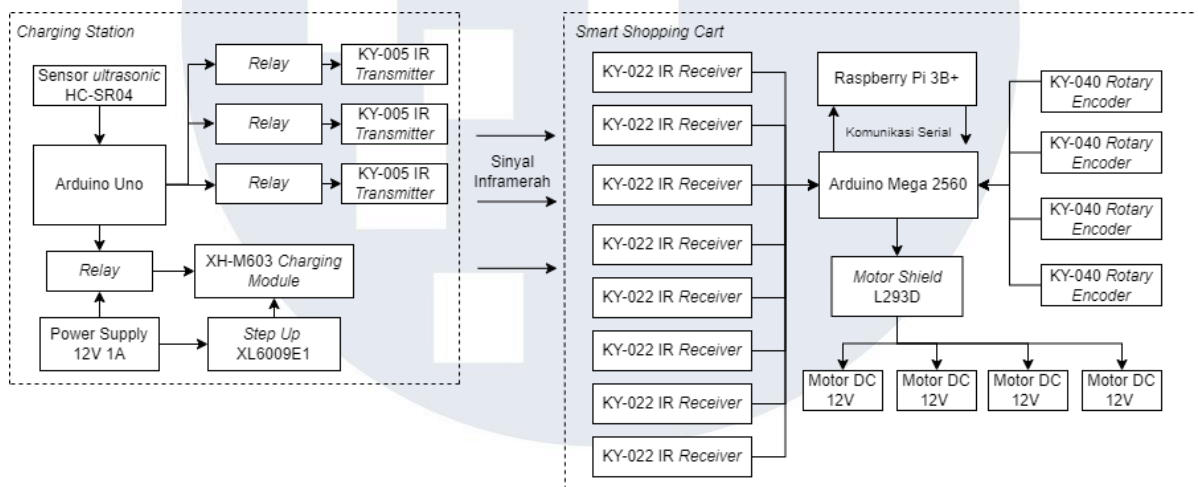


BAB III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Tinjauan Desain Sistem

3.1.1 Desain Sistem Keseluruhan

Untuk dapat memahami ilustrasi alur dari sistem *self-return* dan *self-charging*, maka dibuatkan DFD Level 2 untuk menggambarkan keseluruhan alur yang bisa dilihat pada Gambar 3.1. Penjelasan terkait dengan DFD Level 2 dari sistem dapat dilihat seperti pada Tabel 3.1.



Gambar 3.1 – DFD Level 2 *Self-Return* dan *Self-Charging*

Tabel 3.1 – Penjelasan DFD Level 2 Sistem *Self-Return* dan *Self-Charging*

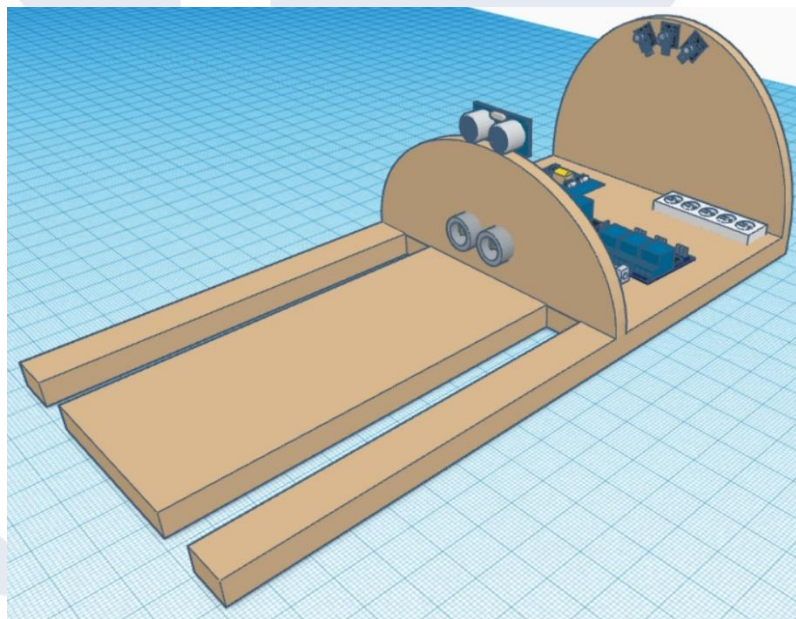
Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> ● Sinyal inframerah dari <i>KY-005 IR transmitter</i> di <i>charging station</i>. ● Halangan berupa <i>Smart Shopping Cart</i> ● Data jarak <i>rotary encoder</i> dari troli berada di <i>charging station</i> hingga melewati <i>gate</i> pembayaran
Output	<ul style="list-style-type: none"> ● Pergerakan dari motor untuk mencari dan mengikuti sinyal inframerah. ● Pergerakan dari motor dengan mengikuti data jarak yang didapatkan. ● Pengaktifan <i>relay</i> untuk menjalankan <i>XH-M603 charging module</i>.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Penonaktifan <i>relay</i> untuk mematikan beberapa KY-005 IR <i>transmitter</i>
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> ● Mengendalikan motor untuk kembali ke <i>charging station</i> secara otomatis. ● Mengisi daya pada baterai secara otomatis. ● Menghentikan pergerakan troli.

