

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Study Literature

Penelitian yang digunakan sebagai acuan dalam pembangunan dan perbedaan sistem yang dirancang adalah senagai berikut :

- A. Pada Jurnal “Rancang Bangun Mesin Potong Plastik Rol Berbasis Mikrokontroller ATMega16” (Kukuh Setyadi, Balok Hardi, 2016).

Pada penelitian tersebut keypad digunakan sebagai penentu ukuran panjang dan banyaknya jumlah potongan plastik. Mikrokontroller yang digunakan adalah ATMega16 yang mana berfungsi untuk memproses program yang sudah di buat dan sebagai pengendali dari komponen lain. *LCD* berfungsi untuk sebagai data yang dimasukkan pada keypad. Motor DC yang digunakan untuk penggerak rol penarik plastik. 1 buah *push button start* untuk menghidupkan driver motor. *Sensor Optocoupler* yang berfungsi untuk menentukan panjang plastik setelah di potong^[5].

- B. Pada Jurnal “Sistem Kontrol Gerak dan Perhitungan Produk pada Mesin Pres dan Pemotongan Kantong Plastik” (Purnawan Kushartanto, Masruki Kabib, Rochmad Winarso, 2019)

Pada jurnal ini alat pemotong dan pres dapat bekerja dengan baik, untuk 1 kali pemotongan memerlukan waktu selama 2,19 dan waktu yang diperlukan untuk 1 kali pres memerlukan waktu 2,18 detik. Dan perhitungan dilakukan menggunakan sensor cahaya membaca 100 buah plastik ukuran 400 x 550 dalam rentang waktu 14,2 menit. Dengan menggunakan Arduino Uno sebagai kontroller dan LCD sebagai penampilan data perhitungan kantong plastik. Setelah jumlah plastik mencapai 100 buah maka sistem akan berhenti selama 5 detik kemudian bergerak kembali secara berulang ulang. Penggerak dari roll berupa sebuah motor AC yang mana digunakan untuk menggulung plastik dan membawa hasil potongan ke sensor cahaya dan box penampung^[6].

- C. Pada Jurnal “Rancang Bangun Mesin Pemotong Karet Gelang” (Sepriyanto dan Sigit Kurniawan, 2021)

Pada yang telah dilakukan didapatkan hasil pemotongan karet gelang tersebut adalah 110 potongan / menit dengan menggunakan motor AC 220V / 50Hz dengan kecepatan putar 1400 rpm tanpa beban dan saat terdapat beban putaran motor menurun menjadi 1100 rpm. Penggunaan pisau pemotong setebal 5mm menghasilkan karet gelang setebal 1,5 mm tebal 2 mm dengan diameter 35 mm. uji coba dilakukan menggunakan 3 karet yang berbeda, yaitu merah, kuning, dan hijau^[7].

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Omron PLC

Programmable Logic Controller (PLC) pada dasarnya adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur/mengontrol nyala (*ON*) atau tidak (*OFF*) nya perangkat lain (kontrol logika) yang tersambung dengan perangkat tersebut dan logika pengaturan tersebut dapat diubah-ubah (diprogram). Umumnya perubahan/pemrograman kontrol logika untuk PLC tersebut dilakukan oleh sebuah perangkat lunak yang berjalan dikomputer (PC). Bagian utama dari sebuah PLC adalah input, controller dan output. Perangkat yang akan dikontrol (misal: relay, motor, lampu, sensor dan lain-lain) terhubung dengan bagian output PLC dan referensi yang digunakan untuk mengontrol logika output tersebut bisa berasal dari logika input atau logika lain di dalam memori PLC seperti timer, counter dan sebagainya^[8].

Prinsip kerja dari sebuah PLC adalah dengan menerima sinyal masukan yang diberikan dapat berasal dari *push button*, sensor, ataupun saklar lalu memproses instruksi logika dari masukan tadi, kemudian sesuai dengan program yang telah di masukan dan tersimpan pada memori PLC dan menghasilkan keluaran untuk mengendalikan aktuator ataupun komponen yang lain^[9].

