

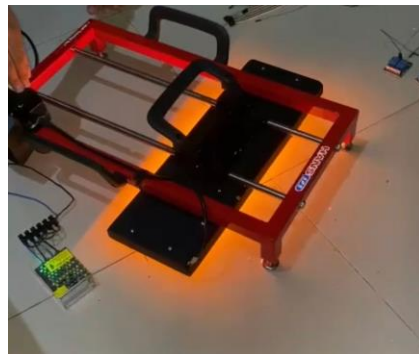


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pengering Sablon

Sistem pengering sablon adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengeringkan sablon atau cetakan yang telah diaplikasikan pada suatu bahan, seperti kain, kaos, mug, atau media lainnya. Proses pengeringan sablon sangat penting dalam industri percetakan, karena pengeringan yang tidak sempurna dapat menyebabkan sablon menjadi rusak atau pudar, sehingga mengurangi kualitas dan daya tahan sablon.



Gambar 2.1 Alat Curing Sablon

Sistem pengering sablon dapat dilakukan secara manual atau otomatis. Pada sistem pengering sablon manual, sablon yang telah dicetak diaplikasikan pada bahan, kemudian bahan tersebut diangin-anginkan atau dikeringkan dengan sinar matahari secara alami. Proses pengeringan secara manual memerlukan waktu yang lama dan kurang efektif dalam meningkatkan produktivitas dalam proses produksi.

Oleh karena itu, penggunaan sistem pengering sablon otomatis dapat menjadi solusi yang lebih efektif dan efisien dalam proses produksi. Sistem pengering sablon otomatis dapat dilengkapi dengan sensor suhu dan sensor waktu untuk mengontrol suhu dan waktu pengeringan dengan lebih akurat, sehingga dapat menghasilkan hasil yang lebih optimal dan meningkatkan efisiensi dalam proses produksi.



Selain itu, sistem pengering sablon otomatis dapat dilengkapi dengan motor DC PWM berbasis Arduino yang dapat mengatur putaran motor dengan presisi dan akurat, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses pengeringan sablon. Dengan sistem pengering sablon otomatis yang tepat, pengeringan sablon dapat dilakukan dengan waktu yang lebih singkat, dan hasil pengeringan yang lebih optimal dan konsisten.

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (Integrated Circuit) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. (Gunawan I.K.W & DKK, 2020).

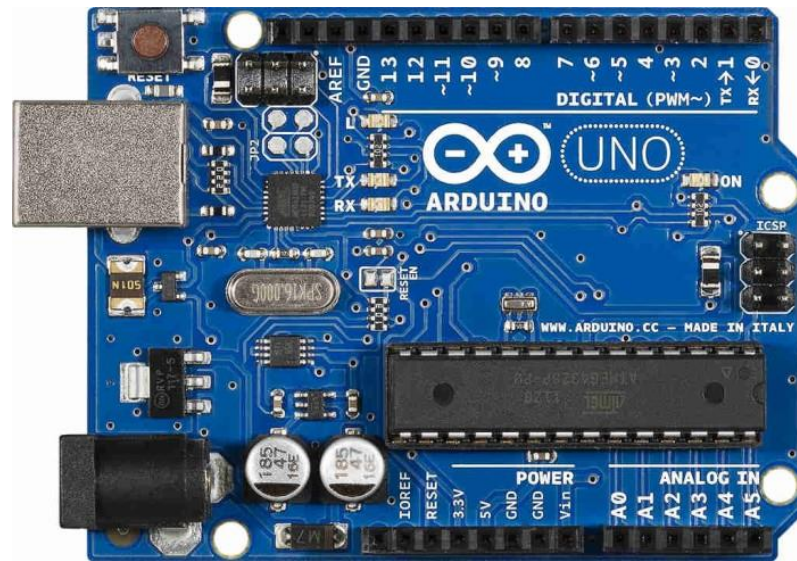
Mikrokontroler memiliki kemampuan untuk menerima sinyal input dari perangkat I/O, memproses sinyal tersebut menggunakan program yang telah ditanamkan pada memori, dan memberikan sinyal output untuk mengendalikan perangkat elektronik yang terhubung dengannya. Program yang ditanamkan pada memori mikrokontroler dapat ditulis menggunakan bahasa pemrograman tertentu, seperti Assembly, C, atau bahasa pemrograman lainnya.

Mikrokontroler biasanya digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kontrol yang presisi, efisiensi energi yang tinggi, dan ukuran yang kecil. Mikrokontroler memiliki keuntungan dibandingkan dengan sistem komputer yang lebih besar, seperti biaya yang lebih rendah, konsumsi daya yang lebih kecil, dan ukuran yang lebih kecil, sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan kontrol elektronik yang presisi dan efisien.

Beberapa jenis mikrokontroler yang populer di pasaran adalah Arduino, Raspberry Pi, PIC, dan STM32. Setiap jenis mikrokontroler memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, tergantung pada aplikasi dan kebutuhan penggunaannya.

2.2.1 Arduino Uno R3

Arduino UNO R3 adalah jenis Arduino UNO yang dikeluarkan pada tahun 2011. R3 sendiri berarti revisi yang ke tiga. Mikrokontroler yang digunakan adalah Atmega328 keluaran Atmel. Mikrokontroler tersebut adalah mikrokontroler 8 bit (Zanofa A.P & DKK, 2020).