Sistem ini berperan dalam melakukan *self-return* pada *Smart Shopping Cart* untuk dapat kembali ke *charging station* secara otomatis dengan memanfaatkan sinyal inframerah dan data jarak dari *rotary encoder*. Sistem akan bekerja ketika pelanggan telah menekan *button* “*disconnect*” pada aplikasi *smartphone* yang dibuat menggunakan MIT App Inventor. Tujuan dari adanya *button* adalah untuk mengirimkan pesan supaya *disconnect* dengan program untuk mengikuti pelanggan dan menjalankan program *self-return*. Pada troli akan dipasangkan 8 buah KY-022 IR *receiver* untuk menerima sinyal inframerah yang diberikan dari 3 buah KY-005 IR *transmitter* di *charging station* dan 4 buah *rotary encoder* yang dipasangkan di roda troli. Data yang didapatkan dari IR *receiver* dan *rotary encoder* akan diolah oleh Arduino Mega dan digunakan untuk mengendalikan motor DC hingga troli sampai ke *charging station*. Selain itu, terdapat juga sistem *self-charging* yang berperan untuk melakukan pengisian daya secara otomatis ketika troli telah sampai di *charging station*. Mekanisme *self-charging* akan berjalan ketika sensor ultrasonik HC-SR04 yang terletak di sisi depan *charging station* telah mendeteksi keberadaan dari troli dan akan mengaktifkan *relay* untuk menjalankan XH-M603 *charging module* serta menonaktifkan 3 buah KY-005 IR *transmitter* yang terletak di sisi atas agar tidak lagi memberikan sinyal inframerah sehingga troli dapat berhenti. Desain akhir dari produk dapat dilihat seperti pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3. Untuk *flowchart* pengoperasian sistem dapat dilihat seperti pada Gambar 3.4.

