

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran motor listrik tiga (3) fase di SMK Pangeran Antasari Balikpapan masih seputar kegiatan belajar tentang rangkaian motor tiga (3) fase yang dipelajari dikelas XII pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik (IML) yang ada pada Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), dan pembelajarannya hanya sampai pada pengamatan putaran motor saja, dan menerapkan instalasi motor listrik dengan pengasutan (*starting*). Pengasutan (*starting*) yang dimaksud adalah saat motor listrik dinyalakan dari kondisi diam (kecepatan nol) arus yang mengalir pada motor biasanya sangat besar. Arus ini dikenal sebagai arus *start* (*starting current*) dan bisa mencapai 5 hingga 7 kali lebih besar dari arus normal saat motor beroperasi. Pengasutan bertujuan untuk mengendalikan arus besar ini agar tidak merusak motor atau komponen listrik lainnya, seperti kabel atau saklar[1].

Tujuan tersebut dibuat agar meningkatkan pemahaman siswa tentang sistem otomasi industri, mengenalkan teknologi sensor dan PLC dalam proses produksi, meningkatkan keterampilan pemrograman PLC, memfasilitasi pembelajaran yang kontekstual dan berbasis proyek (PJBL), mempersiapkan siswa untuk dunia kerja dalam industri 4.0, mengembangkan kemampuan *problem solving* dan *troubleshooting* siswa, meningkatkan kesadaran tentang efisiensi proses produksi, membiasakan siswa dengan standar keselamatan dan prosedur kerja yang baik[2].

Mengatasi permasalahan yang ada seputar kegiatan belajar tentang rangkaian motor tiga (3) fase, maka dibuatlah alat yang lebih membantu dalam kegiatan belajar dengan variasi baru yaitu proses *sorting* barang berdasarkan warna barang di SMK Pangeran Antasari Balikpapan menggunakan konveyor dan PLC *outseal* sebagai perangkat pembelajaran yang modelnya akan dituangkan dalam bentuk kuesioner, evaluasi, pemampatan materi, *pre-test* dan *pasca-test*, penilaian. Gambar1.1 diawal halaman 2 adalah gambar Sosialisasi Bersama Mitra Tugas Akhir Di SMK Pangeran Antasari Balikpapan.



Gambar 1. 1 Sosialisasi Bersama Mitra Tugas Akhir Di SMK Pangeran Antasari Balikpapan

1.2 Rumusan Masalah

Berikut ini rumusan masalah yang diangkat dari latar belakang Tugas Akhir sebagai berikut:

1. Bagaimana siswa Jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) dapat mempelajari dan menguasai pemrograman PLC *Outseal* untuk mengontrol proses *sorting* barang secara efisien dan efektif?
2. Bagaimana siswa Jurusan TITL dapat merancang sistem pengasutan untuk memulai motor konveyor agar bekerja secara efisien dengan PLC *Outseal* dan sensor warna?

1.3 Batasan Masalah

Seperti yang disebutkan pada latar belakang diatas, terdapat batasan masalah yang telah dipaparkan sebagai berikut :

1. sistem deteksi warna barang menggunakan sensor TCS3200 dan mikrokontroler Arduino Uno.
2. Sistem *sorting* barang hanya berlaku untuk barang berdasarkan warna (merah, putih).
3. Proses *sorting* dilakukan secara otomatis menggunakan *solenoid* dan pneumatik.
4. Sistem hanya diuji pada kondisi pencahayaan ruangan yang stabil, tanpa variasi cahaya eksternal yang berlebihan.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Dalam pelaksanaan laporan Tugas Akhir ini yang akan dilaksanakan oleh mahasiswa Program Studi Teknologi Listrik Politeknik Negeri Balikpapan yang memiliki tujuan dan manfaat dan akademik. Tujuan dan manfaatnya adalah sebagai berikut :

1.4.1 Tujuan

Dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini, adapun tujuan yang dihasilkan sebagai berikut :

1. Dapat membantu siswa Jurusan TITL dalam pembelajaran yang baru di jurusan TITL dengan Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik (IML).
2. Meningkatkan kemampuan siswa Jurusan TITL dalam bidang otomasi industri yaitu menggunakan PLC *Outseal*.

1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat bagi mahasiswa, bagi akademik dan bagi siswa jurusan TITL yang dapat diambil yaitu:

1. Bagi Mahasiswa
Sebagai sarana untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama menempuh studi selama kuliah, khususnya Rancangan Listrik Dan Dasar-Dasar Instalasi Listrik.
2. Bagi Akademik
Sebagai pengembangan ilmu di mata kuliah Rangkaian Listrik 1, Rangkaian Listrik 2, Manajemen Energi Listrik, Instalasi Listrik Tegangan Menengah, dan *Workshop* Otomasi Industri.
3. Bagi Siswa Jurusan TITL
Laporan Tugas Akhir ini dapat dijadikan sebagai tambahan pengetahuan bagi siswa Jurusan TITL dalam pengembangan ilmu tentang Instalasi Motor Listrik (IML) dan sebagai sarana tambahan referensi tentang apa yang sudah dipelajari sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka dikerjakan berdasarkan beberapa matakuliah yang pernah diikuti selama perkuliahan, yaitu, Mesin Listrik 1, Mesin Listrik 2, Otomasi Industri, *Workshop* Otomasi Industri.

2.1 Sistem Deteksi Warna

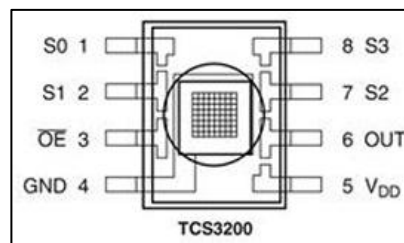
Pada Gambar 2.1 adalah gambar penjelasan pin pada sensor TCS3200 dan Pada Tabel 2.1 adalah penjelasan pin pada sensor TCS3200. Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang semakin cepat telah mendorong berbagai inovasi yang membawa pengaruh besar pada berbagai bidang, seperti industri, pendidikan, dan kehidupan sehari-hari. Salah satu contoh teknologi yang mengalami perkembangan pesat adalah pemanfaatan mikrokontroler dalam sistem cerdas untuk menunjang aktivitas manusia. Mikrokontroler merupakan perangkat elektronik berukuran kecil yang memiliki kemampuan mengolah data dan kini banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi inovatif, salah satunya pada sistem pendeteksian warna.[2]

Sistem deteksi warna adalah teknologi yang digunakan untuk mengenali dan mengklasifikasikan warna pada objek atau gambar, baik secara fisik maupun digital. Sistem ini biasanya melibatkan sensor warna seperti TCS3200 atau TCS34725, mikrokontroler (misalnya Arduino), serta perangkat lunak atau algoritma untuk memproses dan mengidentifikasi warna berdasarkan nilai RGB (*Red, Green, Blue*).[2]

Pada TCS3200, proses perubahan warna menjadi frekuensi dilakukan dengan membaca susunan photodiode berukuran 8x8. Dari total photodiode tersebut, masing-masing 16 buah memiliki filter warna biru, 16 dengan filter merah, 16 dengan filter hijau, dan 16 lainnya tanpa filter (*clear*) untuk mendeteksi cahaya terang. Sensor warna TCS3200 bekerja dengan mendeteksi intensitas cahaya yang dipantulkan objek setelah disinari oleh *LED* super *bright*. Pembacaan intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matriks photodiode berukuran 8x8. Total 64 photodiode ini terbagi menjadi empat kelompok untuk mengenali masing-masing warna. Ketika *LED* menyinari suatu objek, cahaya akan dipantulkan kembali ke

photodiode. Pantulan cahaya ini memiliki panjang gelombang berbeda-beda sesuai dengan warna objek yang sedang dibaca.[3]