Gambar 2.2 Tampilan Arduino Uno R3

(Sumber: <https://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>)

¹Berikut adalah beberapa fitur dan spesifikasi Arduino Uno R3 secara detail:

1. Mikrokontroler: Arduino Uno R3 dilengkapi dengan mikrokontroler ATmega328P dengan kecepatan clock 16 MHz. Mikrokontroler ini memiliki 32 KB flash memory untuk program, 2 KB SRAM untuk data, dan 1 KB EEPROM untuk penyimpanan data non-volatile.
2. Pin Input/Output (I/O): Board ini dilengkapi dengan 14 pin digital I/O, di mana 6 di antaranya dapat digunakan sebagai pin analog input. Selain itu, terdapat juga 6 pin PWM (Pulse-Width Modulation) untuk mengontrol kecepatan motor atau nilai dari LED. Board ini juga memiliki 1 pin TX dan 1 pin RX untuk komunikasi serial.

¹ Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 22-27.



3. Konektivitas: Arduino Uno R3 memiliki konektor USB untuk memprogram dan berkomunikasi dengan perangkat lainnya. Board ini juga dilengkapi dengan ICSP (In-Circuit Serial Programming) header untuk memprogram mikrokontroler menggunakan programmer eksternal.
4. Kompatibilitas: Arduino Uno R3 dapat digunakan dengan berbagai macam perangkat tambahan atau shield yang terdapat di pasaran. Selain itu, board ini juga kompatibel dengan software Arduino IDE yang mudah digunakan oleh pemula dan mendukung bahasa pemrograman C++.
5. Sumber daya: Board ini dapat dijalankan menggunakan adaptor listrik atau baterai 9V. Arduino Uno R3 juga memiliki regulator tegangan internal yang mengonversi input tegangan menjadi tegangan yang sesuai untuk mikrokontroler dan perangkat lainnya.

Kelebihan lain dari Arduino Uno R3 adalah adanya komunitas yang aktif dalam pengembangan dan berbagi proyek serta sumber daya yang dapat diakses secara gratis. Dengan spesifikasi yang memadai dan mudah digunakan, Arduino Uno R3 dapat menjadi pilihan yang tepat bagi pemula dan pengembang yang ingin belajar dan mengembangkan aplikasi elektronik.

2.3 Motor DC 12V

Motor DC 12V adalah jenis motor listrik yang menggunakan sumber daya listrik DC (Direct Current) dengan tegangan 12 volt. Motor DC 12V dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pada mesin-mesin industri, kendaraan, dan peralatan rumah tangga.

Motor DC 12V terdiri dari beberapa komponen, di antaranya adalah stator (bagian tetap motor), rotor (bagian berputar motor), dan komutator (sebuah komponen yang mengubah arah aliran listrik dalam motor). Prinsip kerja motor DC adalah dengan memanfaatkan medan magnetik yang dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir pada kumparan-kumparan yang terletak pada stator dan rotor. Saat arus listrik dialirkan ke dalam kumparan-kumparan pada stator, medan magnetik yang dihasilkan akan menarik rotor sehingga motor dapat berputar.



Gambar 2.3 Motor DC 12V

(Sumber: https://sea.banggood.com/id/775-Motor-DC-12V-10000rpm-Motor-Double-Ball-Bearings-150W-Large-Torque-High-Power-Motor-p-1233434.html?cur_warehouse=CN)

Motor DC 12V memiliki beberapa kelebihan, seperti ukuran yang relatif kecil, biaya yang terjangkau, mudah untuk dikendalikan, dan memiliki torsi awal yang tinggi. Namun, motor DC juga memiliki kekurangan, seperti efisiensi yang kurang baik, sulit untuk digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kecepatan tinggi dan dapat mengalami masalah saat digunakan dalam waktu yang lama.

Untuk mengontrol kecepatan motor DC 12V, biasanya digunakan teknologi PWM (Pulse-Width Modulation). PWM adalah teknik untuk mengontrol jumlah daya listrik yang diberikan ke motor dengan mengatur lebar pulsa sinyal listrik yang diberikan ke motor. Semakin lebar pulsa sinyal listrik, semakin besar jumlah daya listrik yang diberikan ke motor dan sebaliknya. Teknik PWM dapat digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC 12V secara efektif dan efisien.

2.4 Sensor Suhu

Sensor suhu adalah alat yang digunakan untuk mengubah besaran panas menjadi besaran listrik yang dapat dengan mudah dianalisis besarnya. Ada beberapa metode yang digunakan untuk membuat sensor ini, salah satunya dengan



cara menggunakan material yang berubah hambatannya terhadap arus listrik sesuai dengan suhunya.

A. Jenis-Jenis Sensor Suhu

1. RTD (Resistance Temperature Detector)

RTD adalah salah satu dari beberapa jenis sensor suhu yang sering digunakan. RTD dibuat dari bahan kawat tahan korosi, kawat tersebut dililitkan pada bahan isolator keramik. Bahan kawat untuk pembuatan RTD tersebut antara lain platina, emas, perak, nikel dan tembaga, yang terbaik adalah bahan platina karena dapat digunakan untuk mendeteksi suhu sampai 1500 °C. Sedangkan tembaga hanya dapat digunakan untuk sensor suhu yang lebih rendah dan harganya lebih murah, tetapi tembaga mudah korosi.