CPM2A merupakan PLC dari produk OMRON, perbedaan mendasar antara CPM1A dan CPM2A adalah fungsi dan jumlah terminal masukan dan keluarannya, CPM1A memiliki 6 masukan (D0 - D5) dan 4 keluaran (O0 - O3) total 10 jalur keluaran/masukan, sedangkan CPM2A memiliki jumlah keluaran dan masukan yang jauh lebih banyak, yaitu 12 masukan dan 8 keluaran (total 20 jalur keluaran/masukan).



Gambar 2. 1 Omron PLC CPM2A^[9]

Terdapat beberapa memori yang dapat digunakan pada PLC Omron tipe CPM2A ini, yaitu IR, SR, TR, HR, AR, LR, T/C, dan DM.

1. Daerah IR

IR sendiri merupakan kepanjangan dari *Internal Relay*. Daerah ini berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan status masukan dan keluaran dari PLC. Terdapat beberapa bit yang terhubung langsung dengan terminal masukan, salah satunya adalah IR000.00 berhubungan langsung dengan terminal masukan ke-1. Terdapat tiga area pada daerah IR ini, area masukan (*Input Area*), area keluaran (*Output Area*), dan area kerja (*Work Area*). *Input area* dan *output area* berhubungan langsung dengan terminal *input* dan *output* pada PLC. Sedangkan *work area* tidak terhubung dengan terminal manapun pada PLC, tetapi fungsinya sama seperti *input* dan *output area* yaitu untuk pengolahan logika program PLC.

Tabel 2. 1 Pembagian Area IR pada CPM2A^[10]

Area Memori		Word	Bit	Fungsi
Area IR	<i>Read/Write</i>	IR000 – IR009 (10 word)	IR000.00 – IR009.15 (160 bits)	Bit-bit ini dapat dialokasikan ke terminal-terminal I/O
	<i>Error Log</i>	IR010 – IR019 (10 Word)	IR010.00 – 019.15 (160 bit)	
	<i>Read-Only</i>	IR20 – IR049 IR200 – IR231 (58 Word)	IR20.00 – IR049.15 IR200.00 – IR231.15 (928 bit)	Bit-bit ini dapat digunakan dengan bebas di dalam program

2. Daerah SR

Daerah ini merupakan bagian khusus dari lokasi memori yang digunakan sebagai bit-bit kontrol dan status (flag) dan paling sering digunakan untuk pencacah dan interupsi. Misalnya SR250 memiliki bit nomor mulai dari 00 sampai 15, dan di gunakan untuk pengaturan kontrol analog 0. Agar lebih jelas bisa perhatikan tabel 2.1 diatas. Dalam memori SR250 ini biasa digunakan untuk mengatur analaog 0 dan dapat menyimpan hingga BCD 4 bit. Sedangkan untuk mengontrol analog 1 menggunakan memori SR251. Dan memori SR253.13 untuk memanggil perintah *Always ON Flag* dimana pada memori akan selalu aktif mulai dari PLC dihidupkan sampai PLC dimatikan kembali. *Always OFF Flag* dapat dipanggil menggunakan memori SR253.14, memori ini selalu mati selama PLC dihidupkan ini merupakan kebalikan dari memori SR253.13 sebelumnya^[11].

3. Daerah TR

Merupakan kepanjangan dari *Temporary Relay*. Daerah ini digunakan untuk mempertahankan atau disimpan semua data yang terkait hingga batasan *Return* ketika berpindah dari sub program satu dengan sub program yang lain. Daerah TR ini hanya memiliki 8 bit saja, yaitu TR0 sampao TR7.

4. Daerah HR

Merupakan kepanjangan dari *Holding Relay*. Bit-bit yang terdapat pada daerah ini berfungsi sebagai penyimpan dan mempertahankan bit-bit kontrol dan status, seperti status kesalahan yang muncul, pengaturan waktu sistem, status aktif PLC, dan status lain pada PLC. Jadi dengan memori HR ini data-data tadi akan tetap ada meskipun catu daya hilang dari PLC atau sudah terputus dari sumber listrik. Hal tersebut terjadi karena cadangan tenaga menggunakan baterai. Pada PLC Omron CPM2A dapat menggunakan bit HR ini mulai dari HR00.00 sampai HR19.15, bit-bit dapat digunakan sama halnya bit IR.