Sensor warna TCS3200 memiliki konfigurasi pin dengan memiliki fungsi yang berbeda setiap pin yang ada. Keempat jenis warna tersebut diperoleh dari photodiode yang telah terintegrasi untuk mengurangi pengaruh ketidakseragaman intensitas cahaya yang datang. Seluruh photodiode dengan warna yang sama dihubungkan secara paralel. Pin S2 dan S3 berfungsi untuk menentukan kelompok photodiode yang diaktifkan, yaitu merah, hijau, biru, atau jernih (*clear*).[4]



Gambar 2. 1 Gambar Pin Sensor TCS 3200

Tabel 2. 1 Penjelasan Pin Pada Sensor TCS3200

Nama	No Kaki IC	I/O	Fungsi Pin
GND	4	-	Sebagai <i>Ground</i> pada <i>power supply</i>
OE	3	1	<i>Output enable</i> , sebagai <i>input</i> untuk frekuensi <i>output</i> skala rendah
<i>OUT</i>	6	0	Sebagai <i>output</i> frekuensi
S0,S1	1,2	1	Sebagai saklar pemilih pada frekuensi <i>output</i> skala Tinggi
S2,S3	7,8	1	Sebagai saklar pemilih 4 kelompok dioda
Vdd	5	-	<i>Supply</i> tegangan

Manfaat sistem deteksi warna terletak pada kemampuannya menggantikan peran manusia dalam tugas yang membutuhkan ketelitian dan keakuratan, seperti penyortiran objek berdasarkan warna di industri. Dengan sistem ini, proses penyortiran menjadi lebih cepat, efisien dan akurat karena tidak lagi bergantung pada pengamatan manual yang rentan terhadap kesalahan dan kelelahan,

memungkinkan pengawasan dan kontrol jarak jauh serta pengumpulan data secara *real-time* untuk analisis dan pengambilan keputusan yang lebih baik. Dengan adanya sistem ini, biaya operasional dapat ditekan, waktu proses dipercepat, dan kualitas hasil deteksi warna menjadi lebih konsisten dan dapat diandalkan.[5]

2.2 Sistem *Sorting* Barang

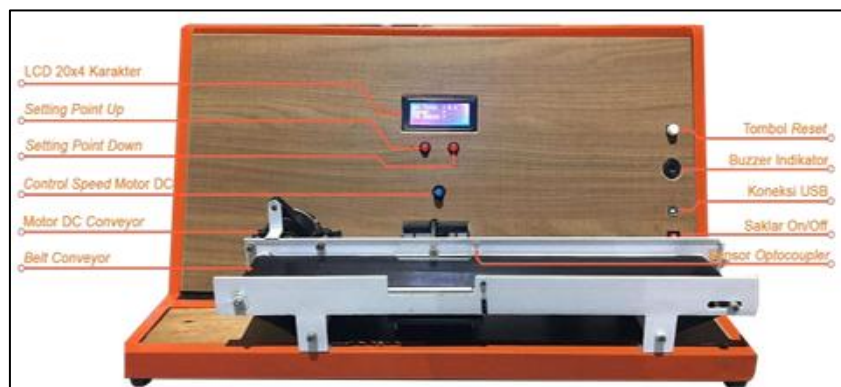
Pada Gambar 2.2 adalah gambar komponen *prototype* mesin *sorting* otomatis, Perkembangan teknologi dan informasi saat ini sangat cepat dan telah menjadi kebutuhan utama bagi semua orang, termasuk di lingkungan perusahaan. Teknologi ini dimanfaatkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan pekerjaan manusia dalam mengelola dan mengoperasikan perusahaan. Di dalam perangkat teknologi, umumnya digunakan *Integrated Circuit* (IC) sebagai komponen elektronik utama yang berperan dalam mengelola data. Mikrokontroler memiliki keunggulan yaitu mampu mengotomatisasi kerja suatu perangkat sehingga alat tersebut dapat digunakan lebih mudah dan efektif oleh pengguna. Pada penelitian ini dirancang desain dan implementasi alat penyortir barang yang diintegrasikan dengan sistem konveyor.[6]

Sistem *sorting* barang berbasis otomatis dirancang untuk mengatasi kelemahan proses sortir manual yang membutuhkan banyak tenaga kerja, memakan waktu, dan rawan terjadi kesalahan (*human error*), terutama dalam penentuan barang. Dalam penelitian ini digunakan kombinasi konveyor, sensor load cell, sensor ultrasonik, motor, dan mikrokontroler ATmega328 sebagai pengendali utama untuk menyortir barang berdasarkan berat dalam rentang tertentu secara otomatis.[7]

Penelitian ini merancang dan membangun alat penyortir bola pingpong berdasarkan warna bola dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno ATmega328, sekaligus melakukan perhitungan tingkat akurasi, persentase *error*, dan persentase keberhasilan alat tersebut. Alat sortir dirancang dalam bentuk prototipe, dengan rangka dari pipa PVC berukuran tinggi 60 cm, lebar 30 cm, dan panjang 30 cm, sedangkan jalur penyortiran menggunakan pipa PVC berdiameter 1,5 inci. Waktu yang dibutuhkan bola untuk melintasi pipa jalur sortir hingga mencapai wadah penampungan sesuai warna adalah sekitar 2 detik. Setelah

dilakukan pengujian sebanyak 50 kali untuk setiap warna bola dan diperoleh hasil yang presisi, kemudian dihitung nilai akurasi, persentase *error*, serta persentase keberhasilan keseluruhan dari kinerja alat.[8]

Prototipe mesin sortir otomatis ini dirancang dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali, mikrokontroler tersebut memiliki empat jalur masukan yang terdiri dari dua tombol tekan yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan nilai pengaturan, serta dua masukan lainnya berupa sensor optocoupler dan sensor *load cell*. Selain itu juga dilengkapi dengan empat jalur keluaran. Keluaran pertama digunakan untuk mengendalikan *relay*, *driver* motor DC, dan motor DC yang berfungsi sebagai penggerak konveyor. Keluaran kedua dihubungkan ke *driver* motor DC dengan arah putaran maju dan mundur untuk menggerakkan aktuator. Sementara itu, dua keluaran lainnya digunakan untuk mengoperasikan *buzzer* dan *Liquid Crystal Display* (LCD) berukuran 20×4 karakter sebagai media untuk menampilkan informasi. Mikrokontroler yang digunakan pada alat ini adalah Arduino Uno. Arduino Uno merupakan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang memiliki 14 pin *input/output* digital, enam di antaranya dapat digunakan sebagai keluaran PWM, serta enam pin *input* analog. Selain itu, Arduino Uno juga dilengkapi dengan kristal *osilator* 16 MHz, koneksi USB, konektor catu daya, *header* ICSP, dan tombol *reset*.[9]



