

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Studi Literatur

Dalam penulisan tugas akhir ini peneliti menggali informasi dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan, baik mengenai kekurangan atau kelebihan yang sudah ada. Selain itu, peneliti juga menggali informasi dari artikel maupun jurnal dalam rangka mendapatkan suatu informasi yang ada sebelumnya tentang teori yang berkaitan dengan judul yang digunakan untuk memperoleh landasan teori ilmiah. Berikut merupakan beberapa penelitian sebagai acuan untuk membuat mesin penggulung kumparan transformator berbasis mikrokontroler atmega 328:

1. Gapita Reinaldo Syas (2015) telah merancang mesin penggulung transformator berbasis mikrokontroler ATMega8535. Mesin penggulung yang dibuat menggunakan motor AC dengan sensor magnet sebagai pendeteksi jumlah lilitan, mikrokontroler ATMega8535 sebagai pengendali utama, dan *keypad* serta LCD sebagai *interface*. Pengujian ketelitian mesin memberikan hasil kesalahan di bawah 5%.^[1]
2. Yandri dan Desmiwarman (2016) juga telah membuat mesin penggulung kawat email untuk kumparan motor menggunakan mikrokontroler ATMega328 sebagai unit pengendali, Mesin penggulung yang dihasilkan digerakkan dengan motor DC dengan pengaturan kecepatan menggunakan potensiometer, dan menggunakan *limit switch* sebagai penghitung jumlah putaran. Hasil penggulangan yang cepat dan akurat diperoleh pada *setting* PWM di bawah 210%.^[2]
3. Ahyar, M., & Irdam, I. (2019). PERANCANGAN MESIN PENGGULUNG KUMPARAN MOTOR LISTRIK SISTEM OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER. Jurnal Keteknikan dan Sains (JUTEKS), 2(1), 8-13. Telah membuat purwarupa mesin penggulung kumparan yang dikerjakan dengan bantuan mahasiswa program Tugas Akhir D3 Perawatan dan Perbaikan Mesin di Akademi Teknik Soroako. Komponen-komponen penggerak dan pengendali yang terdapat pada mesin penggulung kumparan ini adalah mikrokontroler Arduino Mega

2560, motor stepper, keypad 4x4, LCD 20X4, dan limit switch. Uji performa mesin telah menghasilkan keakuratan yang tinggi yaitu sekitar 99%.^[3]

4. Mukhlisin, M., & Irvawansyah, I. (2020). Alat Penggulung Belitan Motor dan Transformator Berbasis Arduino. *Journal Of Electrical Engineering*, 1(2), 61-64. Menghasilkan sebuah alat yang dapat digunakan untuk menggulung belitan transformator dan motor listrik (spiral dan konsentrik). Hasil pengujian secara manual tanpa kawat atau menggunakan kawat dimana jumlah putaran motor DC dan lilitan kawat telah sesuai dengan $n_{setpoint}$ yang diatur sebelumnya. Pada pengujian secara otomatis tanpa kawat atau menggunakan kawat untuk PWM <160 jumlah putaran motor DC dan lilitan kawat telah sesuai dengan $n_{setpoint}$ yang di atur sebelumnya, sedangkan untuk PWM >160 jumlah putaran dan lilitan kawat lebih 1 dari $n_{setpoint}$ yang di atur sebelumnya. Sehingga diperoleh tingkat ketelitian untuk pengujian manual sebesar 100%, sedangkan pada pengujian otomatis diperoleh tingkat ketelitian sebesar 98,7%.^[4]
5. Irfan, D., Junaidi, J., & Surtono, A. (2021). Rancang Bangun Mesin Penggulung Lilitan Kawat Transformator Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology*, 2(3), 51-57. Telah dilakukan penelitian rancang bangun mesin penggulung lilitan kawat transformator otomatis berbasis arduino uno. Tujuan penelitian ini adalah membuat mesin penggulung otomatis dengan menggunakan lilitan kawat yang dapat diatur kecepatan putarannya dan akurasi jumlah lilitan yang tinggi. Pada pegujiannya, kawat email dililit pada koker berukuran 25 mm dengan jumlah lilitan yang berbeda, yakni; 200, 400, 600, 800 dan 1000 lilitan. Metode kalibrasi pada penelitian ini dilakukan dengan cara manual, yaitu menghitung ulang lilitan pada koker yang telah selesai dililit menggunakan mesin penggulung otomatis. Kecepatan pada mesin penggulung dikalibrasi dengan menggunakan tachometer. Penelitian ini mampu menghasilkan mesin penggulung kawat otomatis dengan akurasi penggulungan rata-rata sebesar 99,73%.^[5]
6. Syahwil, M. Modifikasi Alat Penggulung Dinamo Sistem Manual Menjadi Otomatis Berbasis Arduino. *Indonesian Journal of Laboratory*, 3(1), 46-54. Pada penelitian ini, dibuat mesin

