteksi panas berlebih pada induktor toroid.
2. Untuk mengetahui bagaimana sistem kerja sensor agar dapat mendeteksi kondisi minyak.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas pada penlitian ini ialah sebagai berikut:

1. Mengetahui perancangan dari *oil circulation system*.
2. Pengujian kinerja dari *Voltage Booster* sebagai pengatur pengisian baterai.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang diambil adapun manfaat yang didapat ialah sebagai berikut:

1. Untuk memperkenalkan kepada mahasiswa teknik elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara mengenai apa itu *oil circulation system* sebagai proteksi panas berlebih pada induktor toroid.
2. Sebagai penambah wawasan dan pengalaman langsung tentang system proteksi pada inverter.
3. Sebagai pijakan dan referensi pada penelitian berikutnya yang berhubungan dengan *oil circulation system* sebagai proteksi panas berlebih pada induktor toroid.

1.6. Metodologi Penelitian

Metode yang diterapkan pada tugas akhir ini ialah terdiri dari beberapa aspek:

1. Studi Literatur

Hal ini dilakukan untuk mempelajari teori dan menjadi referensi penunjang dalam pelaksanaan yang berkaitan dengan penelitian.

2. Perancangan Sistem

Melakukan perancangan rangkaian *oil circulation system* sebagai proteksi panas berlebih pada induktor toroid menggunakan arduino uno.

3. Pengujian dan Analisis

Pengujian merupakan metode untuk memperoleh data dari system sehingga dapat diketahui dan diperoleh nilai-nilai yang dijalankan oleh sistem.

1.7. Sistematik Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman, maka sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan penyusunan tugas akhir, berupa Latar Belakang, Rumusan Masalah, dan Batasan Masalah, Manfaat Penulisan, metodologi Penelitian serta Sistematika Penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan konsep teori yang menunjang pada penelitian, memuat tentang dasar teori dari sebuah sistem *Voltage Booster*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menerangkan perihal lokasi dilaksanakannya proses penelitian, alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Prosedur penelitian, perancangan sistem lalu menerangkan mengenai *flowchart* dan hal-hal lain yang berhubungan pada penelitian.

BAB 4 ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Bab ini membahas hasil dari pengujian pada sebuah *Voltage Booster* dan analisis data yang telah dilaksanakan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini membuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran yang dapat digunakan sebagai tindakan lanjut dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka Relevan

Salah satu dari sekian banyak hal yang mempengaruhi kinerja sebuah peralatan listrik adalah panas. Hal ini dikarenakan beberapa faktor-faktor seperti jenis bahan, komponen yang digunakan, rangkaian yang dibuat, dan lain sebagainya. Untuk mengurangi akumulasi panas, sistem pendinginan diperlukan untuk memperbaiki kinerja dan *lifetime* peralatan.

Dalam beberapa penelitian, terdapat cara untuk mengurangi efek panas pada peralatan listrik dengan menggunakan *headsink* jenis *extrude* yang memiliki performa yang lebih baik dari *headsink* jenis slot. (Joessianto Eko Poetro, Catur Rakhmad Handoko, 2013)

Ada juga alat pendingin lainnya seperti radiator, radiator juga berfungsi sebagai alat mendinginkan air yang telah menyerap panas dari mesin dengan cara membuang panas air tersebut melalui sirip sirip pendinginnya. yang bertujuan untuk mengetahui laju pembuangan panas dan *efektifitas* pada radiator dengan beberapa komposisi campuran air dengan radiator. (Hadi & Muttaqin, 2014)

Pada penelitian alat *cooler box thermo electrical* alat sebagai pengganti kulkas dan alat ini yang di desain kecil yang dapat di bawa kemana saja yang di rancang menggunakan TEC1-12706 dan TEC1-12715. ini berbeda dengan *cooler box* semi konduktor yang menggunakan *water cooling*. (Bramantyo & Arsana, 2019)

Sedangkan penelitian pendingin menggunakan elemen peltier berbasis mikrokontroler Atmega8535 yang dimanfaatkan sebagai pendingin air.

Kemampuan elemen untuk mempompa panas dari sistem ke lingkungan di uji dengan memvariasikan massa air yaitu 50 g, 100 g, 300 g, 500 g, panas dari sistem serap melalui *heatshink* bagian atas. *Fan* AC di gunakan unuk mempercepat pelepasan panas dari *heatshink* ke udara sehingga pemindahan panas dari sistem lingkungan berjalan lebih cepat. Dan mikrokontroler Atmega8535 memproses LM35 dan menampilkan di LCD. hasil perancangan dan pengujian sensor LM35, untuk di dapat digunakan di dalam air yang telah berhasil dengan nilai regrasi sebesar 0,9987. dan elemen peltier menunjukkan semakin besar massa air semakin berkurang kemampuannya untuk menurunkan temperatur. (Gandi & Yusfi, 2016)

Berikutnya penelitian Pendinginan menggunakan *mikrokontroler* difokuskan pada pembuatan alat yang dapat mengatur suhu air aquarium secara otomatis sehingga suhu pada air aquarium di harapkan dapat stabil sesuai dengan yang dibutuhkan. Dalam hal ini dibutuhkan sensor suhu dan fan yang digunakan untuk mengatur suhu di dalam aquarium. Sensor suhu yang digunakan yaitu sensor DS18B20 yang memiliki akuransi hingga 0.5°C dengan suhu kerja antara -10°C sampai dengan $+85^{\circ}\text{C}$. Driver L298N berfungsi untuk dapat mengendalikan dua buah motor DC sekaligus, arus maksimal yang dapat diterima oleh driver L298N yaitu 2A. PWM (*pulse width modulation*) yang digunakan untuk mengatur jumlah daya yang dialokasikan ke beban tanpa harus menimbulkan kerugian daya pada rangkaian pengendalian beban tersebut. (Asih et al., 2018)

Penelitian serupa yaitu pendinginan dengan metode *fuzzy logic* atau *cooling tower* bertujuan untuk menjaga suhu dan daya agar tetap konstan. *Microcontroller* di perlukan untuk dapat mengontrol sistem secara otomatis

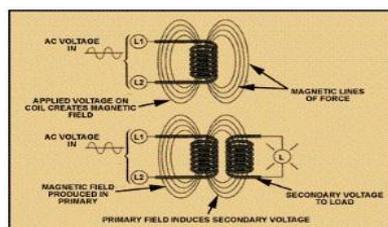
dengan menggunakan *fuzzy logic* karena dapat mengontrol alat dan dapat menentukan dan menjaga daya maupun suhu pada panel agar tetap stabil. Dengan metode ini secara langsung dapat mempertahankan panel surya agar dapat menghasilkan listrik. Saat penelitian ini di buat pendingin panel surya dengan menggunakan *heatsink fan* di dapatkan suhu rata-rata pada badan panel surya 50.14°C dan rata-rata dari panel tersebut adalah 18.80 Volt. (Loegimin et al., 2020)

2.2. Landasan Teori

Berikut landasan teori yang digunakan dalam mendukung proses penyelesaian tugas akhir ini.

2.2.1. Pengertian Transformator

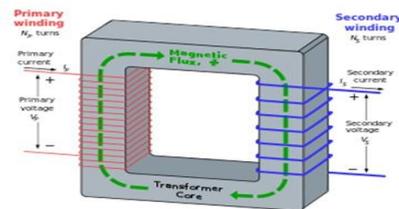
Transformator merupakan statis dimana rangkaian magnetik dan belitan yang terdiri dari 2 atau lebih belitan secara induksi elektromagnetik mentransformasikan daya (arus dan tegangan) sistem AC ke sistem Arus dan tegangan lain pada frekuensi yang sama (IEC60076 -1 tahun 2011). Trafo menggunakan prinsip elektro magnetik yaitu hukum-hukum ampere dan induksi *faraday*, dimana perubahan arus atau medan listrik dapat membangkitkan medan magnet dan perubahan medan magnet *fluks* medan magnet dapat membangkitkan tegangan induksi.



Gambar 2. 1 Transformator (Kodoati et al., 2015)

a. Prinsip kerja Transformator

Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan bolak-balik yang membentengi primer menimbulkan *flux* bolak-balik ini menimbulkan GGL dalam lilitan skunder jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan kelilitan skunder.



Gambar 2. 2 Prinsip kerja transformator (Kodoati et al., 2015)

Apabila kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik maka *fluks* bolak balik akan muncul di dalam inti yang dilaminasi karena kumparan tersebut membentuk jaringan tertutup maka mengalirlah arus primer akibat adanya *fluks* di kumparan primer terjadi induksi (*self induction*) dan terjadi pula induksi dikumparan skunder karena pengaruh induksi dari kumparan primer atau disebut sebagai induksi bersama (*mutual induction*) yang menyebabkan arus skunder jika rangkaian skunder dibebani sehingga energi listrik dapat ditransfer keseluruhan (secara magnetisi).

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

V_p = tegangan di dalam kumparan primer

V_s = tegangan di dalam kumparan sekunder

N_p = Banyaknya lilitan di dalam kumparan primer

N_S = Banyaknya lilitan di dalam kumparan sekunder

Perlu diingat bahwa hanya tegangan listrik bolak balik yang dapat ditransformasikan oleh transformator. Sedangkan dalam bidang elektronika, Transformator digunakan sebagai gundengan impedansi antara sumber dan beban untuk menghambat arus searah sambil tetap melakukan arus bolak-balik antara rangkaian. Tujuan utama menggunakan inti pada *transformator* adalah untuk mengurangi (tahanan magnetis) dari rangkaian magnetis (*coomon magnetic circuit*).

b. Kumparan Transformator

Kumparan transformator terdiri dari sejumlah lilitan dari kawat email. Jumlah lilitan kawat email inilah yang nantinya akan menentukan transformator tersebut sebaik penaik atau penurun tegangan. Tergantung oleh lebih banyak lilitan antara sekunder dengan primernya. Ukuran kawat email yang digunakan pada lilitan primer selalu lebih kecil dengan jumlah lilitan yang lebih banyak. Karena pada prinsipnya ukuran lilitan kawat email yang diunakan adalah berdasarkan jumlah arus yang melewatinya.