5. Daerah AR

AR merupakan kepanjangan dari *Auxiliary Relay*. Pada daerah ini mirip dengan daerah HR, hanya saja daerah ini digunakan utuk tujuan khusus, seperti menunjukkan kondisi PLC yang disebabkan oleh kegagalan sumber tegangan, kondisi *special i/o*, kondisi *input/output unit*,

kondisi CPU PLC, dan lain lain. Memori ini dapat dipanggil menggunakan perintah AR00 sampai AR23 atau 384 bit^[11].

6. Daerah LR

LR merupakan kepanjangan dari *Link Relay*. berfungsi sebagai tukar menukar informasi antara dua atau lebih pada PLC yang terdapat dalam satu sistem kontrol yang saling berhubungan dan menggunakan minimal 2 PLC^[11].

7. Daerah TC

TC merupakan kepanjangan dari *Timer Counter*. Pada PLC CPM2A untuk dapat memanggil fungsi *timer* dapat menggunakan perintah TIM dan untuk memanggil perintah *counter* dapat menggunakan perintah CNT. Fungsi dari TC ini adalah sebagai penundah waktu (*timer*) maupun untuk penghitung (*counter*). TIM disini memiliki dua cara penghitung pertama dengan 100 ms dan kedua menggunakan 10 ms.

8. Daerah DM

DM merupakan kepanjangan dari *Data Memory*. Berfungsi sebagai penyimpanan data-data program dengan pengaturan komunikasi melalui komputer. Tabel 2.2 dibawah ini merupakan pembagian area DM pada PLC CPM2A.

Tabel 2. 2 Pengalokasian Memori DM PADA PLC CPM2A^[10]

Area Memori		Word	Fungsi
Area DM	<i>Read / Write</i>	DM0000 – DM1999 – DM2022 – DM2047	Area yang dapat di hapus dan di tulis oleh program yang telah dibuat. Nilai yang dimasukkan tidak akan hilang meskipun catu daya di putus.
	<i>Error Log</i>	DM2000 – DM 2021	Digunakan untuk menyimpan informasi penting pada saat terjadi kegagalan sistem operasi. Pesan-pesan yang disimpan berupa kode-kode angka tertentu.

	<i>Read-Only</i>	DM6144 – DM6599	Hanya dapat di gunakan untuk membaca program yang telah jadi saja.
	<i>PC Setup</i>	DM6600 – DM6655	Digunakan untuk menyimpan berbagai parameter yang mengontrol operasi PLC.

2.2.2. Perangkat Lunak CX-Programmer

CX-Programmer adalah sebuah perangkat lunak (*software*) komputer yang dikembangkan oleh perusahaan omron, fungsinya adalah untuk perancangan, pengembangan, pemrograman, dan pemeliharaan sistem otomasi^[12]. *CX-Programmer* adalah perangkat lunak yang banyak sering digunakan oleh pengguna karena tampilan dan cara memprogram yang mudah digunakan.

Terdapat dua cara untuk dapat memprogram PLC yang digunakan cara pertama dan yang digunakan untuk membuat tugas akhir ini adalah *LadderDiagram* (diagram tangga) dan yang kedua adalah *Function Block Diagram* (blok diagram fungsi). *Ladder diagram* adalah bentuk pemrograman yang paling umum digunakan dalam pemrograman berbasis PLC. Pada cara pemrograman ini dibuat dengan cara yang sama saat kita membuat sebuah diagram kelistrikan yang biasa dibuat sebelum memulai merakit pada sebuah panel ataupun pada instalasi rumah.

Funtion Block Diagram (FBD) adalah sebuah bentuk program yang yang berisi basis pada konsep pemrograman yang berorientasi pada obyek^[12]. Pada cara pemrograman ini, ini dibuat dalam bentuk diagram blok yang mewakili fungsi atau operasi tertentu. Setiap blok diagram yang dibuat dapat saling terhubung satu sama lain baik itu input maupun output agar membentuk susunan logika program. Pada blok fungsi ini dapat berupa operasi matematika, komparasi, logika, serta fungsi-fungsi lain yang lebih kompleks^[12].

Untuk FBD tidak dapat di gunakan pada semua seri PLC Omron, hanya beberapa saja pada seri ini yang dapat menggunakannya berbeda dengan *ladder diagram* hampir disemua PLC yang dapat menggunakan bahasa pemrograman ini.