penggulung dinamo berbasis mikrokontroler arduino sebagai pengendali utama dengan melakukan modifikasi mesin penggulung manual yang ada dipasaran. Kelebihan dari mesin ini dibanding penelitian sebelumnya yaitu adanya pilihan variasi kecepatan yaitu tinggi, sedang, cukup dan rendah yang dapat dipilih via *keypad* sehingga kecepatannya dapat disesuaikan dengan diameter kawat email yang akan digunakan. ^[6]

7. Simanjuntak, R. P., Siregar, A. S., & Panjaitan, A. (2019). RANCANG BANGUN ALAT PENGGULUNG TRANSFORMATOR SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER. Jurnal Ilmiah Dunia Ilmu Vol, 5(1). Alat penggulung lilitan kawat untuk trafo secara otomatis menggunakan 2 buah motor DC 12V sebagai penggerak yaitu motor penggulung dan motor pengarah yang mengatur kawat pada koker. Mikrokontroler bekerja dengan menghitung jumlah lilitan yang berasal dari sensor putaran (optocoupler) berupa gelombang pulsa menjadi *counter*. Prinsip kerja alat ini yaitu jumlah lilitan ditentukan dengan menekan *keypad* number, kemudian tekan tombol bintang lalu kedua motor bekerja menggulung kawat email pada koker, motor akan berhenti bila jumlah lilitan sama dengan jumlah lilitan yang telah ditentukan pada *keypad* number. Dikarenakan kemampuan alat maka lebar dan koker yang dapat digulung dibatasi hanya untuk ukuran lebar 3 cm - 5 cm dan berlaku untuk diameter kawat email dengan ukuran tebal 0,2 mm sampai 1 mm. Hasil perhitungan gulungan pada koker ditampilkan ke layar *LCD (Liquid Crystal Diode)* untuk memudahkan dalam pembacaan jumlah lilitan. ^[7]

Pada mesin penggulung ini, masih digunakan motor stepper sebagai penggerak utama, sensor optocoupler digunakan menggantikan *limitswitch* sebagai penghitung jumlah putaran. Proses penggulangan dilakukan dengan menginputkan jumlah lilitan yang diinginkan melalui *keypad*, menu operasi dan jumlah lilitan tergulung selama proses penggulangan akan ditampilkan pada LCD. Penggunaan NodeMCU ESP8266 sebagai komunikasi antara program dan internet dan penggunaan aplikasi blynk untuk *monitoring* tegangan transformator hasil pembuatan transformator dengan spesifikasi 27V.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

Nama	<i>Input</i>	Proses	<i>Output</i>
Gapita Reinaldo Syah	-Sensor magnet - <i>Keypad</i>	Atmega8535	LCD
Yandri dan Desmiwarman	-Potensiometer - <i>Limit switch</i>	Atmega328	LCD
Ahyar dan Irdam	- <i>Keypad</i> - <i>Limit Switch</i>	ArduinoMega2560	-LCD - Motor Stepper
Mukhlisin dan Irvansyah	- <i>Keypad</i> -Potensiometer - <i>Limit Switch</i>	ArduinoMega2560	-LCD -Motor Stepper
Junaidi, Irvan dan Surtono	- <i>Push Button</i> -Potensiometer	Arduino Uno	-LCD -Motor Steper
Syahwil M	- <i>Limit Switch</i> - <i>Keypad</i>	Arduino Uno	-LCD -Motor Stepper
Simanjuntak dan Panjaitan	- <i>Optocoupler</i> - <i>Keypad</i>	ArduinoMega8535	-LCD -Motor DC
Arief Rahman Hakim	- <i>Keypad</i> - <i>Optocoupler</i> -Potensiometer	Atmega 328 NodeMcuESP8266	-LCD -Motor Stepper -Motor DC