Prinsip kerja RTD

Prinsip kerjanya berdasarkan pada prinsip pengukuran hambatan listrik suatu bahan yang dapat berubah karena pengaruh suhu. Hubungan antara resistansi RTD dan suhu sekitarnya sangat dapat diprediksi, dan sangat memungkinkan untuk pengukuran

suhu yang akurat dan konsisten. Dengan memasang sensor suhu RTD dengan arus konstan dan mengukur drop tegangan yang dihasilkan pada resistor, maka resistansi RTD dapat dihitung dan besarnya suhu dapat ditentukan. Sensor RTD mengambil pengukuran ketika arus DC kecil dipasang ke sensor. Arus mengalir melalui impedansi resistor, dan mengalami penurunan tegangan sepanjang resistor. Besarnya arus pasokan yang berbeda dapat digunakan tergantung pada resistansi nominal RTD.. Untuk mengurangi pemanasan sendiri pada sensor RTD, disuahkan arus pasokan harus tetap rendah, umumnya sekitar 1 mA atau kurang dari itu.



KONFIGURASI RTD

a. Konfigurasi Lilitan Kawat

Konfigurasi lilitan kawat merupakan jenis RTD kumparan dalam atau RTD kumparan luar. Konstruksi RTD kumparan dalam terdiri dari kumparan resistif yang dililitkan melalui sebuah lubang pada isolator keramik, sedangkan konstruksi RTD kumparan luar melibatkan lilitan bahan resistif yang berkeluk-luk di sekitar silinder keramik atau kaca, yang kemudian diisolasi.

b. Konfigurasi Film Tipis

Konstruksi RTD Film tipis memiliki lapisan tipis bahan resistif yang disimpan pada substrat keramik yang melalui proses deposisi, yaitu proses sebuah jalur bahan resistif yang kemudian diukir ke sensor menggunakan pemangkasan laser untuk mencapai nilai nominal sesuai karakteristik sensor. Bahan resistif tersebut kemudian dilindungi dengan lapisan tipis dari kaca dan dipasang kabel utama yang dilas ke bantalan pada sensor dan ditutup dengan kaca.

RTD film tipis memiliki keunggulan dibandingkan dengan konfigurasi kumparan kawat. Keunggulan utamanya yaitu bahwa lebih murah, lebih kasar, lebih tahan

getaran, dimensi lebih kecil, waktu respon lebih baik, karakteristik hysteresis lebih baik serta ketahanan kemasannya lebih tinggi. Untuk rentang waktu yang lama dan suhu yang tinggi RTD kumparan kawat akurasi jauh lebih baik, tetapi berkat perkembangan teknologi RTD terakhir, sekarang ada teknologi RTD film tipis yang mampu mencapai tingkat akurasi yang sama dengan RTD kumparan kawat.

Kelebihan dan Kekurangan

Dalam penggunaannya, RTD (PT100) juga memiliki kelebihan dan kekurangan yaitu salah satu kelebihan dari sensor bimetal adalah portabilitasnya dan tanpa perlu menggunakan power supply. Namun bimetal biasanya tidak cukup akurat bila dibandingkan dengan perangkat sensor suhu yang lain, selain itu penggunaan sensor bimetal juga tidak mudah untuk menampilkan atau merekam nilai suhu, seperti yang biasa dilakukan oleh sensor termokopel, RTD, dan jenis sensor suhu lainnya. Akan tetapi penggunaan bimetal akan memberikan keuntungan yang pasti bila digunakan dalam aplikasi yang tepat.

Aplikasi Thermostat

Salah satu aplikasi dari thermostat adalah pada setrikaan listrik pada setrika jika suhu melebihi batas yang telah ditentukan maka setrika akan mati sendiri dan akan ada bunyi "tik", itu sebenarnya adalah Bimetallic temperature sensor yang sedang melengkung. Disini bimetal berfungsi sebagai saklar suhu otomatis yang akan memutus kontak listrik jika suhu setrika melebihi batas yang ditentukan.

Sensor Suhu Thermocouple MAX6675



Gambar 2.4 Sensor Suhu Thermocouple MAX6675

(Sumber: https://www.arduinoopak.com/Prd_Detail.aspx?Prd_ID=21347)

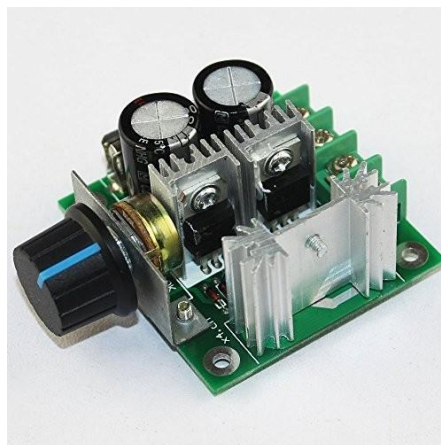
MAX6675 adalah salah satu dari sekian banyak modul yang kompatibel dengan Arduino dan dapat berperan sebagai kompensasi cold junction termokopel

tipe K. MAX6675 dipilih dari sekian banyak modul karena range pengukurannya yang besar yaitu dapat mengukur suhu pada hot junction 0°C sampai 1024°C .

2.5 Pulse Width Modulation (PWM)

PWM digunakan untuk mengatur intensitas cahaya inframerah yang dihasilkan oleh lampu. PWM merupakan perbandingan antara waktu on dan waktu off lampu yang dinyatakan dengan prosentase (Nurcipto D. & Gandha G.I, 2017).