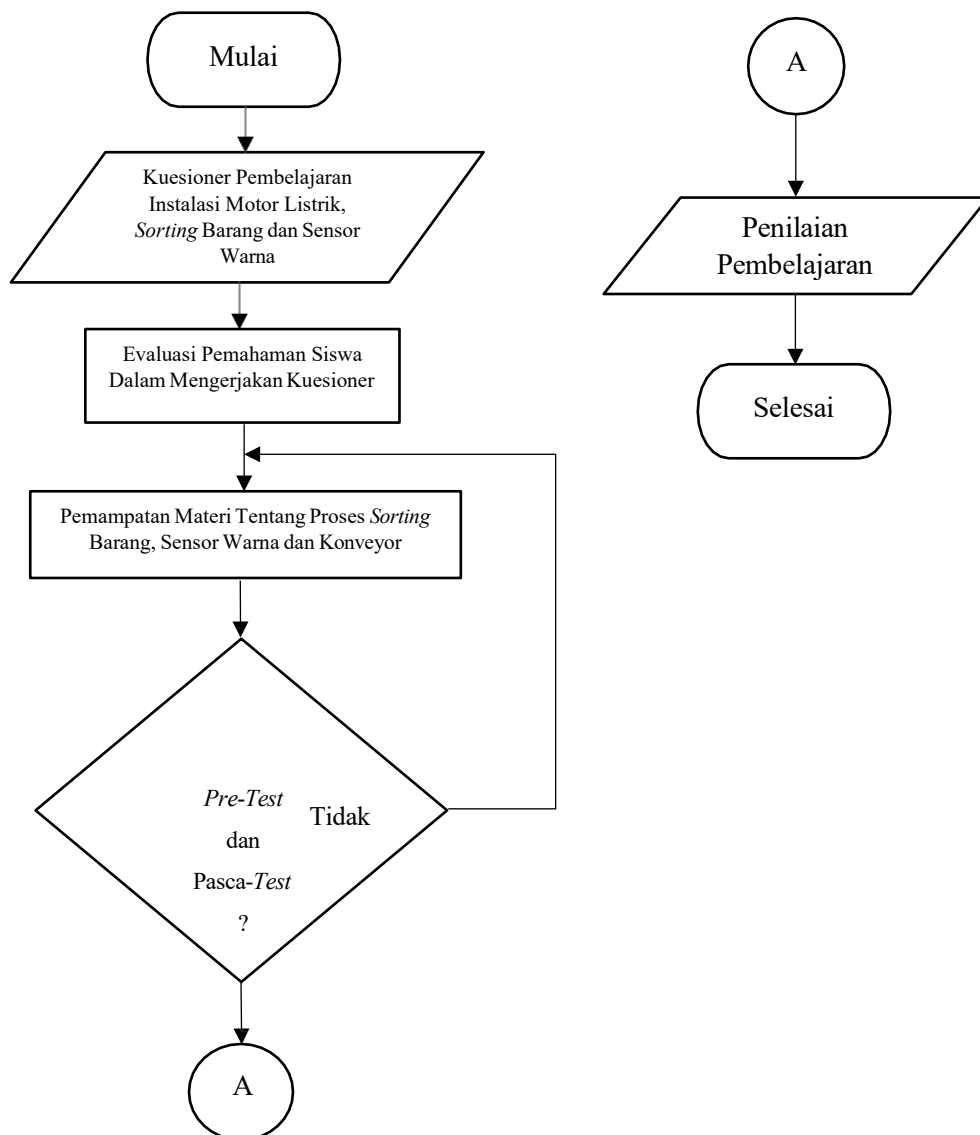
Gambar 2. 2 Gambar Komponen *Prototype* mesin *sorting* otomatis

Sistem *sorting* barang otomatis memberikan manfaat yang cukup besar dalam proses produksi, khususnya dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi penyortiran barang. Dengan adanya alat ini proses pemilahan yang sebelumnya dilakukan

secara manual dapat digantikan oleh sistem otomatis sehingga mampu menghemat waktu kerja dan mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia. Selain itu, sistem *sorting* otomatis dapat meminimalkan kesalahan dalam penentuan parameter produk, seperti berat, yang sering terjadi pada proses pengecekan manual. Penerapan sistem ini juga berdampak pada peningkatan hasil produksi, konsistensi kualitas produk, serta efisiensi biaya operasional. Dengan tingkat kesalahan yang rendah dan kinerja yang stabil, sistem *sorting* barang otomatis sangat bermanfaat untuk kebutuhan industri maupun sebagai media pembelajaran dibidang otomasi dan sistem kendali.[2]

2.1.1 Flowchart Pembelajaran

Gambaran tentang *flowchart* pembelajaran di SMK Pangeran Antasari Balikpapan dalam upaya meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran yang menyajikan representasi terstruktur dan jelas mengenai cara kerja suatu proses, sehingga membantu siswa lebih mudah memahami konsep yang disampaikan. *Flowchart* sebagai alat bantu visual sangat berguna dalam menggambarkan alur proses atau langkah-langkah yang perlu dilalui dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 3 *Flowchart* Pembelajaran

Dalam kuesioner yang disediakan dan dibuat mengenai soal-soal tentang Instalasi Motor Listrik (IML), soal-soal tentang *sorting* barang dan sensor warna. Kemudian dilakukan evaluasi dari hasil pemahaman siswa terhadap kuesioner yang telah dikerjakan. Setelah itu pemampatan materi tentang proses *sorting* barang, materi tentang sensor warna, materi tentang konveyor, dan materi tentang PLC.

Pertemuan berikutnya adalah *pre-test* dan *pasca-test* yang isinya memberi soal ujian proses *sorting* barang, soal ujian sensor warna, soal ujian IML dan soal ujian PLC *Outseal*. Apabila siswa didalam *pre-test* dan *pasca-test* belum lulus, maka kembali ke pemampatan materi lagi dan dinilai BK (Belum Kompeten), bila lulus maka akan dinilai K (Kompeten). Kemudian selesai, begitu seterusnya pembelajaran dilakukan.

2.2 Pemahaman Proses *Sorting* Barang

Sorting barang adalah proses pengelompokan atau pemisahan barang berdasarkan kriteria atau karakteristik tertentu seperti warna dan bentuk. Proses ini bertujuan untuk mempermudah pengelolaan, pengemasan, dan distribusi barang agar lebih efisien[11].

Sistem kendali analog menjadi sistem kendali digital jenis perangkat yang digunakan juga akan mengalami perubahan. Ada 3 (tiga) tahap dengan menggunakan mikrokontroler untuk merancang (desain) sistem digital, yaitu:

- (a) Desain model sistem digital, pada tahap ini akan dirancang kebutuhan dari parameter yang diperlukan, model sistem digital, serta kebutuhan perangkat lunak (*software*) maupun perangkat kerasnya (*hardware*).
- (b) menyelesaikan permasalahan pada sistem kendali. Pada tahap pembuatan algoritma ini akan dikerjakan tahap demi tahap penyelesaian masalah sistem digital secara detail menggunakan algoritma serta diimplementasikan dalam sebuah program.
- (c) Pada tahap terakhir merupakan tahap implementasi dan pengujian sistem digital. Tahap pengujian dilakukan dengan cara melakukan percobaan dengan semua fasilitas yang telah tersedia dalam sistem kendali[12].

2.3 Pemahaman Sensor Warna

Di era kemajuan teknologi informasi yang pesat saat ini, sensor semakin menjadi komponen penting dalam berbagai bidang, termasuk dalam pengenalan warna dan identifikasi material. Salah satu contohnya adalah sensor warna RGB, sensor warna RGB telah menjadi elemen utama dalam aplikasi yang memerlukan pengenalan warna dan identifikasi material. Berdasarkan model warna dasar (*Red, Green, Blue*), sensor ini mampu mengukur intensitas cahaya dari masing-masing warna tersebut, lalu menggabungkannya untuk menghasilkan representasi warna yang akurat. Pada dasarnya, sensor warna RGB terdiri dari fotodiode yang peka terhadap cahaya merah, hijau, dan biru, serta rangkaian pemrosesan sinyal untuk memperoleh data warna yang diukur. Berkat keandalannya dan biaya yang relatif rendah, sensor warna RGB telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti pengolahan gambar, pemrosesan citra, identifikasi warna di industri, dan sistem pengenalan objek.

Meskipun sensor warna RGB sudah menjadi standar dalam banyak aplikasi, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi agar kinerja sensor tetap optimal. Salah satu tantangan utama adalah adaptasi terhadap variasi kondisi lingkungan, seperti perubahan pencahayaan atau keberadaan bayangan. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kemampuan sensor warna RGB dalam menghadapi masalah ini, termasuk pengembangan algoritma pemrosesan sinyal yang lebih canggih dan penerapan teknologi sensor yang lebih peka terhadap perubahan lingkungan[13].

2.3.1 TCS3200

Gambar 2.1 adalah TCS3200, merupakan alat sistem *sorting* berbasis warna dapat dikembangkan menggunakan berbagai teknik. Cara mendeteksi warna dapat dilakukan dengan memanfaatkan cahaya yang dipantulkan oleh objek saat terkena cahaya putih. Melalui pemanfaatan pantulan cahaya ini, warna sebuah objek dapat dikenali menggunakan alat yang mampu menangkap pantulan cahaya tersebut dan mengidentifikasi warna yang terdeteksi[14].