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai, dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh. Penggunaan transformator yang sederhana dan handal memungkinkan dipilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan serta merupakan salah satu sebab penting bahwa arus bolak-balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik.^[8]

2.2.2 Arduino IDE

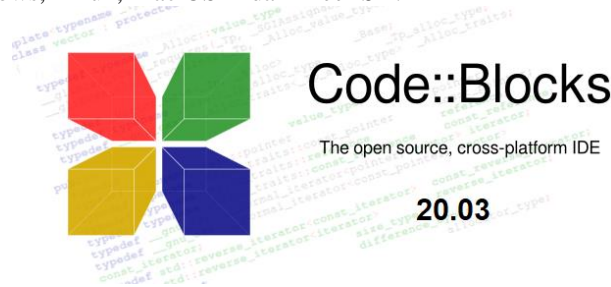
Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pertama perlu dipahami bahwa kata “*platform*” disini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler.^[9]



Gambar 2.1 Arduino IDE^[9]

2.2.3 CodeBlocks IDE

Code block adalah adalah suatu program lingkungan pengembangan terpadu bebas, nirlaba, bersumber terbuka dan lintas *platform*. Program yang ditulis dalam C++ beserta *Widgets* untuk GUI-nya ini bisa digunakan bersama dengan berbagai macam kompilator, contohnya GCC dan Visual C++. Sekarang ini, Code::Blocks lebih tersedia sebagai perangkat pengembangan dalam bahasa C dan C++, walaupun program ini juga bisa disesuaikan, dan mungkin akan membutuhkan pemasangan tambahan, untuk pengembangan perangkat lunak *ARM, AVR, DirectX, FLTK, Fortran, GLFW, GLUT, GTK+, Irrlicht, Lightfeather, MATLAB, OGRE, OpenGL, Qt, SDL, SFML, STL, SmartWin* dan *wx*. Code::Blocks tersedia di sistem operasi Windows, Linux, Mac OS X dan *FreeBSD*.^[9]



Gambar 2.2 CodeBlocks IDE^[9]

2.2.4 Blynk

Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui internet. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat *hardware*, menampilkan data sensor, menyimpan data, *visualisasi*, dan lain-lain. Aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama. yaitu *aplikasi, server, dan libraries*. Blynk server berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara *smartphone* dan *hardware*. *Widget* yang tersedia pada Blynk diantaranya adalah *button, value display, history graph, twitter, dan email*. Blynk tidak terikat dengan beberapa jenis mikrokontroler namun harus didukung *hardware* yang dipilih. NodeMCU dikontrol dengan internet melalui WiFi, *chip ESP8266*, Blynk akan dibuat *online* dan siap untuk *Internet of Things*.^[11]



Gambar 2.3 Blynk ^[11]

2.2.5 Mikrokontroler AVR ATmega328P

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegaard's Risc Processor*) ATmega328P merupakan seri mikrokontroler *Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS)* 8-bit buatan Atmel berbasis arsitektur *RISC (Reduced Instruction Set Computer)*. Hampir semua instruksi pada program dieksekusi dalam satu siklus *clock*. ATmega328P mempunyai *8 Kbyte in-Sistem Programmable Flash* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang (*read/write*) dengan koneksi secara serial yang disebut *Serial Peripheral Interface (SPI)*. AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu memiliki kecepatan dalam mengeksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* (lebih cepat dibandingkan mikrokontroler keluarga MCS 51 yang memiliki arsitektur *Complex Intrukstion Set Compute*). ATmega328P mempunyai throughput mendekati *1 Millions Instruction Per Second (MIPS)* per MHz, sehingga membuat konsumsi daya menjadi rendah terhadap kecepatan proses eksekusi perintah. ^[12]