Dalam PWM, sinyal digital yang diberikan berupa gelombang persegi dengan amplitudo tetap, namun lebar pulsa sinyal tersebut dapat diatur sedemikian rupa sehingga kecepatan atau kekuatan output dapat berubah-ubah. Misalnya pada pengendalian kecepatan motor DC, semakin lebar pulsa sinyal PWM yang diberikan, maka semakin cepat pula putaran motor DC tersebut.²



Gambar 2.5 PWM(Pulse Width Modulation)

(Sumber: <https://shopee.co.id/DC-Motor-Speed-Controller-Light-Lamp-Lampu-LED-Dimmer-PWM-Voltage-Regulator-90W-4.5V-35V-5V-9V-12V-24V-5A-Knob-Knop-Potensio-Potensiometer-Potentiometer-Adjustable-Module-Modul-Kontroller-Kontroler-Pengatur-Kecepatan-Dinamo-i.205419684.11604120215>)

PWM dapat dihasilkan oleh berbagai jenis mikrokontroler, termasuk Arduino. Pada Arduino, modul PWM dapat diatur dengan menggunakan fungsi

² Nurcipto, D., & Gandha, G. I. (2017). Pengendalian Dosis Inframerah pada Alat Terapi Menggunakan Pulse Width Modulation (PWM). *Sist. Kendali-Tenaga- Elektronika- Telekomunikasi-Komputer*, 6(2), 194-204.



analogWrite(), dengan parameter nilai yang diberikan dalam rentang 0-255. Semakin tinggi nilai parameter yang diberikan, maka semakin lebar pulsa sinyal PWM yang dihasilkan, dan semakin besar kecepatan atau kekuatan output yang diinginkan.

Keuntungan dari penggunaan teknik PWM adalah efisiensi daya yang lebih tinggi dibandingkan dengan teknik pengendalian dengan mengatur tegangan atau arus secara langsung, serta kontrol yang lebih akurat dan stabil pada pengaturan kecepatan atau kekuatan output.

2.6 *Limit Switch*

Pengaplikasian Limit Switch berbagai dibidang industri dan sistem otomatisasi. pengaplikasian limit switch diterapkan sebagai berikut :

1. Pemosisian mesin: *Limit switch* dapat digunakan untuk mendeteksi posisi akhir atau batas pergerakan mesin. Mereka membantu dalam mengontrol pergerakan dan memastikan mesin berhenti pada posisi yang ditentukan.
2. Keamanan industri: *Limit switch* digunakan dalam sistem keselamatan industri untuk menghentikan mesin atau peralatan saat mencapai batas-batas tertentu yang berpotensi berbahaya bagi operator atau peralatan.
3. Pengendalian konveyor: *Limit switch* dipasang pada konveyor untuk mendeteksi posisi dan menentukan kapan barang atau bahan harus dipindahkan, atau kapan menghentikan konveyor saat terjadi kesalahan atau kegagalan.
4. Pengendalian pintu atau gerbang: *Limit switch* digunakan dalam sistem pengendalian akses atau pintu otomatis untuk mendeteksi posisi pintu terbuka atau tertutup, mengatur waktu pengoperasian, dan memberikan keamanan pada pengguna



Gambar 2.6 Limit Switch

(Sumber: <https://www.listrikmu.com/2021/06/limit-switch-merupakan-saklar-yang.html>)

Cara kerja limit switch dapat bervariasi tergantung pada jenis switch yang digunakan, namun prinsip dasarnya adalah sebagai berikut:

1. Bagian objek atau bagian mesin akan menyentuh tuas atau rol *limit switch* ketika mencapai titik batas atau posisi tertentu.
2. *Limit switch* akan memutuskan atau membuka sirkuit listrik yang terhubung pada mesin setelah terjadi kontak.
3. Untuk menghentikan atau membalikkan pergerakan objek tersebut, kondisi ini akan memberikan sinyal pada sistem kontrol.
4. Kontak pada *limit switch* akan terlepas dan sirkuit listrik akan kembali terhubung ketika objek atau bagian mesin kembali bergerak.
5. Sistem kontrol akan mengambil tindakan berdasarkan sinyal yang diterima dari *limit switch* untuk mengatur pergerakan objek atau bagian mesin selanjutnya.

Biasanya *limit switch* dipasang pada titik-titik yang kritis atau pada akhir perjalanan suatu mesin untuk memastikan bahwa mesin tidak melampaui batas atau posisi yang ditentukan guna mencegah kerusakan. Pemasangan *limit switch* bisa dalam berbagai posisi dan dengan berbagai konfigurasi elektrik,



seperti *normally open* (NO) atau *normally close* (NC) dan bisa disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi.

Normally open dan *normally close* yaitu dua jenis konfigurasi saklar atau switch yang digunakan dalam aplikasi elektronik dan otomasi. Saklar *normally open* merupakan saklar yang dalam keadaan diam atau tidak teraktivasi ketika kontak atau terminal pada saklar tersebut terbuka atau tidak terhubung. Kontak pada saklar NO akan tertutup atau terhubung ketika saklar diaktifkan, sehingga memungkinkan aliran listrik melalui saklar tersebut.

Saklar *normally close* merupakan saklar yang dalam keadaan diam atau tidak teraktivasi ketika kontak pada saklar tersebut terhubung atau tertutup. Kontak pada saklar NC akan terbuka atau tidak terhubung ketika saklar diaktifkan, sehingga memutus aliran listrik melalui saklar tersebut.

Jenis – jenis *Limit Switch*

1. Saklar Tuas (*Lever Switch*)

Saklar tuas memiliki tuas atau pengungkit yang bisa bergerak bebas. Saklar akan aktif dan memberikan sinyal pada sistem kontrol ketika tuas terpapar oleh benda yang bergerak.