Pada lilitan trafo toroid untuk jumlah lilitan yang akan digunakan disebut GPV (Gulungan Per Volt). Jumlah GPV ini nilainya sangat penting untuk mendapatkan nilai tegangan *stepdown* yang diinginkan seperti perbandingan pada rumus sebelumnya yaitu dalam suatu transformator ideal tegangan di transformator berbanding lurus dengan jumlah lilitannya. (Fitrianda, 2013)

c. Efisiensi dan rugi-rugi Transformator

Idealanya agar Transformator memiliki efisiensi terbaik 100% berarti Transformator tersebut tidak memiliki rugi daya sama sekali. Namun pada

kenyataannya adalah adanya faktor-faktor tertentu yaitu faktor inti dan faktor lilitan. Faktor rugi inti biasanya disebut dengan *core lose* atau *iron lose* dan faktor rugi belitan biasanya disebut *copper lose*.

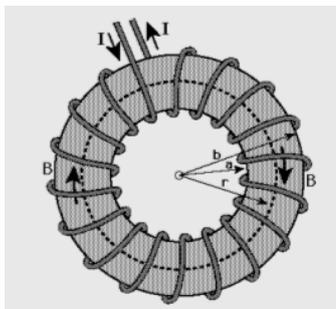
Inti Transformator biasanya berbentuk sesuai jenis Transformator yang diinginkan pada analisa ini inti dari Transformator adalah berbentuk bulat atau donat prinsip dari rugi dari inti pada transformator adalah sama pada setiap jenisnya namun yang membedakan adalah jenis atau bahan yang digunakan. Pada inti besi sendiri dibuat sedemikian rupa guna menghindari kerugian histeris yang disebabkan oleh gesekan molekul yang melawan aliran gaya magnet dalam inti besi. Gesekan pada molekul ini menimbulkan panas. Panas yang timbul ini menimbulkan kerugian energi. Inti trafo dibuat sedemikian rupa juga untuk menghindari *eddy-current loss* yang diakibatkan oleh aliran sirkulasi arus yang menginduksi logam. Penyebabnya adalah aliran *fluks* magnet pada disekitar inti besi. Inti trafo yang terbuat dari konduktor maka arus induksi terhadap inti besi dari *eddy-currentnya* akan semakin besar.

Rugi-rugi arus eddy perlu di amati karena distorsi arus beban relatif lebih tinggi, dengan arus-arus frekuensi harmonisa lebih tinggi menyebabkan bertambahnya rugi-rugi inti yang sebanding terhadap kuadrat arus beban rms dan kuadrat frekuensi. Konsentrasi arus eddy lebih tinggi pada ujung-ujung belitan transformator karena efek kerapatan medan magnet bocor pada kumparan. Bertambahnya rugi-rugi arus eddy karena harmonisa berpengaruh nyata pada temperatur kerja transformator. Hal ini akan dapat dilihat pada besar rugi-rugi daya nyata (watt) akibat arus eddy ini.(Fitrianda, 2013)

Peningkatan rugi arus eddy merupakan arus induksi yang disebabkan oleh fluks magnetik. Arus tersebut mengalir pada seluruh bagian transformator yang terbuat dari bahan penghantar sehingga menyebabkan pemanasan tambahan rugi arus eddy yaitu disebabkan arus pusar pada inti besi.

2.2.2. Induktor Toroid

Sebuah induktor atau reaktor adalah sebuah komponen elektronika pasif yang dapat menyimpan energi pada medan magnet yang di timbukan oleh arus listrik yang melintasinya. Kemampuan induktor untuk menyimpan energi magnet yang di tentukan oleh induktansi yaitu induktor dengan lilitan yang melingkar atau intinya berbentuk lingkaran. Adapun prinsip kerja induktor toroid dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.**

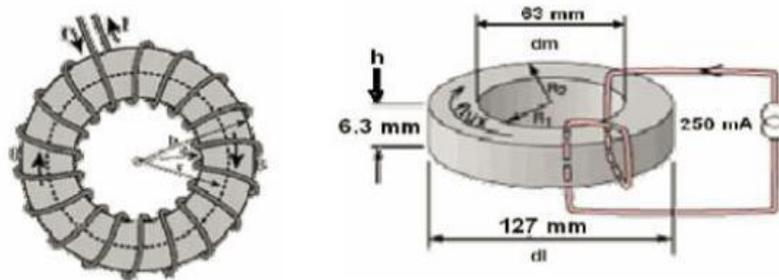


Gambar 2. 3 Induktor Toroid (Gunarta., 2011).

Anak panah di atas yang melingkar di inti merupakan arah garis medan magnet. Dari gambar di atas juga dapat dilihat bahwa garis gaya medan magnet nya berputar di dalam lilitan nya. Keuntungan dari pemakaian inti core yang melingkar (toroid) maka medan induksinya tertutup dan relatif tidak menginduksi komponen lain yang berdekatan juga bisa didapatkan iduktansi yang lebih besar dan dimensi relatif yang lebih kecil dibandingkan dengan induktor berbentuk silinder (Gunarta, 2011).

a. Induktansi toroid

Menemukan medan magnet didalam toroid adalah contoh bagus dari hukum ampere. Arus diwakilkan oleh garis putus-putus adalah banyaknya arus yang mengalir pada tiap loop, kemudian hukum ampere menentukan medan magnet pada garis tengah toroid sebagai berikut:



Gambar 2. 4 Induktansi toroid (Gunarta., 2011)

Induktansi dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada coil kawat, penarapan hukum faraday untuk menghitung tegangan induktansi untuk bentuk toroid.

$$L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

L = induktansi diri solenoida atau toroida (H)

μ_0 = panjang permeabilitas ($4\pi \times 10^{-7}$ Wb/Am)

N = Jumlah lilitan

A= Luas penampang (m^2)

l= Panjang solenoida atau toroida (m)

b. Konstruksi induktor

Sebuah induktor biasanya di konstruksi sebagai sebuah lilitan dari bahan penghantar. Biasanya kawat tembaga digulung pada inti magnet berupa udara atau bahan feromagnetik mempunyai permeabilitas magnet yang lebih tinggi dari udara, dapat meningkatkan induktansi induktor. Induktor frekuensi rendah dibuat dengan menggunakan baja laminasi untuk menekan arus eddy ferit lunak, biasanya digunakan sebagai inti pada induktor frekuensi tinggi seperti pada inti besi, ini di karenakan feri tidak menyebabkan kerugian daya pada frekuensi tinggi seperti pada inti besi dikarenakan ferit mempunyai lengkung histeris yang sempit resistivitasnya yang tinggi mencegah *arus eddy* induktor dapat dibuat dengan berbagai bentuk. Sebagian besar dikonstruksi dengan menggulung kawat tembaga email disekitar bahan inti bahan inti dengan kaki-kaki kawat terluar keluar. Beberapa jenis menutup penuh gulungan kawat di dalam material inti, dinamakan induktor terselubungi. Beberapa induktor mempunyai inti yang dapat diubah letaknya yang memungkinkan perubahan induktansi.

Induktor kecil dapat dicetak langsung pada papan rangkaian cetak dengan membuat jalur tembaga berbentuk spiral. Beberapa induktor dapat dibentuk pada rangkaian terintegrasi menggunakan inti planar. Tetapi bentuknya yang kecil membatasi induktansi girator dapat menjadi pilihan alternatif.

c. Jenis-jenis lilitan pada induktor

Dalam pembuatan induktor, ada bermacam-macam jenis lilitan yang digunakan berikut ini penjelasan dari bermacam-macam jenis lilitan pada induktor yaitu:

- 1) Lilitan inti toroid

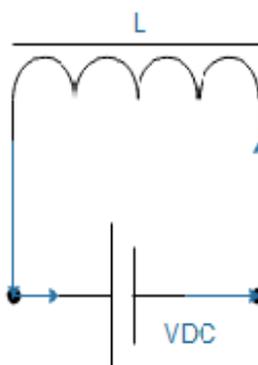
Sebuah lilitan sederhana yang dililit dengan bentuk silinder menciptakan medan magnet eksternal dengan kutub utara-selatan. Sebuah lilitan silinder dengan menghubungkannya menjadi berbentuk donat, sehingga menyatukan kutub utara dan selatan. Pada lilitan toroid, medan magnet ditahan pada lilitan. Ini menyebabkan lebih sedikit radiasi magnetik dari lilitan, dan kekebalan dari medan magnet eksternal.

2) Lilitan sarang madu

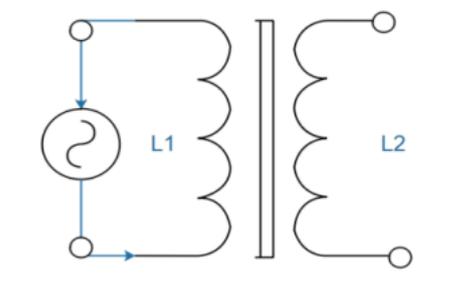
Lilitan sarang madu dililit dengan cara berselingan untuk mengurangi efek kapasitansi terdistribusi. Ini sering digunakan pada rangkaian tala pada penerima radio dalam jangkah gelombang menengah dan gelombang panjang. Karena konstruksinya, induktansi tinggi dapat dicapai dengan bentuk yang kecil.

d. Prinsip kerja induktor

Bila kita mengalirkan arus listrik pada sebuah kabel maka akan timbul garis-garis gaya magnet. Bila kita membuat sebuah *coil* (kumparan) dari sebuah kawat yang di gulung lalu di aliri listrik akan terjadi garis garis gaya dalam arah yang sama maka akan terjadi medan magnet di sekitar lilitan kawat, dan berbanding lurus dengan hasil kali dari jumlah lilitan dalam kumparan dan arus listrik yang melalui kumparan tersebut.