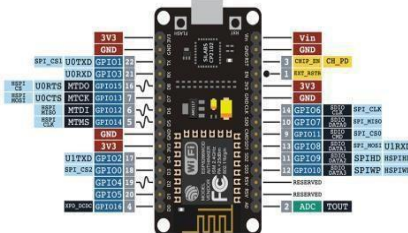
Gambar 2.4 Mikrokontroler AVR ATmega328P ^[12]

Tabel 2.2 Spesifikasi AVR ATmega328P

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan <i>input</i> yang disarankan	7-12V
Batas tegangan <i>input</i>	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14
Jumlah pin <i>input analog</i>	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Memori	32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

2.2.6 NodeMCU ESP 8266

NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler yang *didesain* dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi untuk *konektivitas* jaringan Wifi antara mikrokontroler itu sendiri dengan jaringan Wifi. NodeMCU berbasis bahasa pemrograman Lua namun dapat juga menggunakan Arduino IDE untuk pemrogramannya. ^[13]

Gambar 2.5 NodeMcu 8266 ^[13]

Tabel 2.3 Spesifikasi NodeMCU 8266

Spesifikasi Produk		
1	Nama	ESP8266 12-E
2	Pin I/O <i>digital</i>	11 buah, mendukung interrupt, PWM, I2C, <i>OneWire</i> (kecuali pin D0)
3	Pin I/O <i>analog</i>	1 buah, 3.2V
4	Tegangan operasi	3.3 V
5	<i>Clock speed</i>	80Mhz/160Mhz
6	<i>Flash</i>	4M
7	USB <i>controller</i>	Cp2102

2.2.7 Motor Stater DC

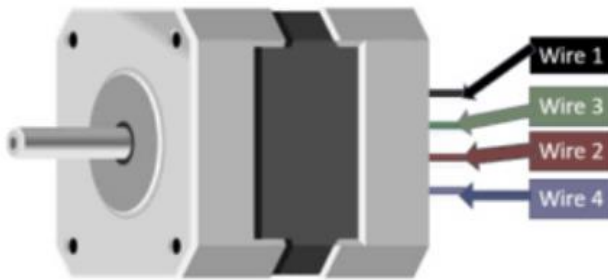
Motor Listrik DC atau DC Motor adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai motor arus searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat Elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC. ^[14]

**Gambar 2.6 Motor Stater ^[14]****Tabel 2.4 Spesifikasi Motor Stater DC 20V**

Spesifikasi Produk		
1	Nama	Motor Stater DC
2	Tegangan suplai	24 V
3	Daya	500 W
4	kecepatan	2800 rpm

2.2.8 Motor Stepper Nema 23

Motor stepper adalah perangkat *elektromekanis* yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis. Motor stepper merupakan motor yang memiliki perbedaan pada segi putarannya dalam motor DC dan AC. Motor stepper merupakan motor DC yang tidak mempunyai komutator. Umumnya motor stepper hanya mempunyai kumparan pada bagian stator sedangkan pada bagian rotor merupakan magnet permanen (bahan *ferromagnetic*). Karena konstruksi inilah maka motor stepper dapat diatur posisinya pada posisi tertentu dan/atau berputar ke arah yang diinginkan, apakah searah jarum jam atau sebaliknya. Ada tiga jenis motor stepper: motor stepper magnet permanen, *variable reluctance* dan *hybrid*. Semua jenis tersebut melakukan fungsi dasar yang sama, tetapi mempunyai perbedaan penting pada beberapa aplikasi. ^[15]



Gambar 2.7 Motor Stepper Nema23 ^[15]

Tabel 2.5 Spesifikasi Motor Stepper Nema 23

Spesifikasi Produk		
1	Nama	Stepper motor nema 23
2	Derajat pergerakan	1,8 derajat
3	Step tiap putaran	200
4	Arus	1,5 – 2,0 A
5	Berat	625 g
6	<i>Dimensi</i>	S7 x 57 x 54
7	Diameter shaft	6,35 mm (1/4 in)