2. Saklar Pegas (*Spring Switch*)

Saklar pegas menggunakan pegas untuk mengembalikan tuas ke posisi semula setelah objek melewati batas yang ditentukan.

3. Saklar Rol (*Roller Switch*)

Saklar rol memiliki rol atau roda yang berputar dan bisa digunakan untuk mendeteksi pergerakan objek pada permukaan yang rata.

4. Saklar Tekan (*Push Button Switch*)

Saklar tekan biasa digunakan pada aplikasi yang membutuhkan kontrol manual dan memiliki tombol atau tekanan yang harus ditekan untuk mengaktifkan saklar.

5. Saklar Geser (*Sliding Switch*)

Saklar geser memiliki kontak atau terminal yang bergeser dan bisa digunakan untuk mendeteksi pergerakan objek dalam arah vertical maupun horizontal.

2.7 *Power Supply*

Power supply (pasokan daya) adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengubah arus listrik dari sumber daya listrik (misalnya jaringan listrik AC atau baterai) menjadi arus listrik yang sesuai dengan kebutuhan perangkat elektronik yang akan ditenagai.

Pengaplikasian *Power Supply*:

1. Elektronik konsumen: *Power supply* digunakan dalam peralatan elektronik konsumen seperti komputer, televisi, pemutar DVD, dan perangkat audio untuk menyediakan daya yang stabil dan teratur.
2. Telekomunikasi: *Power supply* digunakan dalam sistem telekomunikasi untuk memberikan daya pada peralatan jaringan seperti switch, router, dan perangkat transmisi.
3. Industri: *Power supply* digunakan dalam berbagai aplikasi industri termasuk sistem otomatisasi, mesin produksi, kontrol motor, dan peralatan industri lainnya.
4. Komputer dan Data Center: *Power supply* digunakan dalam komputer dan data center untuk menyediakan daya yang stabil dan terukur kepada komponen-komponen sistem seperti motherboard, prosesor, dan perangkat penyimpanan. *Gambar Power Supply*



Gambar 2.7 *Power Supply* 12V

Cara Kerja Power Supply:

1. Transformasi: *Power supply* umumnya menggunakan transformator untuk mengubah tegangan listrik dari sumber daya utama (misalnya jaringan listrik AC) menjadi tegangan yang sesuai dengan kebutuhan perangkat elektronik yang akan ditenagai.
2. Penyearah: Untuk perangkat elektronik yang menggunakan arus searah (DC), *power supply* menggunakan penyearah (*rectifier*) untuk mengubah arus listrik AC menjadi arus listrik DC. Penyearah dapat berupa dioda setengah gelombang (*half-wave rectifier*) atau dioda gelombang penuh (*full-wave rectifier*) yang mengubah siklus negatif arus AC menjadi siklus positif arus DC.
3. Stabilisasi: *Power supply* juga memiliki rangkaian regulasi tegangan (*voltage regulation*) untuk menjaga tegangan output tetap stabil dan teratur. Rangkaian ini dapat menggunakan regulator tegangan linier atau regulator tegangan switching (seperti *SMPS - Switched Mode Power Supply*) untuk mengendalikan tegangan output sesuai dengan kebutuhan.
4. Proteksi: *Power supply* juga dilengkapi dengan mekanisme perlindungan seperti perlindungan arus lebih, perlindungan suhu, dan perlindungan terhadap lonjakan atau fluktuasi tegangan. Perlindungan ini bertujuan untuk menjaga keamanan perangkat elektronik yang ditenagai dan mencegah kerusakan akibat gangguan listrik.

2.8 Step Down

Step-down converter atau *buck converter* biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik, seperti di industri, otomotif, telekomunikasi, dan perangkat-perangkat elektronik lainnya. Dengan kemampuannya untuk mengurangi tegangan listrik dengan efisiensi yang tinggi, *buck converter* memainkan peran penting dalam menyediakan tegangan yang stabil dan sesuai untuk berbagai komponen elektronik, seperti mikrokontroler, sensor, IC, dan lain sebagainya. Dengan menggunakan *buck converter*, kita dapat mengubah tegangan

listrik yang lebih tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah dengan keandalan dan efisiensi yang tinggi, sehingga memungkinkan perangkat elektronik untuk beroperasi secara optimal. beroperasi secara optimal.



Gambar 2.8 *Step Down* (Penurunan Tegangan)

Cara Kerja Step-Down:

1. Transformasi: *Step-down* transformer menggunakan prinsip induksi elektromagnetik untuk menurunkan tegangan. Transformator ini memiliki lebih banyak lilitan pada sisi primer (input) daripada pada sisi sekunder (output). Ketika tegangan AC diberikan ke sisi primer, medan magnet yang dihasilkan menginduksi tegangan yang lebih rendah pada sisi sekunder sesuai dengan perbandingan lilitan.
2. Regulasi tegangan: Pada regulator tegangan *step-down*, pengaturan tegangan dilakukan menggunakan komponen semikonduktor seperti transistor, *MOSFET*, atau regulator tegangan switching (seperti *regulator buck*). Komponen semikonduktor ini mengendalikan aliran arus listrik dengan mengubah siklus kerja (*duty cycle*) atau frekuensi switching sehingga menghasilkan tegangan output yang lebih rendah dari tegangan input.
3. Perlindungan dan kontrol: *Step-down converter* juga dilengkapi dengan mekanisme perlindungan seperti perlindungan arus berlebih (*overcurrent protection*), perlindungan suhu (*thermal protection*), dan perlindungan

tegangan berlebih (*overvoltage protection*) untuk menjaga stabilitas operasi dan mencegah kerusakan pada perangkat elektronik yang ditenagai.