Gambar 2. 5 Induktor terhubung dengan sumber tegangan DC



Gambar 2. 6 Induktor terhubung dengan sumber tegangan AC (Fuadi et al., 2014)

Pada tegangan AC, bila dua kumparan ditempatkan berdekatan satu sama lain dan salah satu kumparan (L_1) diberikan arus listrik AC, pada L_1 akan terjadi fluks magnet. Fluk magnet ini akan melalui kumparan kedua (L_2) dan akan membangkitkan emf (*elektro matorive force*) pada kumparan L_2 efek seperti ini disebut induksi timbal balik (*mutual induction*).

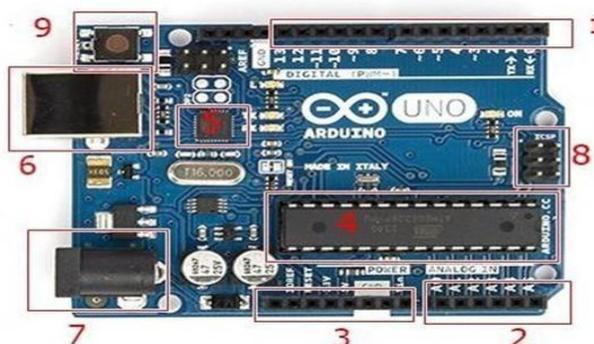
2.2.3. Arduino

Arduino adalah mikrokontroler *single-board* yang sifatnya *open-source*. Maksudnya *open-source* adalah semua orang dapat mempelajari serta mengembangkan *prototype* dari Arduino dan mengembangkannya dengan brand

versi mereka sendiri. Arduino sendiri sebenarnya dirancang demi memudahkan penggunaan benda-benda elektronik diberbagai bidang. *Hardware* Arduino menggunakan *processor* Atmel AVR dan *Software* nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. (Pengamanan et al., 2020)

a. Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ISCP header, dan sebuah tombol riset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya melalau sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Uno yang berarti satu di italia dan diberi nama untuk menandai peluncuran Arduino 1.0.versi 1.0 menjadi versi refrensi Arduino kedepannya. Arduino Uno cocok digunakan bagi pemula untuk belajar elektronik beserta *coding* dikarenakan *board* ini merupakan papan yang paling kuat untuk memulai eksperimen. Berikut gambar bagian-bagian Arduino Uno. (Pengamanan et al., 2020)



Gambar 2. 7 Arduino Uno (Bramantyo & Arsana., 2019)

Menjelaskan pada papan arduino uno terdapat bagian – bagian antara lain ialah seperti terlihat pada gambar berikut:(Pengamanan et al., 2020)

1. *Pin input/output digital* (diberi Label ‘0 sampai 13’)

Secara umum *pin I/O* ini adalah pin digital, yakni *pin* yang bekerja pada level tegangan digital (0V sampai 5V) baik untuk input atau output. namaun pada beberapa *pin* output *analog*, yang dapat mengeluarkan tegangan analog 0V sampai 5V, pin tersebut adalah pin 3,5,6,9,10 dan 11, selain itu untuk pin 0 dan 1 juga memiliki fungsi khusus sebagai pin komunikasi serial.

2. *Pin input analog* (diberi Label ‘A0 sampai A5’).

Pin tersebut dapat memrima input tegangan *analog* antara 0V sampai 5V, tegangan ini akan direpresentasikan sebagai bilangan 0 – 1023 dalam program.

3. Pin untuk sumber tegangan

Kelompok pin ini merupakan kumpulan pin yang berhubungan dengan sumber tenaga, missalnya output 5V, Output 3,3V, GND (2 pin) dan Vref (tegangan referensi untuk pembacaan ADC internal).

4. IC ATmega328

Seperti yang telah dijelaskan IC ini bertindak sebagai pusat kendali pemrosesan data.

5. IC ATmega16U

IC ini deprogram untuk menangani komunikasi data dengan PC melalui *port* USB.

6. Jack USB

Merupakan soket USB tipe B sebagai penghubung data serial dengan PC.

7. Jack Power

Merupakan Soket untuk catu daya eksternal antara 9V samai 12V DC.

8. Port ICSP (In-Circuit Serial Programing)

Port ini digunakan untuk memprogram arduino tanpa bootloader.

9. Tombol Reset

Digunakan untuk mereset papan mikrokontroller arduino untuk memulai program dari awal.

2.2.4. Sensor Ketinggian (*level*) air

Sensor level berfungsi sebagai tranduser yang mengubah besaran level (ketinggian air) menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor ini bekerja untuk mendeteksi level ketinggian air yang digunakan sebagai *input* dari mikrokontroler ATmega328.

Sensor alat yang digunakan untuk mendeteksi adanya besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia. Kemudian merubah besaran tersebut menjadi sinyal listrik secara proporsional. (Hidayat & Nasution, 2014)



Gambar 2. 8 Sensor ketinggian air (Hidayat & Nasution., 2014)

Secara umum sensor di klasifikasikan menjadi 2 jenis, yaitu:

1. Sensor aktif

Sensor aktif adalah jenis sensor yang tidak memerlukan sumber energi tambahan dan langsung mendapatkan sinyal listrik sebagai respon dari stimulus dari luar. Energi inputan tadi di konversi oleh sensor menjadi sinyal keluaran. Contohnya adalah termokopel, photodiode, dan piezoelektrik sensor.

2. Sensor pasif

Sensor pasif adalah kebalikan dari sensor aktif, memerlukan energi tambahan dari luar untuk operasinya, yang biasa disebut sinyal eksitasi. Sinyal itu di modifikasi oleh sensor untuk mendapatkan sinyal keluaran. Sensor aktif terkadang disebut parametrik, karena sifatnya yang berubah sebagai respon dari efek eksternal dan sifat ini kemudian dikonversi menjadi sinyal listrik.

Sebagian besar stimulus dari sensor bukanlah berupa tegangan listrik, oleh karena itu, dari input menuju output, sensor membutuhkan beberapa langkah konversi energi sebelum menghasilkan output berupa sinyal listrik. Namun, dalam perhitungan karakteristik sensor, fenomena atau langkah-langkah yang dibutuhkan untuk mengkonversi energi tidak terlalu diperhatikan. Dalam perhitungan karakteristik, sensor di anggap sebagai *black box*, dimana yang diperhatikan hanyalah hubungan antara output sinyal listrik dan input stimulus. (Hidayat & Nasution, 2014)

2.2.5. Sensor Suhu IC LM35

LM35 merupakan IC yang digunakan sebagai sensor suhu. IC tersebut mengubah kondisi suhu lingkungan disekitarnya menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik keluaran LM35 ini memiliki nilai yang sebanding dengan suhu lingkungan

dalam bentuk derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$). Karakteristik dari sensor suhu LM35 ini adalah perubahan nilai tahanannya akan menjadi kecil apabila suhu lingkungannya semakin tinggi. (Desyantoro et al., 2015)

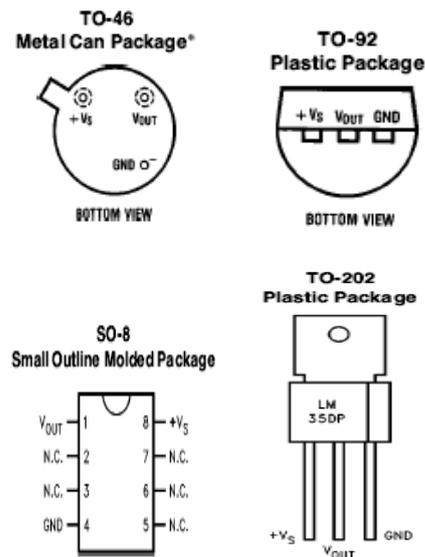
Beberapa fasilitas yang dimiliki LM35 adalah sebagai berikut:

- a. Dikalibrasi secara langsung dalam $^{\circ}\text{C}$
- b. Keelitan pengukuran LM35 sangat tinggi mencapai $\pm \frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ pada suhu kamar.
- c. Jangkauan temperatur dari -55°C sampai $+150^{\circ}\text{C}$
- d. Setiap perubahan 1°C akan mempengaruhi perubahan tegangan keluaran sensor sebesar 10mV
- e. Arus yang mengalir kurang dari 60mA
- f. Bekerja pada tegangan catu daya volt sampai 20 volt
- g. Cocok untuk aplikasi jarak jauh
- h. 0.08°C di udara diam
- i. Memiliki impedansi keluaran yang sangat kecil yaitu 0,1 watt untuk beban 1 mAmp.

Adapun beberapa kelebihan LM35 dari sensor temperatur lain adalah:

1. Hasil pengukuran lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan *thermistor*.
2. Rangkaian sensor tertutup dan tidak tergantung (tidak terpengaruh) pada oksidasi.
3. LM35 menghasilkan tegangan keluaran lebih besar dibandingkan dengan *thermocouple* tegangan keluaran tidak perlu diperbesar.

Berikut ini diperlihatkan beberapa jenis IC LM35 dalam gambar 2.2.8:



Gambar 2. 9 Jenis-jenis IC LM35 (Asih et al., 2018)

2.2.6. *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD display module M1632 (2x16) terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan pael LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf atau angka dua baris masing-masing baris bisa menampung 16 huruf atau angka.

Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempel dibalik LCD, berfungsi menatur tampilan LCD. Dengan demikian pemakaian LCD M1632 menjadi sederhana, sistem lain cukup mengirimkan kode kode ASCII dari informasi yang ditampilkan. (Suhadi et al., 2019)



Gambar 2. 10 Liquid Crystal Display (Suhadi et al., 2019)

Spesifikasi LCD M1632:

1. Tampilan 16 karakter 2 baris dengan matrik 5x7+ kursor.
2. ROM pembangkit Karakter 192 jenis.
3. RAM pembangkit karakter 8 jenis (diprogram pemakai)
4. RAM data tampilan 80x8 bit (8 karakter)
5. Duty ratio 1/16.
6. Ram data tampilan dan Ram pembangkit karakter dapat dibaca dari unit mikroprosesor.
7. Beberapa fungsi perintah antara lain adalah penghapus tampilan (*display clear*), posisi kursor awal (*crusor home*), tampilan karakter kedip (*display character blink*), pengesaran kursor (*crusor shift*) dan penggeseran tampilan (*display shif*).
8. Rangkaian pembangkit detak.
9. Rangkaian otomatis reset saat daya dinyalakan.
10. Catu daya tunggal +volt

2.2.7. Modul Relay DC 5 volt

Modul Relay DC merupakan komponen elektronika yang sifatnya sama persis seperti pensakelaran namun terjadi secara otomatis apabila diberi arus listrik pada coilnya yang berfungsi sebagai pengaman melindungi komponen elektronika lainnya pada tegangan DC Gambar Relay DC 5 volt yang digunakan sebagai berikut. (Saputra et al., 2019)

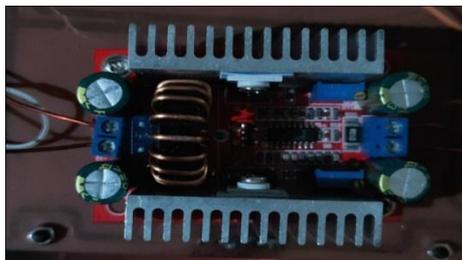


Gambar 2. 11 Modul Relay 5 VDC (Rachmatullah et al., 2018).

2.2.8. Boost Converter

Boost Converter adalah konverter penaik tegangan DC ke level yang lebih tinggi, ia merupakan bentuk power supply yang diperlukan ketika tegangan yang dibutuhkan oleh suatu perangkat atau rangkaian elektronik lebih tinggi dari tegangan suplai yang tersedia. Sebagaimana *buck-converter* juga merupakan sistem SMPS, maka ia adalah bagian dari jenis power-supply SMPS juga.

Efisiensinya tinggi menaikkan tegangan DC ke level yang lebih tinggi tidak dapat dilakukan oleh *power-supply* sistem linier, itulah sebabnya istilah DC-DC *up-converter* (penaik tegangan DC) hanya identik dengan boost-converter yang menerapkan sistem SMPS ini. Gambar boost-converter sebagai berikut. (Mazta et al., 2016)



Gambar 2. 12 Boost Converter

2.2.9. Radiator coolant air

Radiator adalah alat yang berfungsi sebagai alat untuk mendinginkan air yang telah menyerap panas dari mesin dengan cara membuang panas air tersebut melalui sirip-sirip pendinginnya. Penelitian bertujuan untuk mengetahui laju pembuangan panas dan efektifitas pada radiator dengan beberapa komposisi campuran air dengan radiator coolant. (Hadi & Muttaqin, 2014)

Namun pada penelitian kali ini radiator (*coolant*), di uji coba pada suatu alat untuk memanipulasi atau mendinginkan alat pada alat perancangan *oil circulation* pada induktor toroid.



Gambar 2. 13 Radiator *Coolant* (Murti, 2012)

2.2.10. *Fan DC 12 volt*

Perkembangan kipas angin semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsinya. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*) pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Ukuran kipas angin mulai bervariasi ada kipas angin mini (kipas angin listrik yang dipegang tangan menggunakan energi baterai), kipas angin digunakan juga di dalam unit CPU komputer seperti kipas angin untuk mendinginkan *processor*, *power supply* dan *casing*. Kipas angin tersebut berfungsi untuk menjaga suhu udara agar tidak melewati batas suhu yang ditetapkan.

Kipas angin juga di pasang pada alas laptop untuk menghantarkan udara dan membantu kipas laptop dalam mendinginkan suhu laptop tersebut kipas angin dapat dikontrol kecepatan hembusan dengan cara 3 yaitu menggunakan pemutar tali penarik serta remot control. Perputaran baling-baling kipas angin dibagi dua yaitu centrifugal (Angin mengalir secara dengan poros kipas) dan Axial (Angin

mengalir secara paralel dengan poros kipas). Pada alat ini digunakan kipas DC yang dipakai memiliki tegangan sebesar 12 volt. (Feriska & Triyanto, 2017)



Gambar 2. 14 Fan DC 12 volt

(Joessianto Eko Poetro, Catur Rakhmad Handoko, 2013)

2.2.11. Pompa DC

Pompa merupakan alat yang berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran. Dalam aplikasi kehidupan sehari-hari banyak sekali aplikasi yang berkaitan dengan pompa air, pompa diesel, pompa *hydram*, pompa bahan bakar dan lain-lain, yang digunakan oleh masyarakat pada umumnya. Dari sekian pompa yang ada tentunya mempunyai prinsip kerja dan kegunaan yang berbeda-beda namun memiliki fungsi yang sama.

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpindahan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau *suction* dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau *discharge* dari pompa. (Yana et al., 2017)



Gambar 2. 15 Pompa DC (Yana et al., 2017)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian “Perancangan *Oil Sirculation system* sebagai Proteksi Panas Berlebih pada Induktor Toroid” dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik UMSU, Jl. Kapten Muchtar Basri No.112-110 Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara. Pada tanggal 10 November 2021 sampai dengan selesai.

3.2. Alat dan Bahan

Untuk mendukung penelitian ini, diperlukan beberapa alat dan bahan yaitu sebagai berikut:

3.2.1. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Toolkit elektronika : Sebagai alat bantu dalam praktikan sistem
2. Perangkat laptop : Sebagai alat bantu dalam perancang program
3. Bor PCB : Digunakan untuk melubangi papan PCB
4. Gergaji ukir : Digunakan untuk memotong papan PCB
5. *Software* Proteus : Berfungsi untuk membuat rancangan awal sistem
6. *Software* arduino : Berfungsi untuk membuat program pada arduino
7. *Software* autocad : Berfungsi untuk membuat program desain 3D
8. Catu daya : sebagai sumber daya daya listrik untuk alat
9. Kabel USB : Berfungsi untuk mengirim data

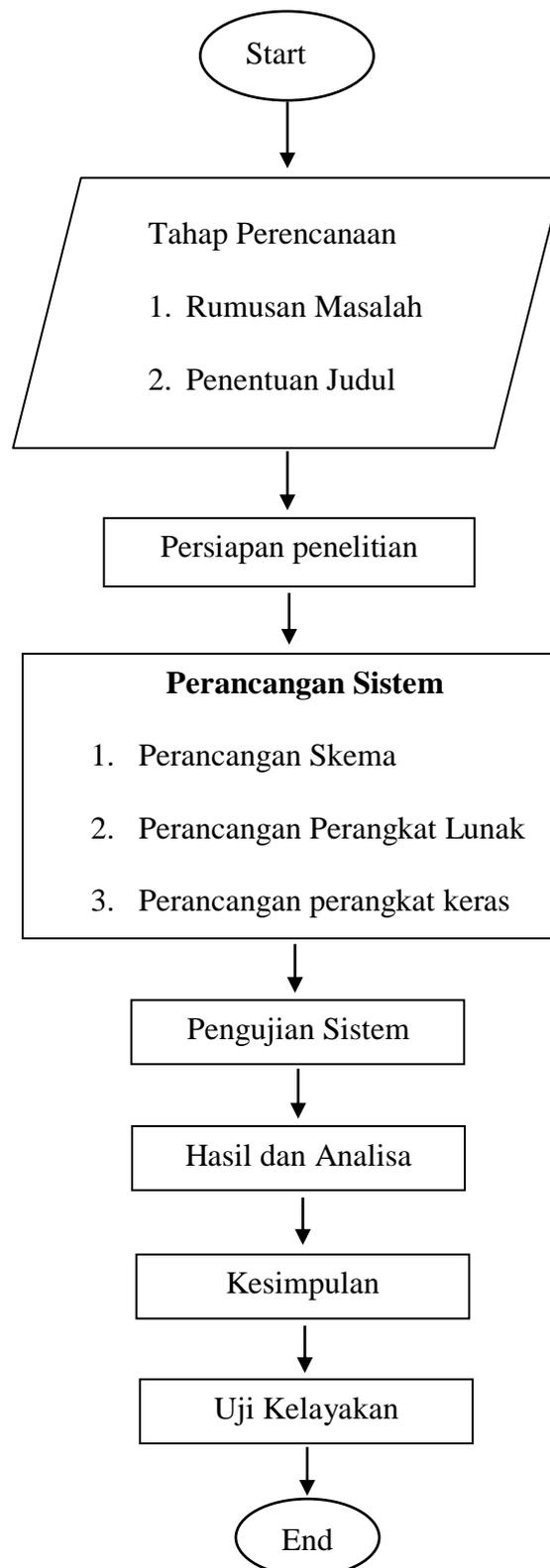
3.2.2. Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Induktor Toroid : Digunakan sebagai bahan penelitian
2. Arduino uno : Berfungsi sebagai mikrokontroler pada sistem
3. Sensor IC LM35 : Berfungsi sebagai mendeteksi panas suhu Minyak induktor
4. Radiator : Digunakan untuk pendingin minyak
5. Boost converter : Berfungsi sebagai komponen step up tegangan DC
6. Kipas DC : Berfungsi sebagai komponen pendingin induktor toroid
7. Relay : Berfungsi sebagai saklar membuka atau menutup rangkaian
8. Pompa DC : Berfungsi sebagai alat sirkulasi minyak Induktor
9. Kabel jumper : Berfungsi sebagai penghubung sistem
10. Minyak trafo : Digunakan sebagai isolasi pendingin pada induktor toroid
11. LCD 2x16 : Berfungsi sebagai penampil data sensor
12. Akrilik : Berfungsi sebagai tempat untuk konstruksi sistem
13. Baut dan mur : Berfungsi sebagai perekat sistem