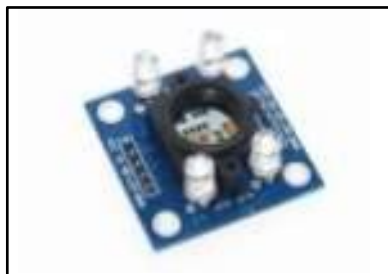
Pada prinsipnya pembacaan warna pada TCS3200 dilakukan secara bertahap yaitu membaca frekuensi warna dasar secara simultan dengan cara memfilter pada tiap-tiap warna dasar. Untuk itu diperlukan sebuah pengaturan atau pemrograman untuk memfilter tiap-taip warna tersebut.

Adapun fitur yang dimiliki Sensor TCS3200 sebagai berikut:

1. Konversi tinggi terhadap resolusi intensitas cahaya ke frekuensi.
2. Warna diprogram dan full skala dengan frekuensi keluaran.
3. Dapat berkomunikasi langsung dengan Microcontroller.
4. Pasokan tunggal oprasi sebesar (2,7 V sampai 5,5 V).
5. Mempunyai fitur *Power Down*.
6. Kesalahan *Nonlinier* sangat kecil, biasanya hanya berkisar 0,2% pada 50 kHz.
7. Stabil di 200 ppm / ° C Koefisien suhu.
8. Bebas timbal (Pb) dan sudah RoHS-Kompatibel paket (*Surface Amaunt*).

Dan ada juga ketentun untuk penggunaan Sensor TCS3200 yaitu:

1. Tegangan yang digunakan adalah VDD = 6V.
2. Jarak tegangan masukan dan semua masukan adalah $V_i = -0.3$ to VDD + 0.3V.
3. Suhu untuk dan saat beroperasi = -40°C to 85°C.
4. Suhu tempat untuk penyimpanan = -40°C to 85°C.
5. Temperatur maksimum penyolderan harus harus dengan JEDEC J-STD-020A = 260°C[15].



Gambar 2. 4 *Colour* Sensor TCS3200

(Sumber Gambar :[15])

Cara kerja alat ini adalah alat ini menggunakan kartu berwarna sebagai media *input*. Kartu tersebut akan dibaca oleh sensor TCS3200, kemudian hasil pembacaan akan dikirimkan ke mikrokontroler. Hasil proses tersebut akan ditampilkan melalui berbagai perangkat aplikasi seperti *relay*, LCD, *speaker*, dan LED sebagai *output*. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi warna pada jarak 2,5 cm dari objek. Berdasarkan hasil penelitian, sensor TCS3200 dapat mengenali kartu warna yang disediakan. Berdasarkan program yang dirancang, sensor mampu membedakan 9 jenis warna dan membutuhkan waktu 1-2 detik untuk mengaktifkan *output* setelah warna terdeteksi[16].

2.4 Pemahaman Konveyor

Di SMK Pangeran Antasari Balikpapan, pembelajaran konveyor bertujuan untuk membekali siswa dengan pemahaman yang dalam mengenai cara kerja sistem konveyor, berbagai jenis konveyor yang digunakan dalam industri, serta teknik perancangan dan pemeliharaan sistem agar dapat berfungsi secara optimal. Selain itu, siswa akan mempelajari penerapan teknologi otomasi untuk mengendalikan dan memantau perpindahan barang dengan efisien, yang sangat penting dalam industri masa kini.

Menurut Recky Aosoby DKK (2016), konveyor adalah alat transportasi yang berfungsi untuk memindahkan material atau peralatan tertentu secara otomatis dan terpantau di dalam industri. Penggunaan konveyor di dunia industri bertujuan untuk memindahkan barang dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Dengan memanfaatkan teknologi otomasi, proses pemindahan barang dapat dilakukan lebih cepat, dalam jumlah besar, dan secara berkelanjutan[17].

2.5 Pemahaman Programmable Logic Controller (PLC)

PLC adalah perangkat kontrol yang pengoperasiannya diatur melalui program yang ditanamkan didalamnya. Berbeda dengan sistem kontrol konvensional, PLC lebih mudah dioperasikan karena perubahan dapat dilakukan tanpa perlu mengubah instalasi. Penyesuaian hanya dilakukan melalui pemrograman. Salah satu program yang sering digunakan adalah diagram tangga (*Ladder Diagram*)[18].

Prinsip kerja PLC yaitu mengendalikan sistem dengan membandingkan kondisi *Input* dan program yang telah diprogramkan di dalamnya. Modul *Input* memiliki beberapa terminal yang terhubung ke berbagai komponen yang berfungsi sebagai *Input*, seperti *pushbutton*, *limit switch*, dan lain-lain. Begitu pula dengan modul *Output*, terminalnya akan dihubungkan ke komponen seperti *relay*, motor, lampu, *buzzer*, dan lainnya[19]

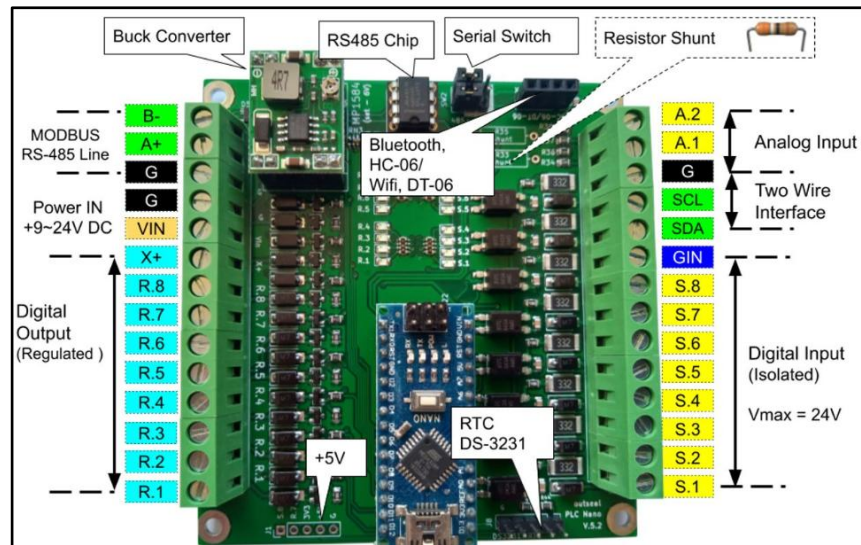
2.5.1 PLC *Outseal V.5 Slim*

Gambar 2.2 adalah PLC *Outseal V.5 Slim*, menurut sejarahnya, PLC pertama yaitu model 0,84 dibuat oleh Dick Morley pada tahun 1969, sehingga beliau disebut sebagai “Bapak PLC”. Dinamakan 0,84 karena merupakan *project* ke 084 *Bedford Associates*. *Bedford Associates* kemudian mendirikan Modicon (*Modular Digital Control*). *Outseal* PLC sudah mempunyai semua fasilitas *hardware* dasar yang dimiliki oleh PLC secara umum dan sudah layak digunakan di dunia industri[20].

Programmable Logic Controller (PLC) adalah komputer dengan standar industri yang mampu diprogram untuk melakukan fungsi pengendalian atau kontrol. PLC sebagai pengontrol yang dapat diprogram telah menghilangkan banyak penyambungan kabel yang terkait dengan sirkuit kontrol *relay* konvensional. Manfaat lainnya adalah proses pemrograman dan instalasi yang mudah, kecepatan kontrol yang tinggi, kompatibilitas jaringan yang baik, proses pemecahan masalah dan kemudahan proses pengujian sistem, dan keandalan yang tinggi. Perangkat keras yang sudah dirilis oleh *outseal* dalam sebuah *board*. Unit yang akan digunakan adalah PLC *Outseal Shield V.3*. Versi 3 adalah berupa *shield* (perangkat tambahan) untuk *arduino nano/UNO board* [Panduan Dasar *Outseal* PLC, Agung Bakhtiar] halaman 7[21].

Keuntungan menggunakan *Outseal* PLC adalah :

1. Sudah layak digunakan untuk industri karena beberapa alasan diantaranya adalah:
 - a. Mampu bekerja pada tegangan listrik 24V (*standard* Industri).
 - b. Tahan terhadap ESD (*spike*).