2.2.9 LCD 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. ^[16]



Gambar 2.8 LCD 16x2 ^[16]

Tabel 2.6 Spesifikasi LCD 16x2

Spesifikasi Produk		
1	Nama	LCD 16x2
2	Jenis LCM	Karakter
3	Menampilkan	2 baris X 16-karakter
4	Tegangan	5V DC
5	<i>Dimensi</i> modul	80mm x 35mm x 11mm
6	Luas area	64.5mm x 16mm
7	Fitur 2C / I2C	4 kabel

2.2.10 Keypad

Keypad adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. *Keypad* berfungsi sebagai *interface* antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*). *Matrix keypad* 3x4 pada artikel ini merupakan salah satu contoh *keypad* yang dapat digunakan untuk berkomunikasi antara manusia dengan mikrokontroler. *Matrix keypad* 3x4 memiliki konstruksi atau susunan yang simple dan hemat dalam penggunaan port mikrokontroler. Konfigurasi *keypad* dengan susunan bentuk matrix ini bertujuan untuk penghematan *port* mikrokontroler karena jumlah *key* (tombol) yang dibutuhkan banyak pada suatu sistem dengan mikrokontroler. ^[17]



Gambar 2.9 Keypad 3x4 ^[17]

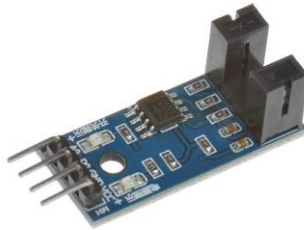
Tabel 2.7 Spesifikasi Keypad 3x4

Spesifikasi Produk		
1	Nama	Keypad 3x4
2	Ukuran	69.2 x 76.9 x 0.8mm
3	Koneksi	Dupont 7 pins, 2.54mm Pitch
4	Max. Circuit Rating	35VDC, 100mA
5	Dielectric Withstand	250VRms (60Hz, 1min
6	Insulation Spec	100M Ohm, 100V
7	Cable Length	86mm (include connector)

2.2.11 Sensor Optocoupler

Sensor Optocoupler merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan sinar inframerah, Sensor ini banyak dipakai untuk mendeteksi jarak ataupun pergerakan suatu benda dengan cara memberikan kisi-kisi ataupun baling-baling sehingga akan terdapat celah dan penghalang. Cara kerja dari sensor optocoupler adalah bila terhalang maka *output* akan *open*, dan bila tidak terhalang *output* akan *short*.

Optocoupler juga dikenal dengan sebutan *Opto-isolator*, *Photocoupler* atau *Optical Isolator*. Optocoupler adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai penghubung berdasarkan cahaya sebagai optik. Pada dasarnya Optocoupler terdiri dari 2 bagian utama yaitu *transmitter* yang berfungsi sebagai pengirim cahaya optik dan *receiver* yang berfungsi sebagai pendeteksi sumber cahaya. Masing-masing bagian Optocoupler (*Transmitter* dan *Receiver*) tidak memiliki hubungan konduktif rangkaian secara langsung tetapi dibuat sedemikian rupa dalam satu kemasan komponen. Jenis-jenis Optocoupler yang sering ditemukan adalah Optocoupler yang terbuat dari bahan Semikonduktor dan terdiri dari kombinasi LED (*Light Emitting Diode*) dan *Phototransistor*. ^[18]



Gambar 2.10 Sensor Optocoupler ^[18]

Tabel 2.8 Spesifikasi Sensor Optocoupler

Spesifikasi Produk		
1	Nama	Sensor Optocoupler
2	Tegangan kerja	3.3-5V
3	Format <i>Output</i>	Digital DO (0 dan 1)
4	Ukuran	3.2x1.4cm
5	<i>Comparator wide voltage</i>	LM393
6	Lebar celah	5 mm