CX-Programmer juga menawarkan berbagai alat bantu untuk membantu proses pemrograman, seperti fungsi pencarian sekaligus penggantian pada *listing program*, simulasi *offline*, serta pemantauan

program secara *real time* melalui simulasi *online* dan di lengkapi dengan kemampuan untuk mengunduh dan mengunggah program dari PLC ke PC ataupun dari PC ke PLC.

2.2.3. HMI (*Human Machine Interface*) tipe MT6071IP Weintek

Berikut ini perangkat *Human Machine Interface* (HMI) tipe MT6071IP, buatan Weinview atau Weintek. Fungsi alat ini sebagai antar muka ke pengguna di lingkungan industri/pabrik. HMI menjadi alat kontrol (pengendali) dan juga menjadi alat yang menunjukkan data dan proses yang digunakan pengguna dalam mengatur dan memonitoring kerja mesin^[2]. *Human Machine Interface* ini dapat memvisualisasikan data dalam bentuk grafik, diagram dan bentuk lainnya yang bisa dibaca manusia. Jadi tugas utama dari HMI ini adalah untuk memvisualisasikan suatu proses tertentu dari sistem otomasi mesin^[4].



Gambar 2. 2 HMI tipe MT6071IP Weintek^[3]

Pada bagian belakang terdapat konektor sumber listrik (warna hijau). Jalur sumber adalah *chasis ground*, *power ground*, dan *power*. Tegangan catu daya yang dapat diberikan adalah 10 volt sampai 28 volt. Komunikasi ke perangkat lain menggunakan koneksi fisik RS232 dan RS485. Protokol yang digunakan misalnya RTU *Modbus*, sebagai *client* ataupun sebagai *server*. Untuk memasukkan program menggunakan kabel USB *micro* yang dihubungkan ke komputer Windows 10^[3].

Pada perangkat keras HMI ini terdapat *port* yang berfungsi sebagai penghung komunikasi antar perangkat. Penghubung ini menggunakan koneksi fisik RS232. Dengan menggunakan sebuah *converter* dapat di hubungkan dengan RS485 dengan 2w ataupun 4w. selain port RS232 terdapat juga port *micro USB* dan port USB A *Flashdisk* yang mana berfungsi sebagai mengirim dan mengambil data yang sudah di kirimkan sebelumnya telah dibuat dan dikirimkan. Setiap serial komunikasi terhubung dengan pin masing-masing. Agar lebih jelasnya dapat melihat tabel 4.1.

2.2.4. Perangkat lunak EasyBuilder Pro

Easybuilder pro adalah sebuah perangkat lunak yang dikembangkan oleh Weintek Labs, sebuah perusahaan yang mengkhususkan diri dalam hal otomasi industri khususnya HMI (*Human machine Interface*). Perangkat lunak ini dirancang untuk memepermudah dalam mengembangkan antarmuka pengguna manusia yang intuitif yang dapat mengedalikan dan memerintahkan berbagai jenis PLC / mikrokontroler^[13].

Easybuilder Pro berupa gambar, tombol, grafik, dan layar pemantauan suara. Selain itu juga dapat menambahkan elemen lain seperti gambar atau video ke dalam tampilan antarmuka yang telah di buat. Pembuatan program pada tampilan HMI pada softawre ini disusun berdasarkan pengalamatan yang telah ada pada program yang telah dibuat pada PLC^[3].

2.2.5. Motor Linear

Motor linier merupakan salah satu jenis mesin elektrik yang bekerja dengan menghasilkan gerak linier. Pada perkembangannya penggunaan motor linier mulai dikenal dan digunakan pada beberapa aplikasi industri dan angkutan masal. Gerak yang dihasilkan motor linier juga digunakan pada aplikasi ropeless elevator. Elevator jenis ini tidak lagi bergantung pada konversi gerak putar menjadi gerak linier. Hal ini berakibat pada peningkatan efesiensi dan keandalan elevator. Kebanyakan motor linier digunakan pada aplikasi gerak linier yang *horizontal*. Oleh sebab itu, penggunaan pada gerak *vertical* harus diperhatikan ketahanannya. Hal itu dikarenakan ketika elevator berhenti harus mampu menahan berat penumpang yang sudah naik maupun penumpang baru^[14].