3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah serangkaian kegiatan yang dilaksanakan secara terarah dan sistematis untuk mencapai tujuan-tujuan penelitian. Prosedur penelitian disusun secara teratur dalam sebuah alur penelitian guna mempermudah dalam pencarian, menelaah, dan melihat jalannya penelitian. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada diagram blok dibawah ini:



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

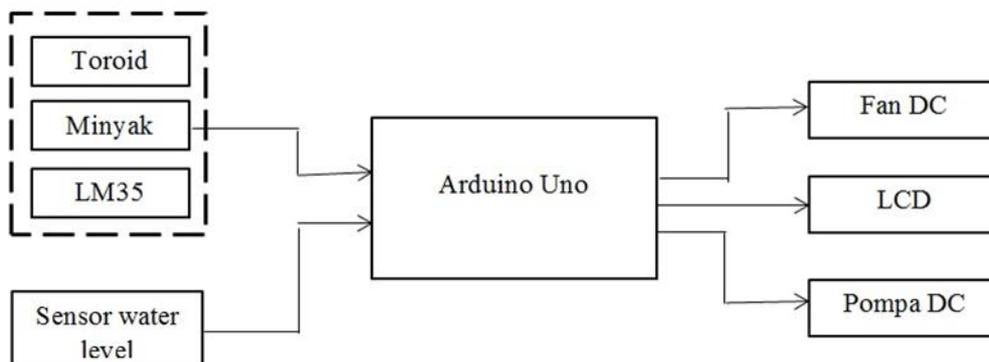
3.4. Analisis Kebutuhan Alat dan Sistem

Analisis kebutuhan alat dan sistem adalah tahap menentukan alat, komponen serta media yang dibutuhkan dalam perancangan serta sistem yang akan dibangun. Kebutuhan sistem, meliputi:

- a. Kebutuhan perangkat lunak (*software*), terdiri dari perangkat lunak sistem operasi dan program yang akan digunakan untuk memprogram arduino sehingga sistem dapat berjalan. Perangkat yang digunakan adalah software proteus 8.0 dan Arduino IDE.
- b. Kebutuhan perangkat keras (*hardware*). Perangkat keras yang digunakan dalam perancangan oil circulation pada induktor toroid adalah Arduino Uno, sensor ketinggian level, sensor suhu LM35, pompa DC, radiator, Boost converter.

3.5. Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan ini langkah awal yang dilakukan adalah dengan membuat rangkaian secara sederhana sebagai implementasi dari simulasi yang tertera pada gambar. Setelah semua berjalan dengan baik selanjutnya perancangan di mulai dengan merakit dan memasang semua komponen pada papan PCB agar rangkaian tersusun dengan rapi. Pada tahap ini juga akan dijelaskan bagaimana proses koneksi antara Arduino Uno, Toroid, Minyak, LM35 sensor water level, Fan DC, LCD dan pompa DC.



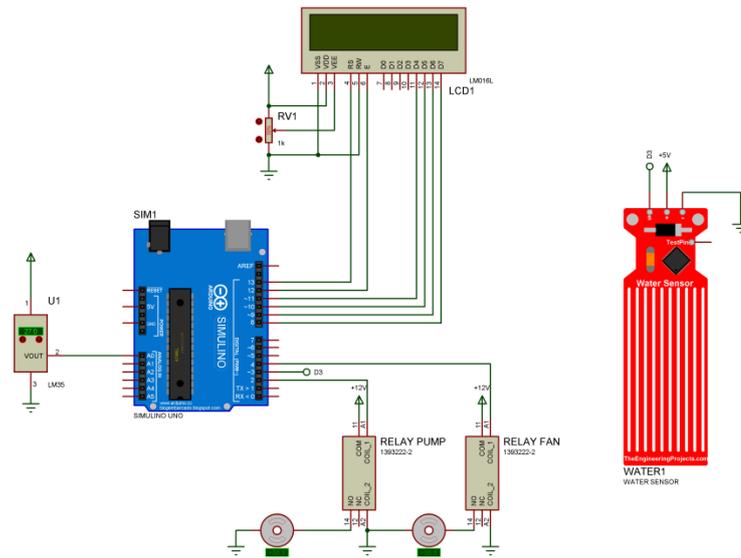
Gambar 3. 2 Blok diagram *oil circulation system*

Berdasarkan gambar di atas, sistem kerja dari diagram ini memberi sinyal kepada arduino untuk mengaktifkan Pompa dan mendorong minyak masuk dalam radiator, bersamaan dengan minyak yang bersikulasi arduino juga mengaktifkan Fan DC 12V dimana fungsinya untuk mendinginkan radiator yang di dalamnya mengalirkan minyak Trafo.

Proses ini akan terus berlanjut hingga suhu minyak mencapai nilai terendah yang di kehendaki yaitu antara 30^o-35^oC.

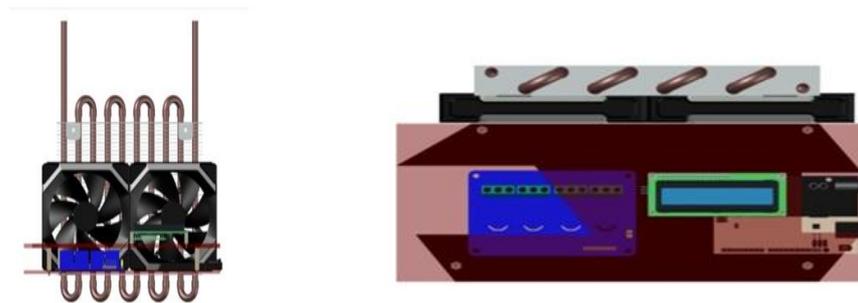
3.6. Perancangan *Software*

Perancangan *software* merupakan proses dimana rancangan sistem dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak. Skema, design, maupun program dibuat terlebih dahulu sebagai dasar acuan perancangan *hardware* nantinya. Selain meminimalisir tingkat kesalahan pada saat proses perakitan, hal ini juga berdampak kepada effisienitas pekerjaan, sehingga dapat mempercepat proses perakitan..



Gambar 3. 3 Skematik alat menggunakan *software proteus 8*

Berdasarkan gambar skematik diatas, maka dapat dibuat gambar 3D sebagai acuan untuk menentukan bentuk alat penelitian yang akan dibuat nantinya, adapun gambar desain 3D tersebut di jelaskan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 4 Desain 3D *oil circulation system*

3.7. Perancangan *Hardware*

Perancangan *hardware* bertujuan agar keseluruhan komponen-komponen yang dibutuhkan dibentuk menjadi satu kesatuan. Hal ini dilakukan agar desain alat yang dirancang dapat diterapkan dengan mudah dan efisien, dalam

perancangan *hardware* komponen-komponen yang digunakan harus ditata dengan baik, agar pengkoneksian antar komponen dapat teristematik dengan baik.

Adapun tahapan perancangan sistem adalah sebagai berikut:

1. Perancangan *cover*

Pada perancangan ini, hal pertama yang dilakukan adalah memotong akrilik dengan ukuran 20x10 cm berdasarkan kebutuhan sistem sehingga kompone-komponen nantinya dapat diletakan menjadi satu sistem.



Gambar 3. 5 Pemotongan akrilik



Gambar 3. 6 Penyolderan pada LCD

2. Penempatan Komponen

Penempatan komponen dilakukan agar desain alat yang diinginkan dapat terstruktur dengan baik sehingga nantinya pada proses pengoneksian dapat terarah serta memberikan ruang untuk penempatan kabel. Penempatan komponen yang baik juga berfungsi untuk kemudahan penulis dalam melakukan pengoperasian pada alat jika terjadi error atau crush pada sistem.



Gambar 3. 7 Terminasi komponen

3. Pengoneksian

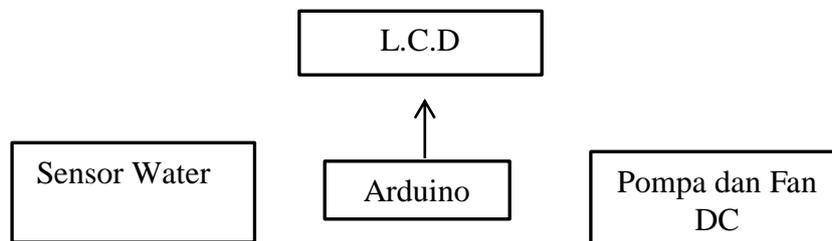
Dalam pengoneksian kabel antar komponen, hal yang harus diperhatikan adalah penempatan kabel, karena jika terjadi kesalahan input serta output tegangan atau kesalahan kaki komponen sensor maka akan terjadi kerusakan pada sensor. Dalam peletakan kabel juga harus diperhatikan agar kabel tidak mudah terlepas dari komponen yang menyebabkan sistem *Breakdown*.



Gambar 3. 8 Proses *wiring*

3.8.3. Pemograman Sensor *Water Level*

Pada program sensor water level arduino bekerja ketika kapasitas minyak dibawah 50% dari tangki, maka arduino memerintahkan untuk menghidupkan pompa agar minyak di isi ulang.