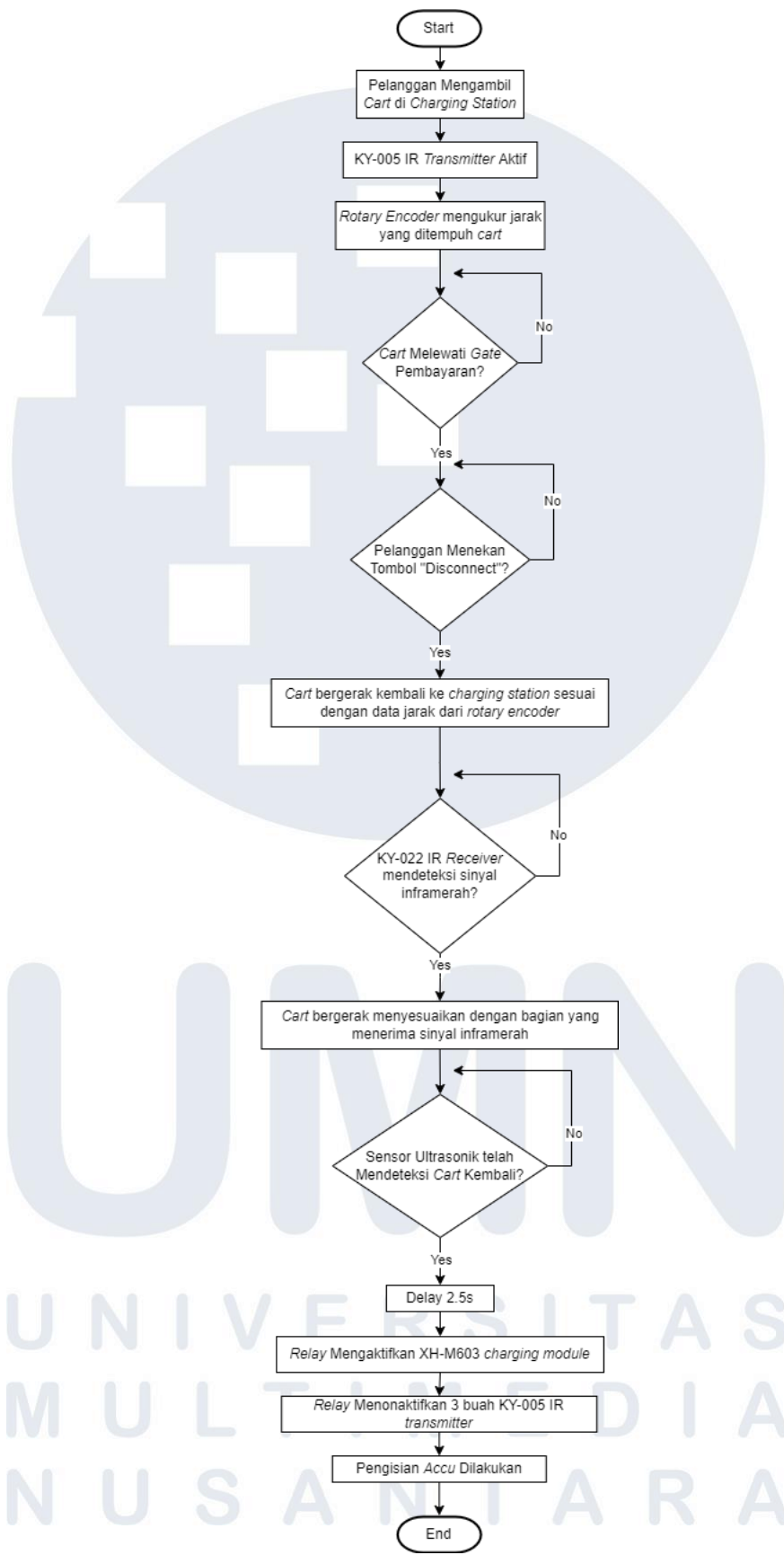


Gambar 3.2 – Tampak Keseluruhan Desain *Smart Shopping Cart*



Gambar 3.3 – Tampak Keseluruhan Desain *Charging Station*

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

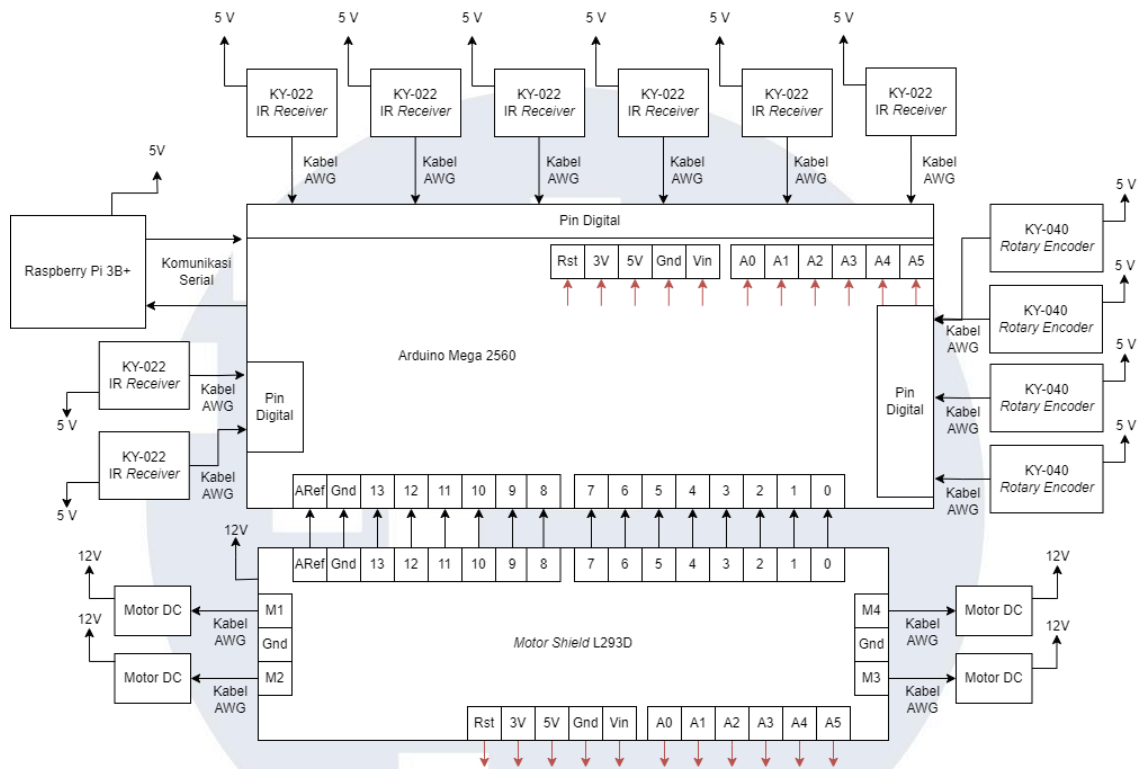


Gambar 3.4 – Flowchart Pengoperasian Sistem

3.1.2 Diagram Sistem

Dibawah ini merupakan diagram pengkabelan untuk sistem *self-return* dan *self-charging* pada *Smart Shopping Cart*. Pada sistem *self-return*, Arduino Mega mendapatkan *power* dari Raspberry Pi 3B+ yang terkoneksi secara serial melalui kabel USB. Dengan begitu, Arduino Mega baru akan menyala ketika Raspberry Pi 3B+ dalam keadaan menyala. Komponen yang memerlukan tegangan 5V seperti KY-022 IR *receiver* dan Raspberry Pi 3B+ mendapatkan tegangan tersebut melalui penerapan *step down* LM2596 yang terhubung dengan *accu* 12V 5Ah, sedangkan tegangan untuk *motor shield* L293D langsung dialiri melalui *accu*. *Wiring diagram* untuk sistem *self-return* dapat dilihat seperti pada Gambar 3.5. Pemilihan komponen yang digunakan seperti KY-022 IR *receiver* dan KY-040 *rotary encoder* dikarenakan konsumsi dayanya yang tidak besar, yaitu sebesar 0.05376W (dengan 12V x 11.2mA). Untuk *motor shield* L293D yang digunakan menggunakan daya sebesar 14.4W (dengan 12V x 1.2A) dengan arus maksimum yang dapat diberikan per *channel* sebesar 600 mA. Dipilihnya *motor shield* L293D karena cocok untuk motor DC 12V yang digunakan karena membutuhkan arus sebesar 300mA (dalam keadaan ada *load*). Selain komponen dari sistem *self-return*, digunakan juga dua buah Raspberry Pi 3B+ dengan total daya sebesar 0.026W (dengan 5V x 5.2mA). Untuk memberikan daya pada setiap komponen, dipilihlah *accu* 12V 5Ah karena mampu menghidupkan *Smart Shopping Cart* selama sekitar 3 jam dan tidak memiliki beban yang berat sehingga tidak menghambat pergerakan *cart*. Waktu yang berikan cukup untuk menghidupkan *Smart Shopping Cart* dari pelanggan mulai berbelanja hingga melewati *gate* pembayaran.