Penting untuk memilih *step-down transformer* atau *converter* yang sesuai dengan kebutuhan tegangan dan daya perangkat yang akan ditenagai. Selain itu, pemeliharaan yang baik dan instalasi yang benar juga penting untuk memastikan kinerja yang andal dan aman.

2.9 Relay

³Relay berfungsi sebagai kontak utama saat mendapat trigger dari sensor cahaya saat ada atau tidak ada cahaya. Relay yang digunakan adalah jenis relay 12VDC dengan output 230V-8A, artinya relay ini bekerja pada tegangan 12 volt DC (direct current/ arus searah) dan memiliki kapasitas maksimal pada kontak bantu (NO/NC/COM) sebesar 230 volt dan berkapasitas arus 6 ampere. Relay dapat bekerja karena adanya medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Saat kumparan diberikan tegangan sebesar tegangan kerja relay maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan yang bersifat sebagai elektromagnet ini kemudian akan menarik saklar dari kontak NC ke kontak NO. Jika tegangan pada kumparan tidak mendapat tegangan maka medan magnet pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke kontak NC.



Gambar 2.9 Relay 5V

(Sumber: <https://id.szks-kuongshun.com/uno-board-shield/5v-two-channel-relay-module-with-optocoupler.html>)

³ Mohammad Noviansyah, Hafdiarsya Saiyar Akrob Juara: Jurnal Ilmu-ilmu Sosial 4 (4), 85-97, 2019



2.9.1 Fungsi Relay

Relay berfungsi sebagai alat pengganti saklar yang bekerja untuk mengontrol atau membagi arus listrik ataupun sinyal lain ke sirkuit rangkaian. Secara garis besar, fungsi relay adalah sebagai berikut :

1. Kontrol tegangan tinggi rangkaian dengan sinyal bertegangan rendah, seperti dalam beberapa jenis modem atau audio amplifier.
2. Kontrol sebuah rangkaian arus tinggi dengan sinyal arus rendah, seperti pada solenoid starter dari sebuah mobil.
3. Mendeteksi dan mengisolasi kesalahan pada jalur transmisi dan distribusi dengan membuka dan menutup pemutus rangkaian (perlindungan relay).
4. Mengendalikan rangkaian yang dikontrol ketika kedua rangkaian berada pada potensi yang berbeda, misalnya ketika mengendalikan sebuah perangkat bertenaga utama dari tegangan rendah switch.
5. Untuk mengontrol pencahayaan kantor sebagai kawat tegangan rendah dapat dengan mudah diinstal di partisi, yang dapat dipindahkan sesuai kebutuhan yang sering berubah
6. Logika fungsi. sebagai contoh, AND fungsi boolean direalisasikan dengan menghubungkan relay normal kontak terbuka secara seri, maka fungsi OR dengan menghubungkan normal kontak terbuka secara paralel.
7. Perubahan atas Formulir C kontak melakukan XOR fungsi. Fungsi yang sama untuk NAND dan NOR yang dicapai dengan menggunakan kontak normal tertutup.
8. Sebagai awal komputasi. Sebelum tabung vakum dan transistor, relay digunakan sebagai unsur-unsur logic dalam komputer digital.
9. Sebagai safety logika kritis. Karena relay jauh lebih tahan daripada semikonduktor radiasi nuklir, mereka banyak digunakan dalam keselamatan logika kritis, seperti panel kontrol penanganan limbah radioaktif mesin.
10. Sebagai waktu tunda fungsi. Relay dapat dimodifikasi untuk menunda pembukaan atau penutupan menunda satu set kontak yang sangat singkat (sepersekian detik) penundaan ini akan menggunakan tembaga disk antara



angker. Arus yang mengalir dalam disk mempertahankan medan magnet untuk waktu yang singkat, memperpanjang waktu rilis. Untuk sedikit lebih lama (sampai satu menit).

2.9.2 Jenis-Jenis Relay

Berikut beberapa jenis relay berdasarkan cara kerjanya yaitu:

1. *Normaly On*

Kondisi awal kontaktor tertutup (On) dan akan terbuka (Off) jika *relay* diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan atau koil *relay*. Atau biasa di sebut *Normaly Close (NC)*.

2. *Normaly Off*

Kondisi awal kontaktor terbuka (Off) dan akan tertutup jika *relay* diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan atau koil *relay*. Atau biasa disebut *Normaly Open (NO)*.

3. *Change-Over (CO)* atau *Double-Throw (DT)*

Relay jenis ini memiliki dua pasang terminal dengan dua kondisi yaitu *Normaly Open (NO)* dan *Normaly Close (NC)*.

2.10 Box Control Panel

Kontrol panel berfungsi untuk menata dan menampung semua perangkat elektronik yang terpasang pada system kelistrikan. kontrol panel berisi komponen-komponen elektronika yang harus terlindung dengan kontak dari luar, karena dikhawatirkan akan merusak komponen yang vital dan atau mencederai pengguna seperti contoh tersengat listrik atau short karena terkena air hujan, dan lain-lain.

Pengaplikasian elektonika daya Panel listrik dibedakan menjadi dua, yaitu panel daya dan panel distribusi listrik. Panel distribusi listrik berguna untuk mengalirkan energi listrik dari pusat atau gardu induk step down. Panel daya adalah tempat untuk menyalurkan dan mendistribusikan energi listrik dari gardu induk step down kepanel-panel distribusinya. Sedangkan yang dimaksud panel distribusi daya adalah tempat menyalurkan dan mendistribusikan energi listrik dari panel daya kebeban panel (konsumen) baik untuk istalasi tenaga maupun

untuk instalasi penerangan. Panel daya dan distribusi listrik digunakan untuk memudahkan pembagian energi listrik secara merata, pengamanan instalasi dan pemakaian, dan pemeriksaan dan perawatan panel listrik.