Gambar 2. 5 PLC *Outseal Shiled V.5 Slim*

c. *Isolated Input.*

d. *Analog Input* bisa membaca arus listrik 0-20 mA dan terdapat *resettable fuse*.

2. Skema elektronik terbuka untuk umum sehingga siapapun dapat melihat, mempelajari, membuat sendiri hingga mengembangkannya.
3. Perangkat lunak untuk pemrograman diagram tangga diberikan secara gratis, memakai bahasa indonesia sebagai bahasa utama dan mudah dioperasikan.
4. Terdapat forum resmi di media sosial *facebook* untuk belajar dan berdiskusi.

2.6 Hasil Penelitian Terdahulu atau Penelitian Terkait

Berikut adalah beberapa hasil penelitian sebelumnya atau yang berhubungan dengan laporan ini, yang dapat mencakup berbagai aspek seperti teknis, efektivitas, dan penerapannya secara praktis. Tabel 2.1 di bawah ini menunjukkan beberapa contoh hasil penelitian yang relevan:

Tabel 2. 2 Hasil Penelitian Terdahulu

NO	Nama Penulis	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Rizki Faulianur1, Mhd Ridho Pratama2, Mahmud	2023	Simulasi Konveyor Penghitung Barang Berbasis PLC-HMI Sebagai Media Pembelajaran.	Berhasil dibuat simulasi konveyor penghitung barang menggunakan <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC) dan <i>Human Machine Interface</i> (HMI) sebagai media pembelajaran di Program Studi Mekatronika Politeknik Aceh. Penggunaan modul ini diharapkan dapat meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam memahami sistem PLC dan HMI. Modul ini belum mampu menampilkan animasi barang bergerak di atas konveyor, dan disarankan untuk pengembangan lebih lanjut menggunakan jenis PLC yang dapat berkomunikasi melalui jaringan[21].

2.	Maulana Alfan Miadinar, Bambang Suprianto	2019	Pengembangan Media Pembelajaran <i>Trainer Conveyor</i> Sortir Warna <i>Kalsiboard</i> Berdasarkan Arduino Uno Pada Mata Diklat Perekayasaan Sistem Kontrol Kelas Xi Tei SMKN 1 Jetis Mojokerto.	Trainer <i>Conveyor</i> Sortir Warna <i>Kalsiboard</i> berbasis Arduino UNO dan lembar kerja (<i>jobsheet</i>) dikategorikan sangat valid dengan persentase 92,49% untuk <i>trainer</i> dan 89,57% untuk <i>jobsheet</i> , sehingga layak digunakan dalam pembelajaran. Pembelajaran menggunakan <i>trainer</i> ini terbukti efektif. Rata-rata nilai kompetensi peserta didik mencapai 83,33%, dengan nilai terendah 78 dan tertinggi 92, menunjukkan pencapaian yang baik dalam ranah pengetahuan dan keterampilan. Respon siswa terhadap penggunaan media pembelajaran ini sangat positif, dengan nilai rata- rata 83,50%, menunjukkan bahwa perangkat ini memberikan kontribusi positif dalam proses pembelajaran[22].
----	---	------	---	---

3.	Rizki Fauzan, Dafang Mulyana	2022	Pengembangan <i>Trainer Conveyor</i> Menggunakan <i>Outseal</i> PLC Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik	<p>Penelitian ini menggunakan model ADDIE (<i>Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation</i>) untuk mengembangkan <i>Trainer Conveyor</i> yang menggunakan <i>Outseal</i> PLC. Hasil validasi dari ahli materi menunjukkan persentase sebesar 90,625% dan dari ahli media sebesar 87,25%. Keduanya tergolong dalam kategori "Sangat Layak" untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Meskipun tahap implementasi tidak dilakukan akibat pandemi, hasil validasi menunjukkan bahwa <i>Trainer</i> ini dapat berfungsi dengan baik dalam mendukung pembelajaran mata pelajaran Instalasi Motor Listrik. Terdapat beberapa rekomendasi perbaikan, seperti pengembangan <i>prototype conveyor</i> dan penambahan modul</p>
----	------------------------------	------	---	---

				<i>output</i> [23].
--	--	--	--	---------------------

Berdasarkan Tabel 2.1 hasil penelitian terdahulu, maka dapat disimpulkan perbedaan Tugas Akhir ini, ada pada bentuk alat yang dibuat, alat penelitian terdahulu hanya berbentuk simulasi atau *trainer*, sementara alat yang dibuat pada Tugas Akhir ini sudah bukan *prototype*, simulai maupun *trainer* melainkan alat konveyor jadi (barang dengan skala 1:1).

BAB III METODOLOGI

3.1 Peralatan Dan Bahan Yang Digunakan

Dalam proses pembuatan konveyor, tentunya diperlukan alat dan bahan. Di bawah ini disajikan Tabel 3.1 yang memuat daftar alat yang akan digunakan, serta Tabel 3.2 yang memuat daftar bahan yang diperlukan. Detailnya dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 1 Peralatan Dan Bahan Yang Digunakan

No	Item	Volume	Satuan	Justifikasi Penggunaan
1.	Meteran	1	Buah	Untuk mengukur jarak panjang/lebar suatu benda.
2.	Tang Kombinasi	1	Buah	Untuk menjepit dan memotong kabel.
3.	<i>Crimping Tool</i>	1	Buah	Untuk mengupas, memotong, dan menjepit kabel berjenis <i>Unshielded Twisted Pair (UTP)</i> dan <i>Shielded Twisted Pair (STP)</i> .
4.	Tang Potong	1	Buah	Untuk memotong benda berukuran kecil, seperti untuk memotong kawat dan kabel.
5.	Tang Jepit Buaya	1	Buah	Menjepit dan menahan benda dengan erat dan kuat.
6.	Pisau <i>Cutter</i>	1	Buah	Untuk mengupas lapisan plastik pada kabel.
7.	Obeng <i>Min</i>	1	Buah	Untuk membuka dan mengencangkan sekrup

8.	<i>Obeng Plus</i>	1	Buah	Untuk membuka dan mengencangkan sekrup
9	Tang Skun	1	Buah	Untuk mengkoneksikan sebuah kabel dengan skun kabel dengan cara di jepit atau di tekan (<i>press</i>).
10.	<i>Multimeter</i>	1	Buah	Untuk mengetahui ukuran tegangan, resistansi, dan arus listrik.
11.	<i>Test Pen</i>	1	Buah	Untuk menentukan apakah ada atau tidak adanya tegangan listrik pada peralatan yang sedang diuji.