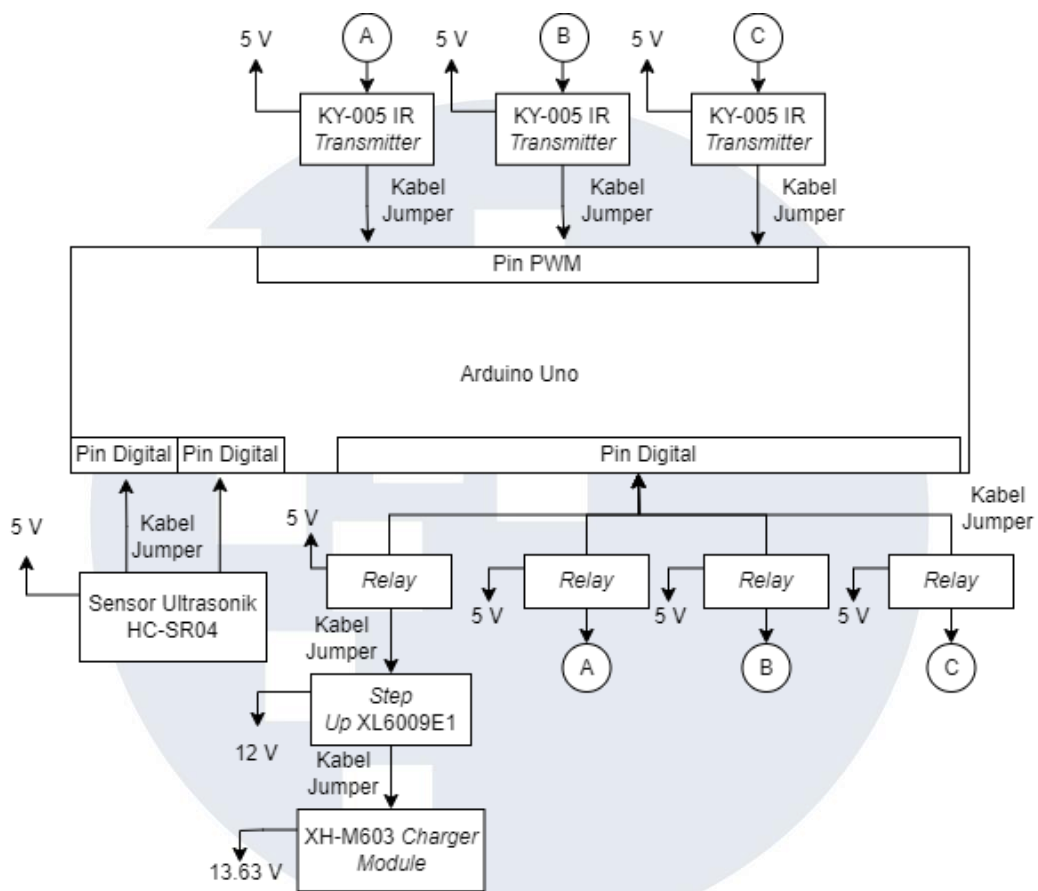
U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A



Gambar 3.5 – Wiring Diagram Sistem Self-Return

Pada sistem *self-charging*, komponen yang memerlukan tegangan 5V seperti KY-005 IR *transmitter*, sensor ultrasonik HC-SR04, dan *relay* didapatkan melalui Arduino Uno, sedangkan XH-M603 *charging module* mendapatkan tegangan 13.63V melalui penggunaan *step up* XL6009E1 yang digunakan untuk menaikkan tegangan *power supply* 12V 1A. Wiring diagram untuk sistem *self-charging* dapat dilihat seperti pada Gambar 3.6.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