Gambar 3. 11 Blok diagram sensor level

Setelah tahap perancangan alat selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian alat dimana bertujuan untuk mengetahui hasil dari sistem yang berjalan dengan baik dan sesuai dengan deskripsi kerja yang diinginkan, adapun pengujian alat dilakukan adalah

3.9.1. Pengujian dari Arduino ke LCD

Tahap awal pengujian untuk mengetahui koneksi arduino dan LCD yaitu dengan cara menghubungkan pin 8, 9, 10, 11, 12, 13 Arduino ke pin RS, E, D4, D5, D6, D7 LCD. Yang dilakukan dengan cara memberi input program

3.9.2. Pengujian Rangkaian Arduino ke Sensor LM35

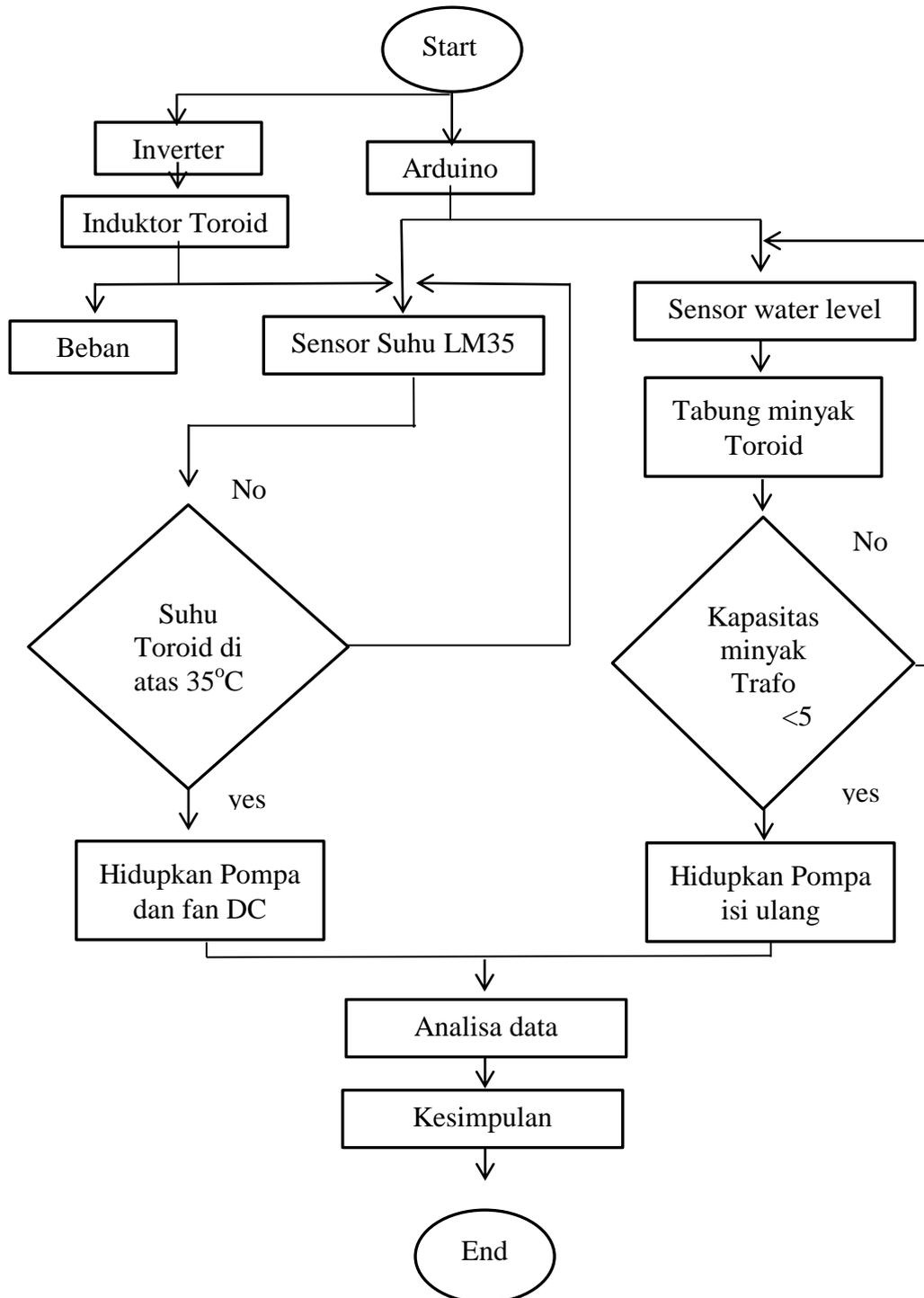
Dalam pengujian arduino ke sensor LM35 dilakukan untuk mengetahui respon LM35 terhadap perubahan suhu dengan cara mendekatkan sensor ke sumber panas dalam penelitian ini yaitu korek api.

3.9.3. Pengujian Koneksi Arduino dan Modul Relay

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur output pada pin Arduino, dan selanjutnya mengamati parameter yang terjadi pada modul relay. Kondisi modul relay apabila pin Arduino bernilai 5 volt maka status modul relay akan berupa NO (*Normaly Open*) dan apabila pin Arduino bernilai 0 volt maka modul relay akan berubah menjadi NC (*Normaly Closed*).

3.9. Flowchart Sistem

Adapun flowchart sistem monitoring perancang oil circulation pada trafo toroid dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 3. 12 Flowchart system kerja oil circulation

BAB 4

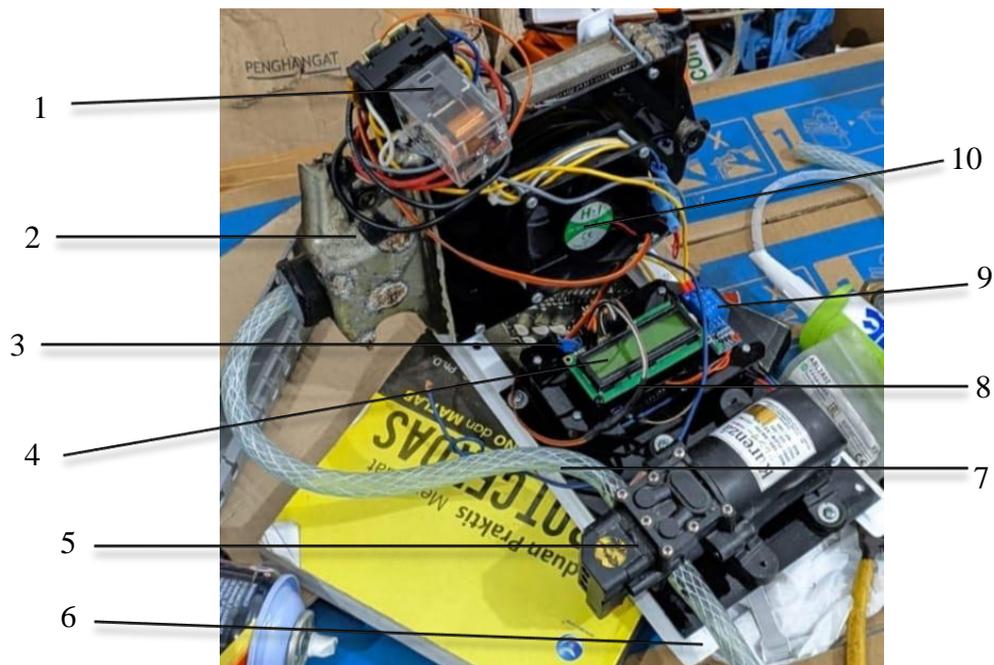
HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini, akan dibahas mengenai hasil dari pengujian yang telah dilakukan. Hasil data dari pengujian akan dikalkulasikan berdasarkan kebutuhan dari penelitian. Setiap parameter yang muncul akan dicatat dan hitung sesuai dengan metode yang digunakan.

Adapun metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung pada sistem yang telah dibuat. Hasil keluaran dari hasil pengujian dan pengamatan dapat berupa tabel dan gambar grafik.

4.1 Hasil Perancangan Alat

Berikut hasil dari perancangan alat Perancangan *Oil Sirculation* sebagai Sistem Proteksi Panas Berlebih pada Induktor Toroid yang di tunjukan pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. 1 Hasil perancangan alat

Adapun penjelasan dari tiap komponen dan fungsinya adalah sebagai berikut;

1. Relay 12v
2. Radiator
3. Potensio
4. LCD
5. Pompa DC
6. Besi rak siku
7. Selang
8. Arduino
9. Relay
10. Kipas DC

4.2 Hasil Pengujian Alat

Dalam perancangan Perancangan *Oil Sirculation* terdapat beberapa hal yang harus diperhitungkan agar didapat hasil sesuai dengan kebutuhan penelitian antara lain:

4.2.1. Pengujian rangkaian Arduino dengan Sensor LM35

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan tegangan 5 volt DC pada pin kiri LM35, pin negative pada pin kanan LM35, sedangkan pada pin tengahnya dikonekan dengan pin A0 pada Arduino.

Cara kerja sensor ini ialah tahanan pada semi konduktor IC LM35 akan berubah bergantung dengan intensitas temperature yang diterimanya. Ketika

temperature menurun, maka tahanan akan semakin besar menyebabkan tegangan dan arus yang mengalir melalui pin tengah nya semakin kecil. Sebaliknya ketika temperature naik maka tahanan semi konduktor nya akan semakin kecil membuat tegangan dan arus yang lewat semakin besar. Dengan kata lain tahanan dan temperature pada LM35 adalah berbanding lurus.

Tabel 4. 1 Pengujian pada Sensor LM35

No	Suhu	Tegangan (V)		Arus (A)
		Input	Output	
1	21.1°C	4.98	3.06	0.24
2	21.6°C	4.98	3.16	0.28
3	22.1°C	4.98	3.2	0.31
4	23.1°C	4.98	3.47	0.38
5	27.5°C	4.98	3.54	0.45

Berdasarkan data tegangan dan arus pada tabel pengujian diatas, dapat dilihat tegangan serta arus naik seiring dengan naiknya temperature yang diterima sensor LM35.