Gambar 2. 3 Linear Motor^[9]

2.2.6. Motor Induksi

Motor induksi satu fasa. Motor ini hanya memiliki satu gulungan stator, beroperasi dengan pasokan daya satu fasa, memiliki sebuah rotor kandang tupai, dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya. Sejauh ini motor ini merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam peralatan rumah tangga, seperti fan angin, mesin cuci dan pengering pakaian, dan untuk penggunaan hingga 3 sampai 4 Hp^[15].

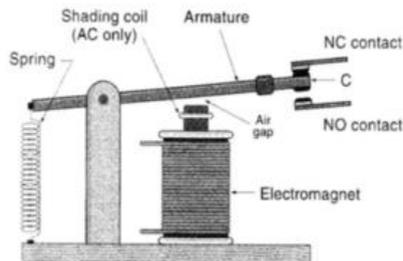


Gambar 2. 4 Motor Induksi^[10]

2.2.7. Modul Relay

Relay berfungsi sebagai pemutus arus listrik dari sumber listrik ke beban listrik saat terjadi beban lebih ataupun korsleting yang mengakibatkan kebaran pada komponen elektronik lain sehingga dapat menyelamatkan komponen elektrik utama.

Relay adalah sebuah saklar elektrik yang dikendalikan oleh arus listrik. Pada prinsipnya relay sendiri berupa lilitan kawat yang terpasang dekat dengan tuas batang besi, ketika arus listrik mengalir melalui lilitan kawat tersebut maka akan timbul medan magnet. Dan tuas besi tadi akan menutup dan mengaktifkan relay jika arus yang mengalir melalui kawat tadi menghilang maka tuas besi akan kembali ke posisi semula^[16].



Gambar 2. 5 Prinsip Kerja dari Relay^[11]

Terdapat dua kontak utama dari relay ini, yaitu *Coil* (Elektromagnet) dan Kontak Bantu (Mekanikal). Dengan menggunakan prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan kontak bantu yang berupa saklar sehingga dapat dikendalikan dengan tegangan yang relatif kecil yang masuk ke coil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan tinggi^[17].

1. Modul relay 5VDC

Pada tugas akhir ini menggunakan dua buah relay yang pertama adalah relay dengan sumber tegangan 5VDC. Pada relay module ini menggunakan sumber tegangan coil sebesar 5v DC, yang membuatnya lebih fleksibel untuk dapat di langsung dipergunakan pada mikrokontroler seperti *arduino*, *raspberry pi*, *esp*, dan lain sebagainya. Meskipun bentuknya yang kecil pada relay modul ini kita dapat ketahui apakah relay ini sudah teraliri arus listrik dan sedang aktif ataupun tidak aktif. Pada relay modul ini juga dilengkapi dengan penggerak relay dengan level tegangan *TTL* sehingga dapat langsung dikendalikan dari oleh mikrokontroler. Aurs yang dapat di tahan oleh relay ini adalah maksimal 10A^[17].

Jenis relay modul ini hanya memiliki satu saluran dan dua kutub. Dimana kutub saluran tersebut diberinama *Common*, dan untuk kedua saluran diberi nama sebagai NO (*Normaly Open*) dan NC (*Normaly Close*).



Gambar 2. 6 Relay Modul saluran Tunggal

2. Relay 24V DC

Pada relay jenis ini tidak jauh berbeda dengan relay modul yang telah di bahas sebelumnya. Hanya saja perbedaan berada pada sumber tegangan untuk *coil* adalah 24V DC. Dengan sumber tegangan yang besar, relay ini lebih di khususkan untuk digunakan pada pengaplikasian pada pengendalian motor AC. Dengan satu relay ini dapat di mengendalikan lebih dari satu beban dengan kondisi yang sama^[18].



Gambar 2. 7 Relay 24V DC model *compact*^[19]

Relay jenis ini memiliki dua kutub dan empat saluran. Masing masing memiliki kontak satu kutub dan dua saluran yang keduanya dapat tersambung dengan tegangan sumber listrik yang berasal dari PLN. Relay jenis lebih mudah untuk digunakan karena untuk pengkabelan relay ini dapat dihubungkan dengan tegangan sumber DC *positive* ataupun *negative*. Relay jenis ini juga terdapat indikator yang akan aktif ketika coil dari relay ini dialiri oleh arus listrik^[19].