Tabel 3. 2 Bahan Yang Digunakan

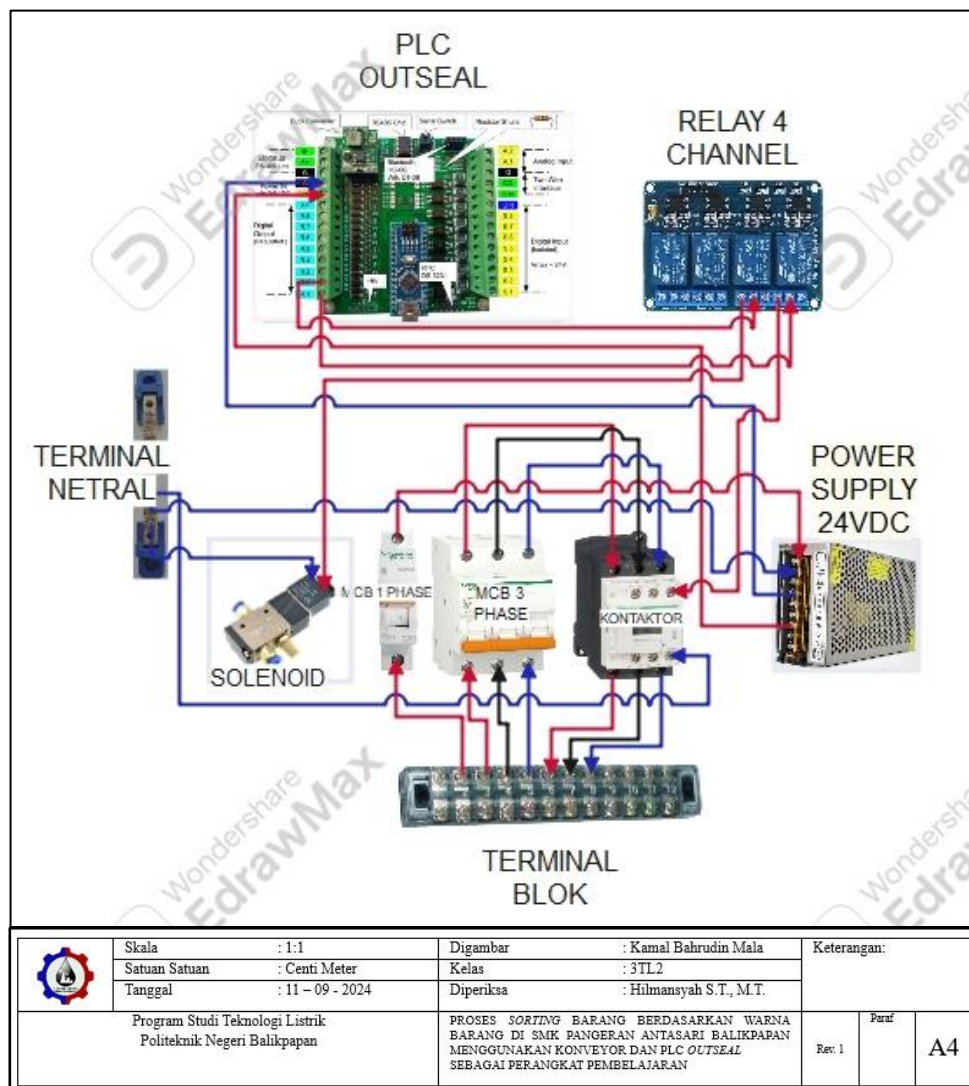
No.	Item	Volume	Satuan	Justifikas Penggunaam
1.	PLC <i>Outseal</i>	1	Buah	Sebagai otak pemrograman sensor dan kontrol motor
2.	Kontaktor Magnetik	1	Buah	Sebagai saklar otomatis yang berfungsi untuk mengontrol aliran listrik pada perangkat atau mesin listrik.
3,	MCB <i>3Phase</i>	1	Buah	Untuk melindungi rangkaian listrik tiga fase dari kerusakan akibat arus berlebih, seperti arus pendek atau beban berlebih.
4,	<i>Push Button</i> NO	1	Buah	Sebagai saklar yang berfungsi untuk menghidupkan rangkaian listrik saat tombol ditekan.

5.	<i>Push Button NC</i>	1	Buah	Sebagai saklar yang berfungsi untuk mematikan rangkaian listrik saat tombol ditekan.
6.	Lampu indikator	1	Buah	Untuk memberikan informasi visual mengenai status operasi atau kondisi rangkaian peralatan atau sistem telah menyala.
7.	<i>Solenoid</i>	1	Buah	Untuk mengontrol aliran cairan atau gas dengan menggunakan mekanisme elektromagnetik.
8.	Pneumatik Silinder	1	Buah	Untuk mengubah energi udara bertekanan menjadi gerakan mekanis, baik berupa gerakan naik turun.
9.	Kompresor <i>Mini</i>	1	Buah	Sebagai penyuplai tekanan udara untuk pengoprasian rangkaian <i>sorting</i> barang.
10	<i>Sensor Infrared</i>	1	Buah	Sebagai sensor pembaca ketika barang berbentuk kotak ditaruh di konveyor untuk diuji.
11.	Sensor TCS3200	1	Buah	Sebagai sensor pembaca warna untuk menyortir barang berbentuk kotak.

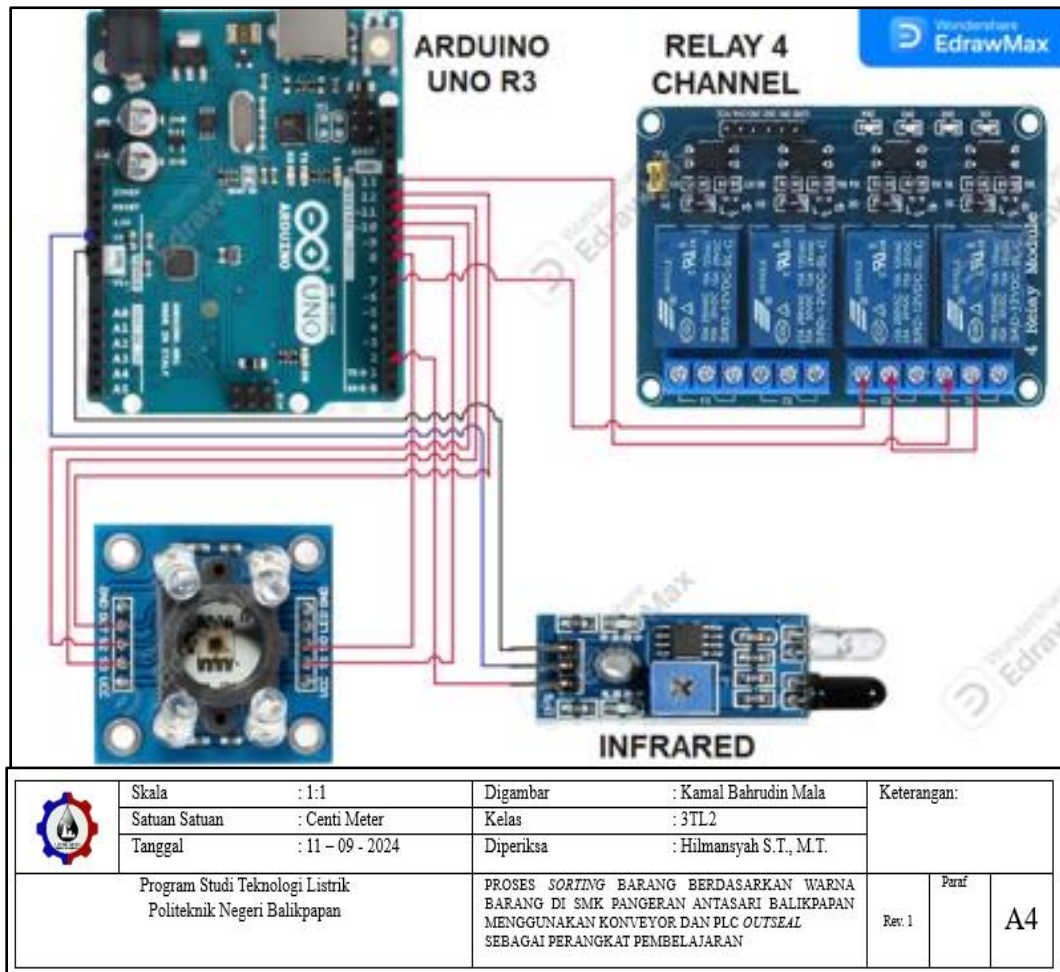
12.	<i>Arduino Nano</i>	1	Buah	Sebagai mikrokontroler yang memproses pembacaan sensor.
13.	<i>Power Supply 24VDC</i>	1	Buah	Sebagai input daya untuk menghidupkan PLC <i>Outseal</i> .
14.	Kabel NYA	4	Roll	untuk mengalirkan arus listrik pada setiap rangkaian <i>wiring</i> alat,