4.2.2. Pengujian rangkaian Arduino dengan Relay

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon dan kondisi relay ketika terjadi perubahan nilai yang diberikan oleh pin Arduino, dimana pada pengujian ini pin pada Arduino yang bertugas untuk mengubah status relay adalah pin D1 dan pin D2. Pin D1 terhubung dengan relay 1 berfungsi untuk mengaktifkan dan mematikan pompa DC sebagai sirkulasi oli trafo. Sedangkan untuk pin D2 yang terhubung dengan relay 2 berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan pompa yang mengisih wadah penampungan oli trafo ketika oli berada di bawah setpoint kritis. Adapun hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 2 Pengujian Arduino dengan Relay

No	Status pin D2	Tegangan (v)	Arus (A)	Kondisi Relay
1	High	4.8	0,04	Terputus (No)
2	Low	0	0	Terhubung (Nc)

4.2.3. Pengujian rangkaian Arduinio dengan Pompa DC

Pada penelitian ini, pompa DC merupakan salah satu komponen vital dimana berfungsi untuk memompa oli mengalir melalui radiator.

Tabel 4. 3 Pengujian Arduino dengan Pompa DC

No	Suhu	Tegangan (V)	Arus (A)
1	32.4°C	0	0
2	40.2°C	12.75	3.01

Pada pengujian di atas, terlihat bahwa tegangan kerja dan arus pada pompa DC ialah sebesar 12.75 volt dan 3.01 Ampere.

4.2.4. Pengujian rangkaian arduino dengan kipas DC

Kipas DC berfungsi untuk mendinginkan oli trafo dengan cara menghembus angin melalui sirip-sirip tipis pada radiator. Angin yang melalui sirip tersebut akan membuat temperature radiator menurun sehingga oli trafo yang mengalir melalui radiator akan ikut mendingin.

Tabel 4. 4 Pengujian Arduino dengan Kipas DC

No	Suhu	Tegangan (V)	Arus (A)
1	32.4°C	0	0
2	40.2°C	12.1	0.12

Pada pengujian di atas, terlihat bahwa tegangan kerja dan arus pada kipas DC lebih kecil disbanding pompa DC yaitu sebesar 12.1 volt dan arus sebesar 0.12 Ampere.

4.2.5. Pengujian Ketika Toroid Berada pada Beban Puncak

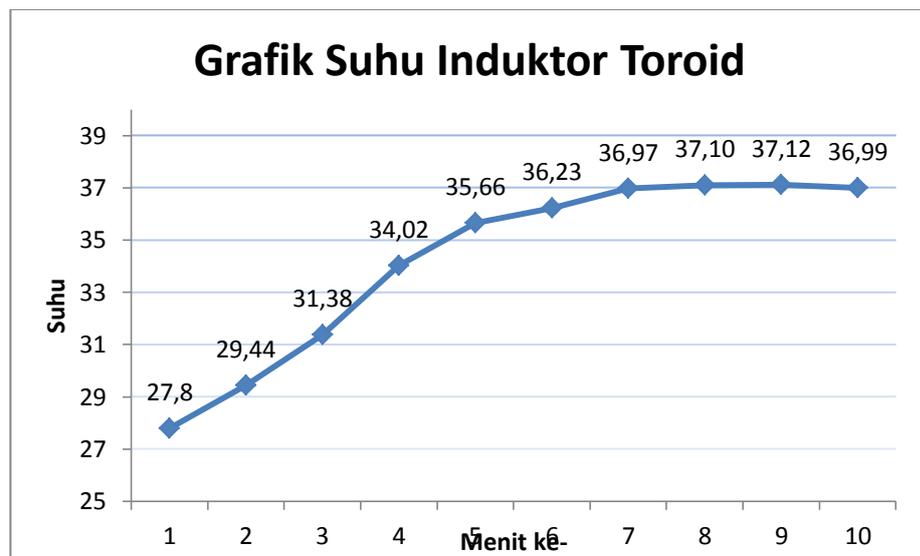
Ketika berada pada beban puncak, arus yang mengalir akan semakin besar menyebabkan fluktuasi pada toroid semakin besar pula. Akibatnya toroid akan bergetar disebabkan karena fluktuasi yang ditimbulkan oleh arus bolak-balik yang mengalir mengelilingi permukaan toroid. Arus yang semakin besar juga berpengaruh terhadap suhu toroid, karena arus yang harmonisa yang melalui toroid akan terbuang menjadi energi panas pada inti toroid. Oleh sebab itu, semakin besar arus yang mengalir toroid maka semakin meningkat pula temperature pada toroid.

Ketika suhu toroid mencapai lebih dari 35 derajat celcius, maka Arduino mengaktifkan pompa DC untuk mengalirkan minyak trafo untuk kemudian didinginkan oleh radiator. Tahapan naik dan turunnya temperature pada inductor diperlihatkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 5 Pengujian Temperatur Toroid pada Daya Puncak sebesar 1.5 kW

Menit ke-	Temperature (°C)	Pompa DC	Kipas DC
1	27.8	OFF	OFF
2	29.44	OFF	OFF
3	31.38	OFF	OFF
4	34.02	OFF	OFF
5	35.66	ON	ON
6	36.23	ON	ON
7	36.97	ON	ON
8	37.10	ON	ON
9	37.12	ON	ON
10	36.99	ON	ON

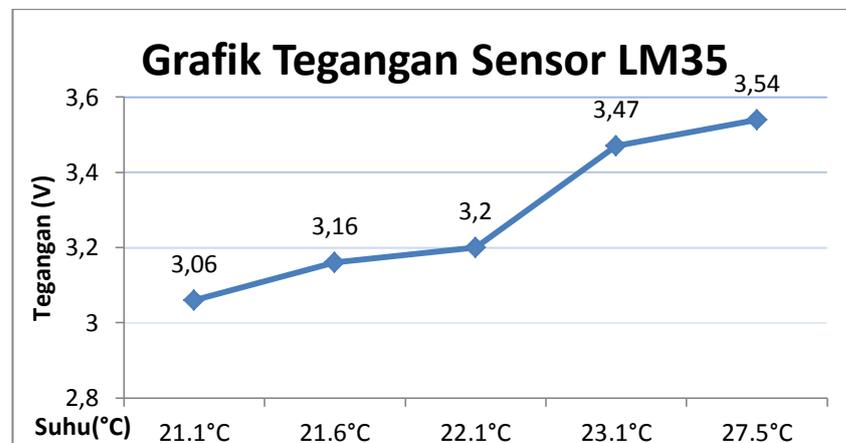
Berdasarkan data tabel di atas, ditunjukkan temperatur pada toroid meningkat sekitar 1°C setiap menitnya. Akan tetapi, ketika temperatur memasuki 35°C maka peralatan akan aktif dan bekerja memompa minyak trafo untuk melakukan sirkulasi yang berdampak pada menurunnya temperatur pada induktor toroid. Adapun gambar grafik sesuai data pada penelitian ditunjukkan pada tabel berikut ini:



Gambar 4. 2 Grafik perbandingan temperature toroid pada daya 1,5 kW terhadap waktu

Pada gambar grafik di atas, terlihat temperatur inductor toroid yang awalnya naik perlahan turun dari 37,12°C turun menjadi 36,99°C.

Sedangkan gambar grafik pada pengujian sensor LM35 ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 3 Grafik perbandingan tegangan dengan suhu sensor LM35

Berdasarkan gambar grafik di atas, terlihat bahwa perbandingan antara suhu dengan tegangan output sensor LM35 adalah berbanding lurus. Dimana Ketika suhu yang diterima sensor LM35 maka tegangan outputnya juga semakin tinggi.

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian dan penelitian, dapat disimpulkan bahwa alat penelitian dapat berfungsi dengan baik dan berjalan sesuai dengan kebutuhan penelitian.
2. Sensor LM35 pada alat penelitian bekerja sesuai dengan kondisi perubahan suhu, dimana perbandingan antara suhu dan tegangan outputnya adalah berbanding lurus.

5.2. Saran

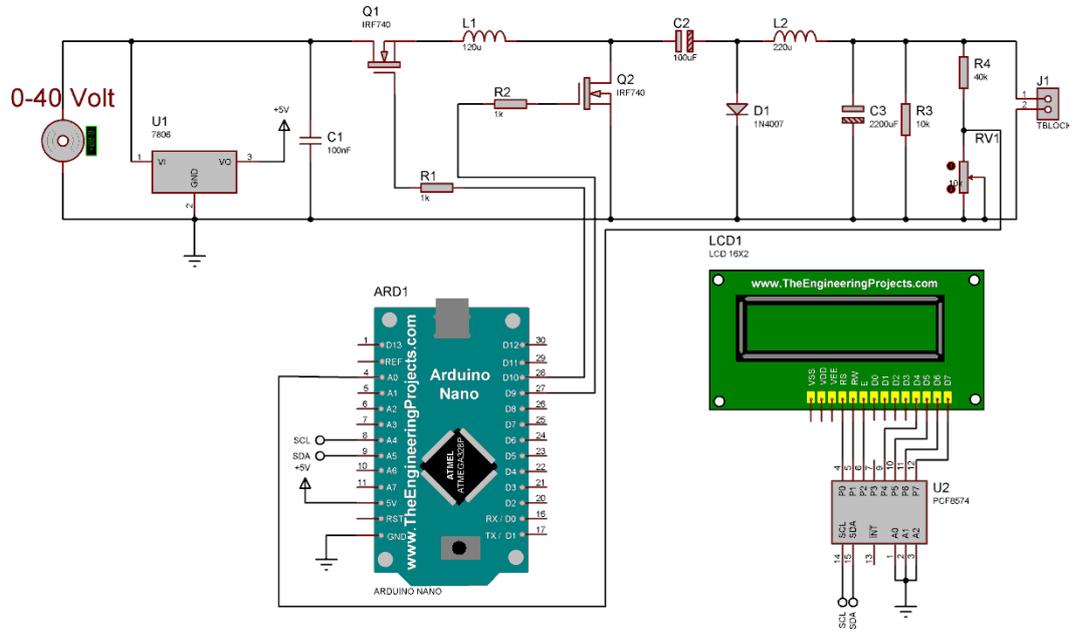
1. Sebaiknya untuk kedepannya, agar digunakan sensor dengan batas maksimal suhu yang lebih tinggi agar pengukuran dapat melebihi panas di atas 100 deg.