2.2.12 Adaptor

Adaptor adalah sebuah rangkaian yang berguna untuk mengubah tegangan AC yang tinggi menjadi DC yang rendah. Adaptor merupakan sebuah alternatif pengganti dari tegangan DC (seperti; baterai, Aki) karena penggunaan tegangan AC lebih lama dan setiap orang dapat menggunakannya asalkan ada aliran listrik di tempat tersebut. ^[19]



Gambar 2.11 Adaptor ^[19]

Tabel 2.9 Spesifikasi Adaptor

Spesifikasi Produk		
1	Nama	Adaptor Charger Laptop Asus X550Z X550DP X550D
2	<i>Output V</i>	19V
3	<i>Output A</i>	4.74A
4	<i>Input V</i>	220 V

2.2.13 Sensor Tegangan PZEM004-T

Modul PZEM-004T adalah sebuah modul sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur daya, tegangan, arus dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Modul ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus yang sudah terintegrasi. Dalam penggunaannya, alat ini khusus untuk penggunaan dalam ruangan dan beban yang terpasang tidak diperbolehkan melebihi daya yang sudah ditetapkan. ^[20]

**Gambar 2.12 Sensor PZEM-004T****Tabel 2.10 Spesifikasi Sensor PZEM-004T**

Spesifikasi Produk		
1	Nama	Sensor PZEM 004t
2	<i>Working voltage</i>	80 ~ 260VAC
3	<i>Rated power</i>	100A / 22000W
4	<i>Working Frequency</i>	45-65Hz
5	<i>Measurement accuracy</i>	1.0

2.2.14 Sensor Tegangan ZMPT101B

Modul sensor ZMPT101B adalah sensor tegangan yang dapat mengukur tegangan dari 0-1000V. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan menurunkan tegangan masukan menggunakan *step down transformer*, kemudian dengan masuk ke op-amp dan akan didapat nilai keluaran yang stabil tergantung dari nilai masukannya. Sensor ZMPT101B merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk melakukan *monitoring* terhadap parameter tegangan, serta dilengkapi dengan keunggulan memiliki sebuah *ultra micro voltage transformer*, akurasi tinggi dan konsistensi yang baik untuk melakukan pengukuran tegangan dan daya. ^[21]



Gambar 2.13 Sensor ZMPT101B ^[21]

Tabel 2.11 Spesifikasi Sensor ZMPT101B

Spesifikasi Produk		
1	Nama	Sensor ZMPT101B
2	<i>Rated Input Current</i>	2 mA
3	<i>Rated output Current</i>	2 mA
4	<i>Operating range</i>	0-1000V

2.2.15 Buzzer

Buzzer merupakan suatu komponen yang dapat menghasilkan suara yang mana apabila diberi tegangan pada *input* komponen, maka akan bekerja sesuai dengan karakteristik dari alarm yang digunakan. ^[22]



Gambar 2.14 Buzzer ^[22]

2.2.16 SketchUp

Google SketchUp adalah program grafis 3D yang dikembangkan oleh Google yang mengombinasikan seperangkat alat (*tools*) yang sederhana, namun sangat handal dalam desain grafis 3D di dalam layar komputer. Program grafis ini berhasil menjadi pendatang baru di dunia grafis 3D yang disegani dan mampu menyamai keunggulan berbagai perangkat lunak grafis 3D lainnya yang terlebih dahulu dikenal. Selain fitur-fiturnya yang *user friendly*, Google SketchUp juga tersedia secara gratis (kecuali untuk versi Pro) bagi semua orang yang tertarik untuk mempelajari dunia grafis 3D, sesuai dengan *tagline* yang diembannya, yakni ‘*3D Modelling for Everyone*’.^[23]



Gambar 2.15 SketchUp

2.2.17 Energi Listrik

Energi listrik yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan. Rumus untuk mencari energi listrik dalam satuan *watt hour* (Wh) seperti pada persamaan (1)^[24].

$$W = P \times t \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

W : Energi (W)

P : Daya (watt)

t : Waktu (jam)