2.2.8. Modul Step Down DC

Step Down merupakan transformator yang difungsikan untuk menurunkan tegangan output. *Step Down* LM-2596 ini menurunkan tegangan DC yang dapat diatur outputnya dengan *trimpod* yang sudah ada pada komponennya. Tegangan masukan yang dapat diterima oleh komponen ini sekitar 1,5V hingga 40V DC. Output yang dihasilkan berkisaran antara 1,2V – 3,7V DC^[20].

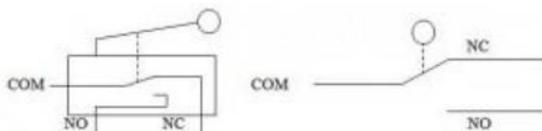
Model *Step Down* ini merupakan komponen tambahan untuk memasok tegangan masukan yang berasal dari sensor *proximity infrared* yang berfungsi sebagai penurun tegangan yang berasal dari PLC.



Gambar 2. 8 *Step Down* LM2596^[15]

2.2.9. Limit Switch D4MC-5040

Limit switch adalah suatu komponen elektrik yang digunakan untuk memutuskan dan menyambungkan aliran listrik dari sumber listrik dengan rangkaian^[17]. *Limit Switch* memiliki tiga buah terminal pertama terminal *common*, *normaly open* (NO), dan *normaly close* (NC). Saat terminal *common* terhubung dengan sumber positif tegangan DC, maka terminal yang awalnya NO akan berubah menjadi NC dan begitu juga sebaliknya jika NC maka akan merubah kontak menjadi NO. terminal NO dan NC inilah yang nantinya akan memutuskan dan menghubungkan rangkaian dari sumber listrik ketika *limit switch* ini tersentuh.



Gambar 2. 9 Kontruksi *Limit Switch* D4MC-5040^[17]

Limit switch ini termasuk ke dalam sensor mekanik, dimana ketika sensor ini tertekan oleh suatu objek perubahan inilah yang nantinya akan memberikan perubahan tegangan dari *low* menjadi *high*. Pada tugas akhir ini penggunaan *limit switch* sebagai pendeteksi posisi dari motor *linear* baik dalam keadaan TMA ataupun TMB.

Dari gambar 2.9 diatas, dapat diketahui bagaimana cara kerja dari *limit switch* bekerja. Ketika tuas aktuator tertekan atau terdorong oleh suatu objek maka akan terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian tersebut. NO (*normaly open*) merupakan keadaan dimana kondisi awal dari sistem bekerja adalah 0 “*Low*” ketika dialiri arus listrik maka kontak NO tersebut akan berubah menjadi NC (*Normaly Close*) dan akan menghubungkan sumber listrik dengan rangkaian dan merubah keadaan menjadi 1 “*high*”. Begitu juga sebaliknya untuk kontak NC^[21].



Gambar 2. 10 *Limit Switch D4MC-504*^[22]

2.2.10. Proximity Sensor Infrared E18-D80NK

Sensor infra merah ini memiliki baut yang dapat diatur untuk penajang jarak deteksi objek. Sensor ini dapat mendeteksi suatu objek mulai dari 3cm sampai dengan maksimal adalah 80cm. sensor ini membutuhkan sumber tagangan DC sebesar 5V^[23].



Gambar 2. 11 Sensor *Proximity Infrared E18-D80NK*^[24]

Sensor infra merah ini merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu benda atau objek kerja. Ketika benda kerja berada pada jarak deteksi sensor maka output dari sensor ini akan menghasilkan keluaran “*high*” atau 1, yang menunjukkan bahwa benda kerja tadi sudah berada tepat ada satu garis lurus. Sensor ini bekerja berdasarkan pantulan cahaya yang dipancarkan oleh sensor dan di tempak kembali oleh sensor yang kemudian akan menyalakan led yang ada pada bagian belakang sensor jika sensor mendeteksi adanya benda kerja^[24].

Penggunaan sensor ini dapat menggantikan sensor deteksi jarak yang berada pada kelasnya, hal tersebut karena memiliki akurasi dan responsif yang baik, tidak terpengaruh oleh sinar matahari secara langsung, jarak deteksi yang dapat menjangkau hingga 80cm dan pengaturan jarak dapat diatur pada bagian belakang sensor menggunakan obeng^[24].