Gambar 2.10 Box Panel

(Sumber: <https://www.pionirelektrik.co.id/product/box-panel-30x40/>)

Panel pada industri disebut PHB (Panel Hubung Bagi) dan dibagi atas panel untuk penerangan dan untuk tenaga. Pada panel tenaga dipasang pengaman tegangan nol. Panel tenaga dan panel penerangan dipisahkan untuk mengantisipasi terjadi gangguan dari salah satu panel tenaga maupun panel penerangan supaya tidak mempengaruhi keduanya. Panel harus tanahkan atau diberi grounding untuk memperkecil tegangan sentuh listrik apabila terjadi kebocoran isolasi. Besar penampang harus sesuai dengan PUIL berguna untuk mengetahui besar tegangan antar fasa, arus, dll. Panel juga memiliki bermacam-macam alat kontrol, seperti sakelar, tombol tekan, lampu indikator, sakelar magnet, kawat penghubung. Kemampuan alat kontrol harus sesuai dengan penggunaan dan harus memiliki tanda atau kode warna yang sesuai, seperti tombol merah untuk memutuskan tegangan dan tombol hijau untuk menghubungkan tegangan sehingga mempermudah pelayanan.

2.11 MCB

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah komponen kritis dalam sistem instalasi listrik rumah. Fungsinya yang sangat penting adalah sebagai sistem proteksi untuk mengatasi beban berlebihan dan hubung singkat dalam aliran arus listrik. Dalam keadaan terjadi beban berlebihan atau hubung singkat, MCB akan secara otomatis memutus aliran listrik untuk mencegah kerusakan lebih lanjut atau



bahkan bahaya seperti kebakaran. Oleh karena itu, fungsi yang optimal dari MCB sangatlah penting, karena kegagalan dalam operasinya dapat berpotensi menyebabkan risiko serius, termasuk timbulnya percikan api yang bisa berujung pada kebakaran. Dengan demikian, MCB menjadi salah satu komponen kunci dalam menjaga keamanan dan keselamatan dalam sistem listrik rumah.. (Hadianto, 2013).

Pada instalasi listrik rumah MCB dipasang di kWh meter listrik PLN dan juga pada kotak MCB. Jika di rumah terjadi trip disebabkan beban lebih atau hubung singkat, maka yang akan dicari untuk menyalakan listrik PLN adalah MCB yang ada di kWh meter atau pada kotak MCB. (Hadianto, 2013) Pada Gambar 2.4 dapat dilihat dibagian depan MCB terdapat simbol seperti yang ditunjukkan oleh lingkaran merah. Simbol tersebut merupakan simbol yang umum dipakai dalam gambar listrik sebagai legenda yang menjelaskan fungsi dari peralatan listrik tersebut, sedangkan angka 1 dan 2 menunjukkan terminal tempat koneksi kabel listrik. Kabel incoming umumnya disambungkan pada angka 1 atau terminal bagian atas MCB sedangkan pada angka 2 atau terminal bagian bawah MCB disambungkan dengan kabel outgoing. (Anggita, 2016).



Gambar 2.11 MCB

(Sumber: <https://fit.labs.telkomuniversity.ac.id/mcb-miniature-circuit-breaker-pada-rumah/>)

Berdasarkan 25system pada gambar, MCB mempunyai tiga macam fungsi yang pertama Pemutus Arus MCB mempunyai fungsi sebagai pemutus arus listrik 25system25 beban. Dan fasilitas pemutus arus ini bisa dilakukan secara manual



dengan merubah toggle switch yang ada didepan MCB (biasanya berwarna biru atau hitam) dari posisi “ON” ke posisi “OFF” kemudian bagian mekanis dalam MCB akan memutuskan arus listrik. Hal ini biasanya dilakukan bila kita ingin mematikan sumber listrik di rumah karena adanya keperluan perbaikan instalasi listrik rumah. Istilah yang biasa dipakai adalah MCB Switch Off. Sedangkan MCB akan otomatis “OFF” bila terjadi arus lebih, yang disebabkan karena beban pemakaian listrik yang lebih atau terjadi gangguan hubung singkat, sehingga bagian dalam MCB akan memerintahkan untuk “OFF” agar aliran listrik terputus. Istilah yang biasa dipakai adalah MCB Trip. (Anggita, 2016) 2) Proteksi Beban Lebih (Overload) Fungsi ini akan bekerja bila MCB mendeteksi arus listrik yang melebihi rating-nya. Misalnya, MCB mempunyai rating arus listrik 6A tetapi arus listrik 26system yang mengalir melalui MCB tersebut ternyata 7A, maka MCB akan trip dengan delay waktu yang cukup lama sejak MCB ini mendeteksi arus lebih tersebut. Bagian di dalam MCB yang menjalankan tugas ini adalah sebuah strip bimetal. Arus listrik yang melewati bimetal akan membuatnya menjadi panas dan memuai atau mungkin melengkung. Semakin besar arus listrik maka bimetal akan semakin cepat panas dan memuai dimana pada akhirnya akan memerintahkan switch mekanis MCB untuk memutuskan arus listrik dan toggle switch akan pindah ke posisi “OFF”. Lamanya waktu pemutusan arus ini tergantung dari besarnya arus beban lebih. Fungsi strip bimetal ini disebut dengan thermal trip. Saat arus listriknya sudah putus, maka bimetal akan mendingin dan 26system26 normal dan MCB sudah bisa 26system26 mengalirkan arus listrik dengan mengembalikan ke posisi “ON”. (Anggita, 2016) 3) Proteksi Hubung Singkat (Short Circuit) Fungsi proteksi ini akan bekerja bila terjadi short circuit atau hubung singkat arus listrik. Terjadinya hubung singkat akan menimbulkan arus listrik yang sangat besar dan mengalir dalam 26system instalasi listrik rumah. (Anggita, 2016).