3.2 Desain Alat Dan Perancangan

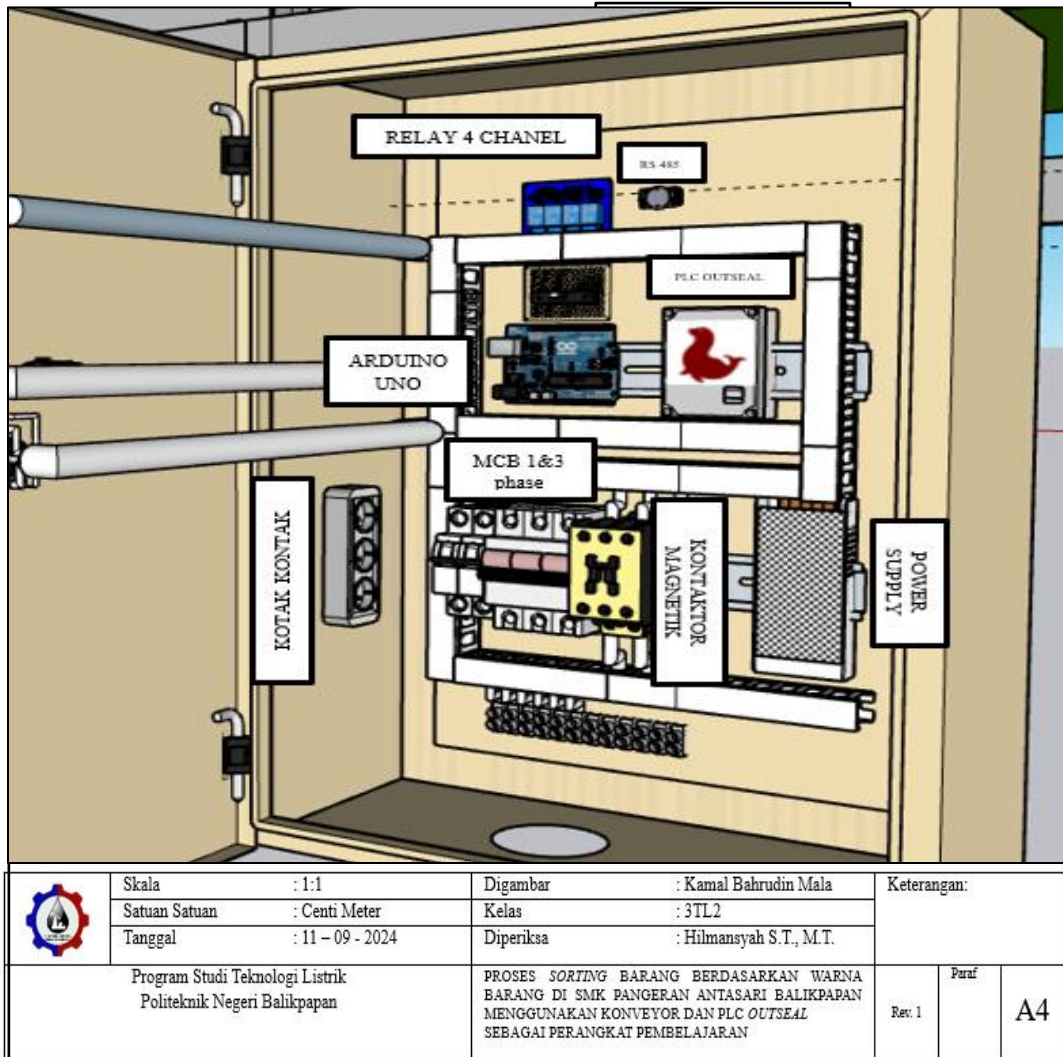
Perancangan alat dan desain merupakan proses penting dalam menciptakan alat, metode, dan teknik yang efektif guna meningkatkan efisiensi, kualitas, serta keselamatan diberbagai sektor. Dengan mengikuti langkah-langkah yang terstruktur dengan baik dan memanfaatkan alat serta metode yang sesuai, penulis dapat menyelesaikan pembuatan alat ini secara tepat waktu. Berikut Gambar 3.1 tentang *Design 2D, Wiring* Rangkaian daya, Gambar 3.2 tentang *Design 2D, Wiring* Rangkaian Kontrol, Gambar 3.3 tentang, *Design 2D Wiring* Rangkaian Kontrol Sensor, Gambar 3.4 tentang *Design 3D Rangkaian* Kontrol Motor dan Gambar 3.5 tentang *Design 3D Design 3D* Konveyor yang telah dipasang sensor



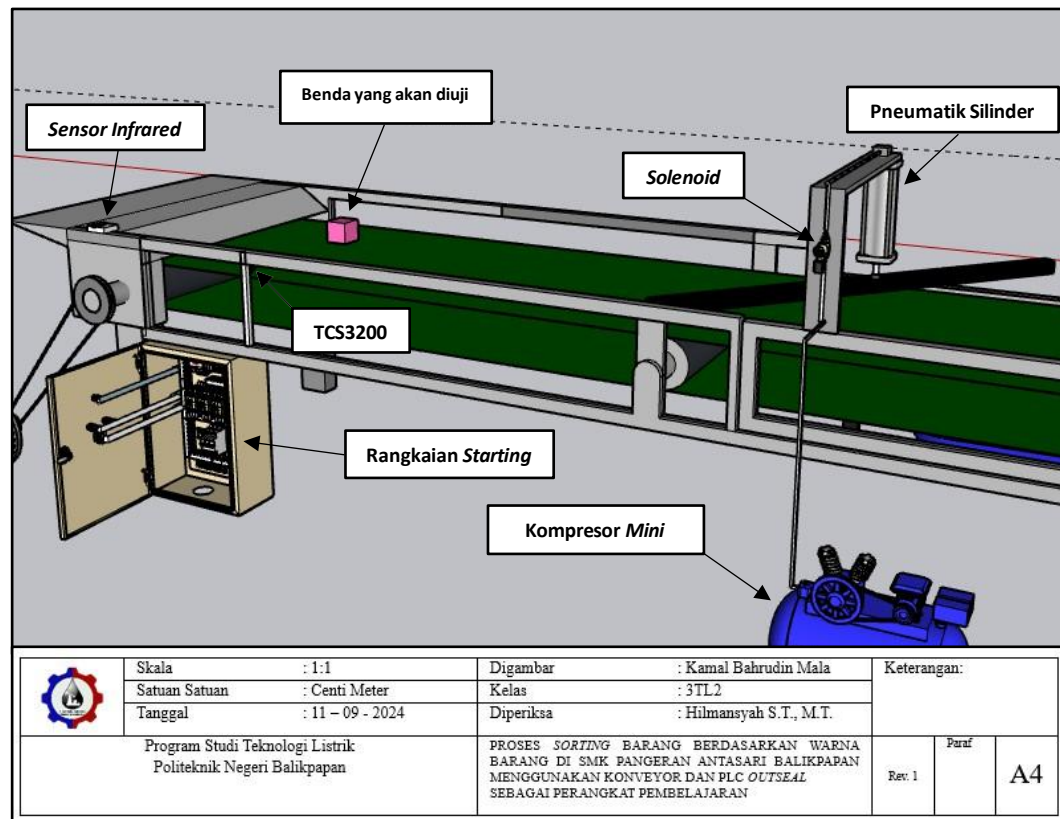
Gambar 3. 1 Desain 2D, *Wiring* Rangkaian Daya