DAFTAR PUSTAKA

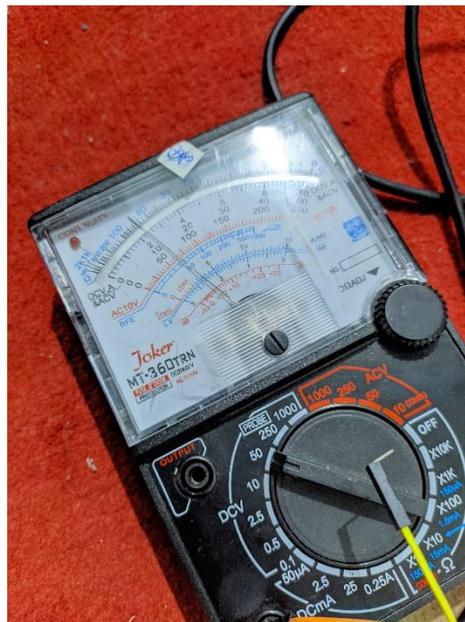
- Alvita, Musviratu, and Siti Saodah. 2013. "Perancangan Dan Simulasi Chopper Buck Boost Pada Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin." *Jurnal Reka Elkomika* 1(3): 245–56.
- Arief, Muhammad Fadli, and Akhmad Musafa. 2019. "Perancangan Sistem Mppt Untuk Dua Turbin Angin Kapasitas 300 Watt Pada Kondisi Kecepatan Angin Rendah Menggunakan Metode Perturb & Observe (P&O)." *Jurnal Maestro* 2(2): 447–54.
- Esculenta, Mira, Eko Hendry, and Arif Rochman. 2020. "Analisis Stabilitas Tegangan Pengisian Baterai Terhadap Putaran Kincir Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin." 10(1): 57–61.
- Fachri, Muhammad Rizal, Ira Devi Sara, and Yuwaldi Away. 2015. "Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino Secara Real Time." *Jurnal Rekayasa ElektriKa* 11(4): 123.
- Feby Agung Pamuji dan Soediby. 2015. "Desain Kontrol Multi – Input DC–DC Converter Sistem Hibrid Turbin Angin Dan Sel Surya Menggunakan Kontrol Fuzzy Logic Untuk Tegangan Rendah." *Jurnal Nasional Teknik Elektro* 4(2): 220–26.
- Gozali, Muhammad Syafei. 2013. "Perbandingan Konverter CUK Dan SEPIC Untuk Pelacakan Titik Daya Maksimum Berbasis Panel Surya." *Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Batam* 5(1): 15–19.
- Nathawibawa, A. A. Ngurah Bagus Budi, I Nyoman Satya Kumara, and Wayan Gede Ariastina. 2016. "Analisis Produksi Energi Dari Inverter Pada Grid-Connected PLTS 1 MWp Di Desa Kayubih Kabupaten Bangli." *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro* 16(1): 131.
- Otong, Muhamad, and Rifai Mardanie Bajuri. 2016. "Maximum Power Point Tracking (MPPT) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Buck-Boost Converter." *Teknik Elektro* 5(2): 8.
- Purba, Ilham Pranata. 2020. "Rancang Bangun Sistem Pengecasan Baterai Bertenaga Surya Metode Pwm 5a Berbasis Mikrokontroller Atmega328." *Skripsi*: 4–16.
- Rifqi, Bagus. 2018. "Rancang Bangun Inverter Full Bridge Satu Fasa." *Repository.Unej.Ac.Id.*
- Rimbawati, Hutasuhut, A. A., & Chaniago, Y. (2018). Analysis of Hybrid Power Plant Technology Using Data Weather in North Sumatera. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.7), 481–485.

- Rimbawati, Heri Setiadi, Ridho Ananda, and Muhammad Ardiansyah. 2019. "Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Dengan Menggunakan Sensor MQ-6 Untuk Mengatasi Bahaya Kebakaran." *Journal of Electrical Technology* 4(2): 2502–3624.
- Rimbawati, Siregar, Z., Yusri, M., & Qamari, M. Al. (2021). *Penerapan Pembangkit Tenaga Surya Pada Objek. 4*, 145–151.
- Sahu, S.K. et al. 2019. "Design and Development of DC to DC Voltage Booster to Integrate with PbTe/TAGS-85 Based Thermoelectric Power Generators." *Materials Science for Energy Technologies* 2(3): 429–33.
- Saputro, Dian, Dedi Nugroho, and Budi Utomo. 2019. "Analisa Optimalisasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Menggunakan Maximum Power Point Tracking (MPPT)." : 302–10.
- Siregar, R. R. A., Wardana, N., and Luqman. 2017. "Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno, Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta." *JETri Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 14(2): 81–100.
- Syafrizal, Ilham. 2016. "Rancang Bangun Konverter Buck-Boost Dengan Kontrol Logika Fuzzy." *Skripsi*.
- Tafticht, T., K. Agbossou, and A. Chériti. 2006. "DC Bus Control of Variable Speed Wind Turbine Using a Buck-Boost Converter." *2006 IEEE Power Engineering Society General Meeting, PES*: 1–5.
- Wicaksono, Ajisetyawan, Istiyo Winarno dan Daeng Rahmatullah. 2019. "Rancang Bangun Perbandingan Buck Boost Converter Dan Cuk Converter Untuk Penstabil Tegangan Pada Sistem Wind Turbine Dengan Monitoring Iot (Internet Of Things)." *Prosiding SNST ke 10 Tahun 2019 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*: 66–71.
- Wiguna, Muh Kivlan, St Musdalifah Katjong, and Fatmawati Azis. 2021. "Teknologi Hybrid Energi Angin Dan Energi Matahari Sebagai Sumber Energi Listrik." *Journal Of Electrical Engginering (Joule)* 2(2): 100–106.

LAMPIRAN



Lampiran.1 Gambar rangkain proteus



Lampiran.2 Multitester

Lampiran.3 Bentuk Program Arduino

```
///<LiquidCrystal.h>
//LiquidCrystal lcd(6, 7, 8, 9, 11, 12); // RS, E, D4, D5, D6, D7
#include <LCD_I2C.h>
LCD_I2C lcd(0x27);
#include<Wire.h>

int vin = A0;
int vout = A1;
int PWM = 4;
int pwm = 0;
#define spwm 3
int pwm1 = 0;

float vOUT = 0.0;          // Konstanta
float vIN = 0.0;
float R1 = 1000000.0; // Besar tahanan R1 sensor tegangan = 30 K ohm
float R2 = 100000.0;    // Besar tahanan R2 sensor tegangan= 7.5 K
ohm
float R3 = 30000;
float R4 = 7500;
float value = 0;
```

```
float value1 = 0;

void setup() {
// lcd.begin(16,2);
lcd.begin(false);
Wire.begin();
lcd.backlight();

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Voltage Booster");
  delay(500);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Muhammad Syahrin");
  delay(500);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Muhammad Syahrin");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("1607220064");
  delay(500);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("1607220064");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Teknik Elektro");
```

```

delay(500);

pinMode(vin, INPUT);

pinMode(vout, INPUT);

pinMode(PWM, OUTPUT);

pinMode(spwm, OUTPUT);

TCCR2B = TCCR2B & B11111000 | B00000001; // pin 3 and 11 PWM
frequency of 31372.55 Hz
}

void loop() {

float voltage = analogRead(vin);

float output = analogRead(vout);

value = analogRead(vin); // Membaca nilai analog pada
PIN A0

vOUT = (value * 5.0) / 1023.0; // Konversi nilai analog ke
digital

vIN = vOUT / (R2/(R1+R2));

value1 = output * 5.0 / 1023.0;

float Vout = value1/(R4/ (R3+R4));

int Vout2 = vIN ;

int spwm2 = map(Vout2,1,12,225,1);

analogWrite(spwm,spwm2);

lcd.clear();

```

```
lcd.setCursor(0,0);
```

```
lcd.print("Vin: ");
```

```
lcd.print(vIN,1);
```

```
lcd.print("V");
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
lcd.print("Vout: ");
```

```
lcd.print(Vout,1);
```

```
lcd.print("V");
```

```
if (voltage > output)
```

```
{
```

```
  pwm = pwm-1;
```

```
  pwm = constrain(pwm, 1, 254);
```

```
}
```

```
if (voltage < output)
```

```
{
```

```
  pwm = pwm+1;
```

```
  pwm = constrain(pwm, 1, 254);
```

```
}
```

```
analogWrite(PWM,pwm);
```

```
delay(500);
```

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Ariadi
Tempat/Tanggal Lahir : Perdamean / 06 Agustus 1997
NPM : 1607220068
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

“PERANCANGAN *OIL CIRCULATION SYSTEM* SEBAGAI PROTEKSI PANAS BERLEBIH PADA INDUKTOR TOROID”

Bukan merupakan Plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian anatara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan / kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 14 November 2022

Saya yang menyatakan,



Ariadi