2.12 Sensor tegangan ZMPT101B

Sensor tegangan ZMPT101B adalah *module* yang digunakan untuk mengukur tegangan AC 1 fasa. Sensor tegangan ZMPT101B dirancang dengan

menggunakan transformator sehingga hanya dapat dipergunakan untuk membaca tegangan AC. sensor ZMPT101B diproduksi oleh Interplus Industry Co. Ltd. Pada dasarnya ZMPT101B adalah sebuah *transformator* yang berukuran kecil. Penambahan rangkaian Op-amp ditambahkan agar sinyal keluaran dari transformator dapat diperkuat dan diumpankan ke *board* arduino uno. Sensor ZMPT101B memiliki fitur sebagai berikut :

1. Supply Voltage : 5 Vdc
2. Input arus : 2 mA
3. Signal output : Analog
4. Dimensi : 5 cm x 2 cm x 2.4 cm
5. Range Voltage 110-250V AC sistem *Active Transformator*.



Gambar 2.12 Sensor Tegangan ZMPT101B

(Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-sensor-tegangan-220v-zmpt101b/>)

Cara kerja Sensor Tegangan ZMPT101B

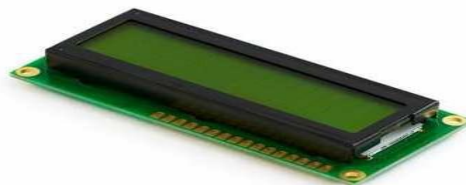
1. ZMPT101B memiliki dua terminal, yaitu VCC dan GND, yang digunakan untuk memberikan daya ke sensor.
2. Sensor ini memiliki pin OUT yang akan mengeluarkan tegangan keluaran yang sesuai dengan tegangan input AC yang diukur.
3. Ketika sensor terhubung dengan sumber tegangan AC, tegangan AC akan diubah menjadi tegangan DC melalui komponen elektronik di dalamnya.
4. Tegangan keluaran pada pin OUT akan berbanding lurus dengan tegangan input AC yang diukur. Untuk mengukur tegangan input, Anda perlu mengkonversi tegangan keluaran pada pin OUT menjadi nilai tegangan AC yang sesuai menggunakan formula atau kalibrasi yang tepat.

Sensor ZMPT101B umumnya digunakan dalam aplikasi pengukuran tegangan dan pemantauan tegangan AC pada berbagai perangkat dan sistem elektronik. Penting untuk memahami dan mengikuti spesifikasi dan panduan produsen saat menggunakan sensor ini.

2.13 LCD

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.



Gambar 2.13 LCD 16X2

(Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-modul-display-lcd-16x2/>)



Dalam modul LCD (Liquid Cristal Display) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (Liquid Cristal Display). Microntroller pada suatu LCD (Liquid Cristal Display) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroler internal LCD adalah :

- DDRAM (Display Data Random Access Memory) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
- CGRAM (Character Generator Random Access Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- CGROM (Character Generator Read Only Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (Liquid Cristal Display) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

- Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (Liquid Cristal Display) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (Liquid Cristal Display) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau keDDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (Liquid Cristal Display) diantaranya adalah:



- Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (Liquid Cristal Display) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- Pin RS (Register Select) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
- Pin R/W (Read Write) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
- Pin E (Enable) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

2.14 I2C (*Inter Integrated Circuit*)

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai *transfer* data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati *master*.

Sinyal *Start* merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “1” menjadi “0” pada saat SCL “1”. Sinyal *Stop* merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “0” menjadi “1” pada saat SCL “1”.

Sinyal dasar yang lain dalam I2C Bus adalah sinyal *acknowledge* yang disimbolkan dengan ACK. Setelah transfer data oleh *master* berhasil diterima *slave*, *slave* akan menjawabnya dengan mengirim sinyal *acknowledge*, yaitu dengan membuat SDA menjadi “0” selama siklus *clock* ke 9. Ini menunjukkan bahwa *Slave* telah menerima 8 bit data dari *Master*.



Gambar 2.14 Modul I2C

(Sumber: <https://saptaji.com/2016/06/27/bekerja-dengan-i2c-lcd-dan-arduino/>)

Dalam melakukan *transfer* data pada I2C Bus, kita harus mengikuti tata cara yang telah ditetapkan yaitu:

- *Transfer* data hanya dapat dilakukan ketika Bus tidak dalam keadaan sibuk.
- Selama proses transfer data, keadaan data pada SDA harus stabil selama SCL dalam keadaan tinggi. Keadaan perubahan “1” atau “0” pada SDA hanya dapat dilakukan selama SCL dalam keadaan rendah. Jika terjadi perubahan keadaan SDA pada saat SCL dalam keadaan tinggi, maka perubahan itu dianggap sebagai sinyal *Start* atau sinyal *Stop*.