2.2.18 Arus listrik

Arus listrik merupakan aliran dari muatan listrik dari suatu titik ke titik yang lain. Arus listrik terjadi karena adanya media penghantar antara dua titik yang mempunyai beda potensial. Semakin besar beda potensial dua titik tersebut maka semakin besar pula arus listrik yang mengalir. Dari aliran arus listrik inilah diperoleh tenaga listrik yang disebut dengan daya. Satuan kuat listrik dinyatakan dalam Ampere atau disingkat dengan huruf A besar.^[24]

2.2.19 Tegangan DC

Tegangan DC adalah tegangan arus searah. Tegangan arus searah adalah arus listrik yang mengalir pada suatu hantaran yang tegangannya berpotensi tetap dan tidak berubah-ubah. Listrik DC adalah listrik yang original, artinya listrik dasar yang dapat dihasilkan dari sumber-sumber susunan material alam. Tegangan DC arus listrik ini bergerak dari kutub positif ke kutub negatif dan polaritas arus ini selalu tetap. Sumber arus searah misalnya aki, baterai, beberapa jenis elemen dan generator searah. Tegangan DC sumber arus ini biasanya ditandai adanya kutub positif dan kutub negatif. ^[24]

2.2.20 Tegangan AC

Tegangan AC (*Alternating Current*) adalah tegangan dengan aliran arus bolak-balik. Tegangan AC tidak memiliki notasi/tanda seperti tegangan DC. Oleh karena itu pemasangan tegangan AC pada rangkaian boleh terbalik kecuali untuk aplikasi tegangan AC 3 phase pada motor listrik. Sumber-sumber tegangan AC diantaranya adalah listrik rumah tangga (dari PLN), genset, dinamo sepeda dan alternator pada mobil atau sepeda motor. ^[24]

2.2.21 Daya Listrik

Daya listrik adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik dinyatakan dalam satuan 1 HP setara 746 Watt atau lbf/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt. Daya dinyatakan dalam P, tegangan dinyatakan V dan arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan seperti pada persamaan (2): ^[24]

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2)$$

Daya listrik dibagi menjadi 3 yaitu daya aktif, daya reaktif, daya nyata. Penjelasan masing-masing daya adalah sebagai berikut:

1) Daya Aktif

Daya aktif adalah daya yang memang benar – benar digunakan dan terukur pada beban. Daya aktif dibedakan berdasarkan penggunaannya, yaitu pada satu fasa atau tiga fasa. Rumus untuk mencari daya aktif ditunjukkan pada persamaan (3) – (4)

Secara matematis dapat ditulis :

$$\text{Untuk 1 fasa : } P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Untuk 3 fasa : } P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi \cdot \sqrt{3} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

P = Daya aktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Amper)

$\cos \phi$ = Faktor Daya

2) Daya Semu

Daya semu adalah nilai tenaga listrik yang melalui suatu penghantar. Daya semu merupakan hasil perkalian dari tegangan dan arus yang melalui penghantar. Daya semu dibedakan berdasarkan penggunaannya, yaitu pada satu fasa dan tiga fasa. Rumus untuk mencari daya semu ditunjukkan pada persamaan (5) – (6).

Secara matematis dapat dituliskan :

Untuk 1 fasa : $S = V \cdot I$ (5)

Untuk 3 fasa : $S = V \cdot I \cdot \sqrt{3}$ (6)

Keterangan :

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

3) Daya Reaktif

Daya reaktif adalah daya yang dihasilkan oleh peralatan – peralatan listrik. Sebagai contoh, pada motor listrik terdapat 2 daya reaktif panas dan mekanik. Daya reaktif panas karena kumparan pada motor dan daya reaktif mekanik karena perputaran. Daya reaktif adalah hasil perkalian dari tegangan dan arus dengan vektor daya. Rumus untuk mencari daya reaktif ditunjukkan pada persamaan (7) – (8)

Secara matematis dapat dituliskan :

Untuk 1 fasa : $Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$ (7)

Untuk 3 fasa : $Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \cdot \sqrt{3}$ (8)

Keterangan :

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\sin \phi$ = Besaran Vektor Daya