Gambar 3. 2 Desain 2D Wiring Rangkaian Kontrol Sensor



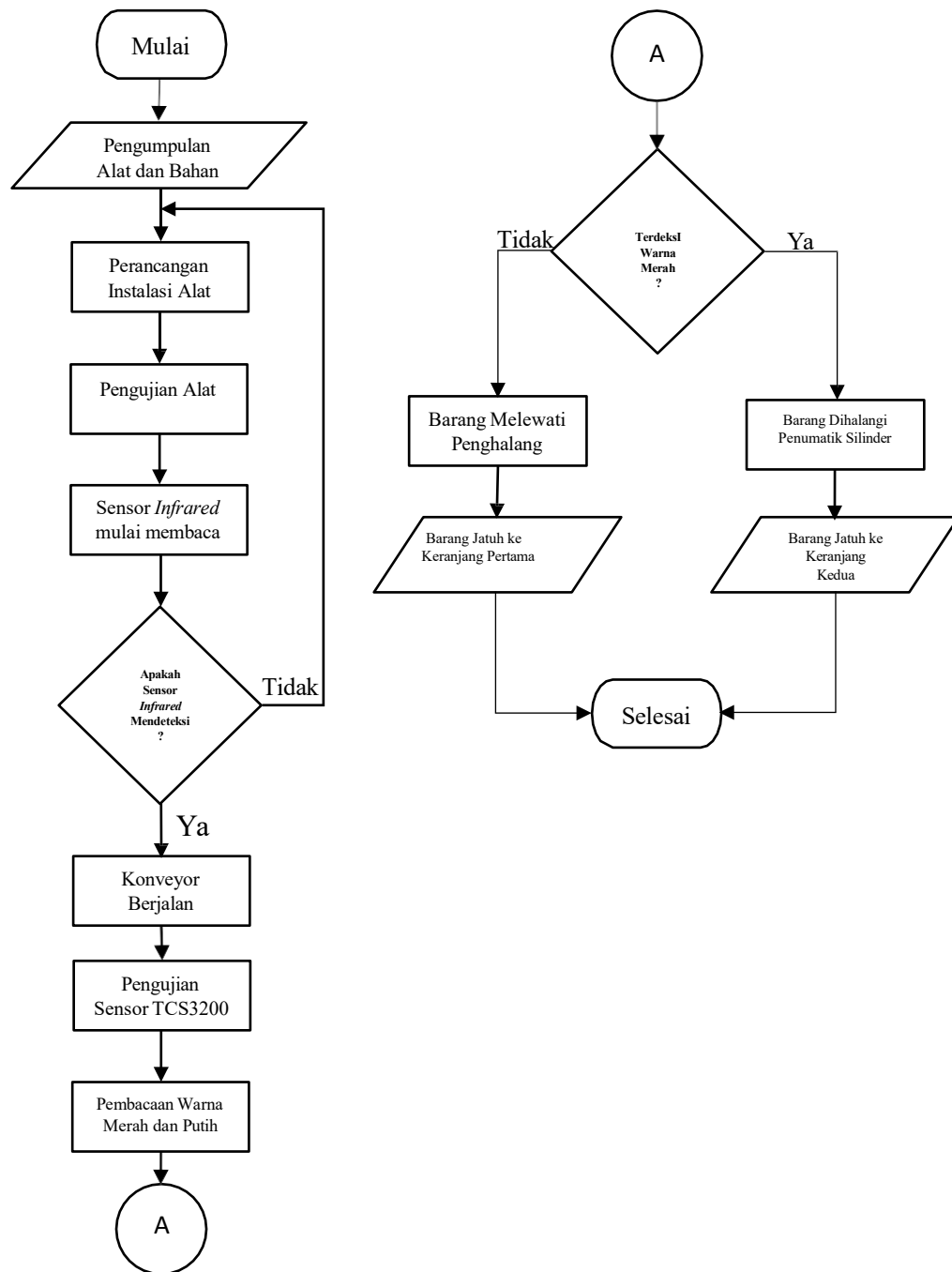
Gambar 3. 3Desain 3D, Rangkaian Panel



Gambar 3. 4 Desain 3D, Konveyer yang telah dipasang sensor

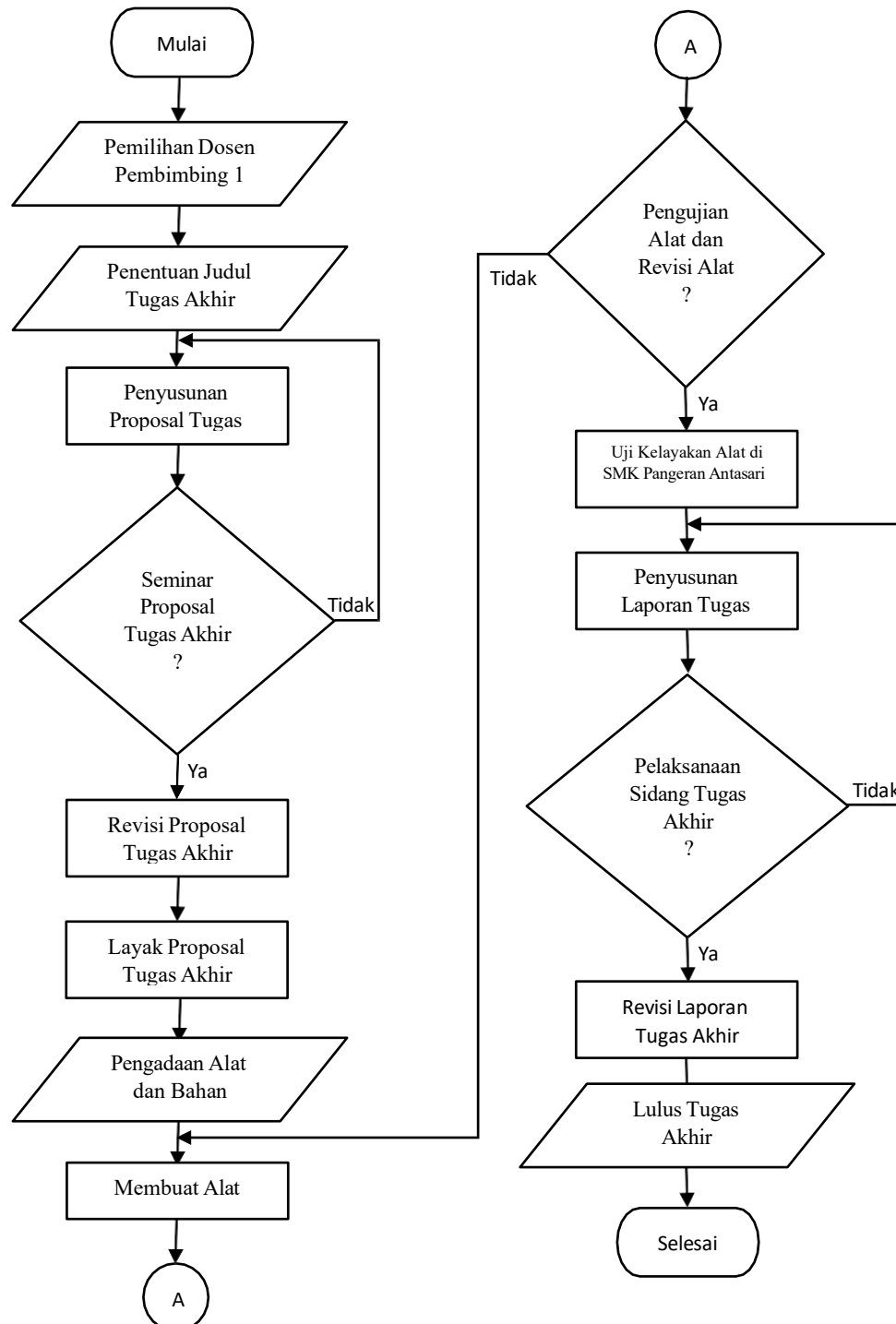
3.3 Flowchart Pembuatan Alat

Berikut Gambar 3.5 dibawah ini tentang *flowchart* pembuatan alat dan Gambar 3.6 tentang *Flowchart* Jadwal Kegiatan Tugas Akhir yang memudahkan dalam melaksanakan laporan ini.



Gambar 3. 5 *Flowchart* Pembuatan Alat

3.4 Flowchart Jadwal Kegiatan Tugas Akhir



Gambar 3. 6 Flowchart Jadwal Kegiatan Tugas Akhir

3.5 Parameter Pengamatan

Adapun Parameter Pengamatan pada Proses *Sorting* Barang Berdasarkan Warna Barang di SMK Pangeran Antasari Balikpapan Menggunakan Konveyor Dan Plc *Outseal* Sebagai Perangkat Pembelajaran yaitu :

1. Apakah dengan adanya alat ini, siswa Jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) di SMK Pangeran Antasari Balikpapan mendapatkan pengetahuan tambahan tentang proses *sorting* barang menggunakan konveyor dan PLC *Outseal*?