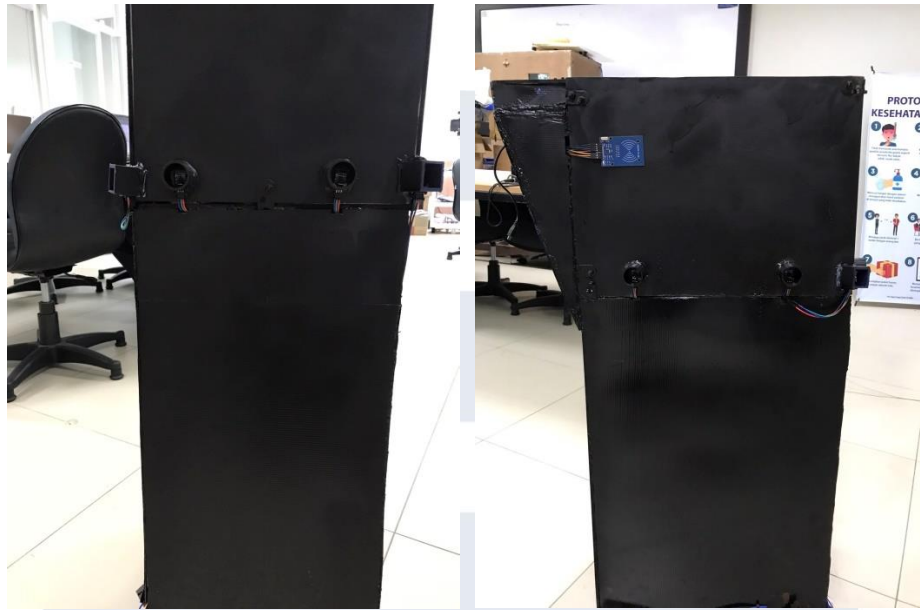


Gambar 3.6 – *Wiring Diagram* Sistem *Self-Charging*

3.2 Implementasi Sistem

3.2.1 Hasil Implementasi

Pada proses implementasi, masing-masing KY-022 IR *receiver* dilengkapi dengan penghalang yang bertujuan untuk memfokuskan penerimaan sinyal inframerah di satu sisi saja. Masing-masing sisi dari troli, seperti sisi belakang, sisi kiri, sisi kanan, dan sisi bawah dilengkapi dengan dua buah KY-022 IR *receiver*. Posisi KY-022 dari tampak bagian belakang dan samping dapat dilihat pada Gambar 3.7. KY-022 IR *receiver* yang digunakan terkoneksi dengan Arduino Mega. Data-data sinyal inframerah yang didapat dari setiap IR *receiver* akan diolah dan digunakan sebagai perintah untuk menjalankan motor hingga dapat sampai ke *charging station*.



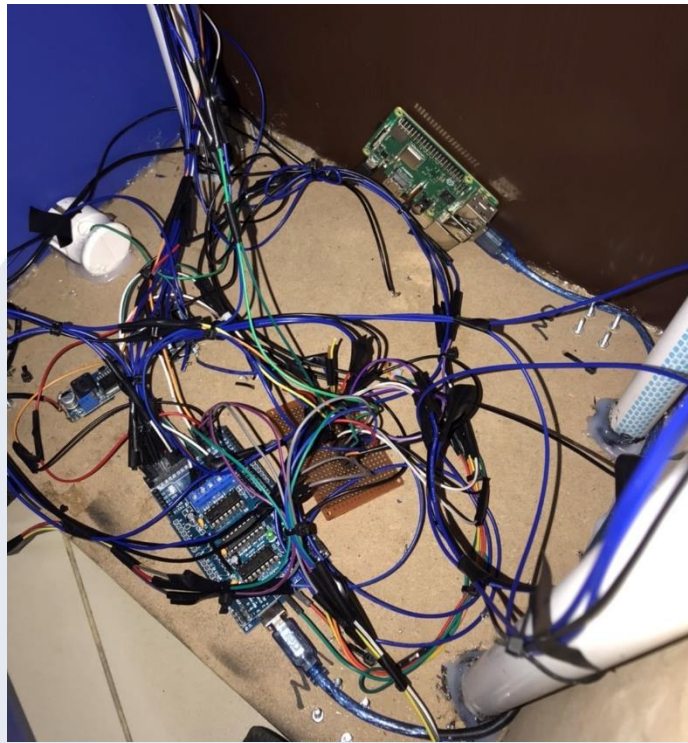
(a)

(b)

Gambar 3.7 – Peletakan KY-022 IR Receiver : (a) Bagian Belakang, (b) Bagian Samping

Selain KY-022 IR receiver, terdapat motor *shield* L293D yang terkoneksi dengan Arduino Mega yang juga digunakan untuk membantu kinerja dari sistem *following* dengan penggunaan Raspberry Pi 3B+. Pengkoneksian antara Raspberry Pi 3B+ dan Arduino Mega dilakukan secara serial dengan menggunakan kabel USB yang dapat dilihat seperti pada Gambar 3.8.

UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.8 – Pengkoneksian Secara Serial Antara Arduino Mega dengan Raspberry Pi 3B+

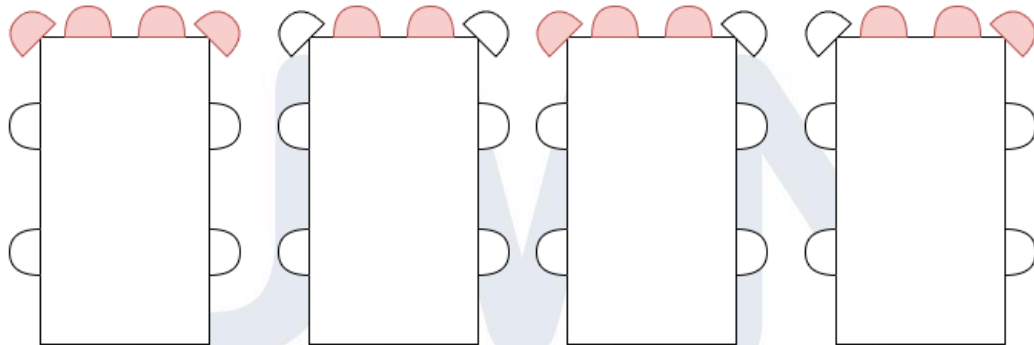
Dalam pengendalian KY-022 IR *receiver*, digunakan *library* eksternal sebagai pendukung dalam pengimplementasian IR *receiver* yang melebihi dari satu buah. Data-data sinyal inframerah yang didapat dari yang awalnya digital, terlebih dahulu diubah menjadi bentuk *hexadecimal* untuk memudahkan pembacaan melalui *serial monitor*. Setelah KY-022 IR *receiver* telah membaca sinyal inframerah dengan sesuai, program untuk menampilkan data di *serial monitor* akan dihilangkan dan digantikan untuk menggerakkan motor sesuai dengan sinyal inframerah yang didapat. KY-022 IR *receiver* akan menyalakan LED berwarna merah jika mendeteksi sinyal inframerah seperti pada Gambar 3.9.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A



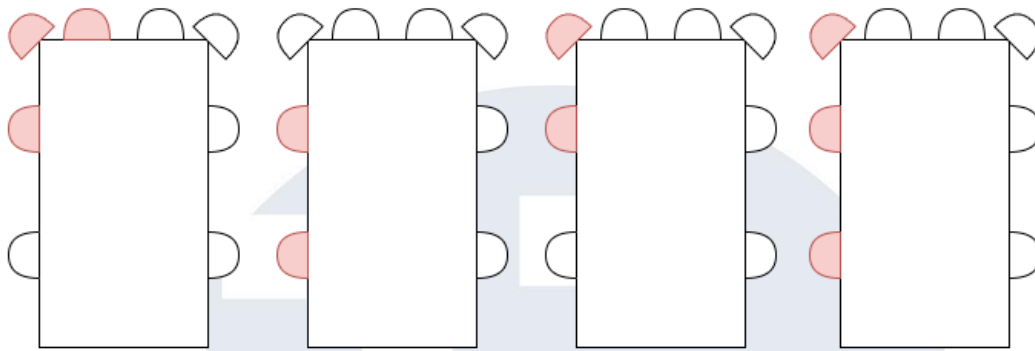
Gambar 3.9 – Kondisi KY-022 IR Receiver Mendeteksi Sinyal Inframerah dari KY-005 IR Transmitter

Untuk memahami pergerakan dari *cart* ketika telah mendeteksi sinyal inframerah, maka dibuatkan mekanisme pergerakannya dalam bentuk gambar. Untuk bergerak maju, KY-022 IR receiver yang berada di sisi belakang perlu mendeteksi sinyal inframerah yang diberikan KY-005 IR transmitter seperti pada Gambar 3.10.



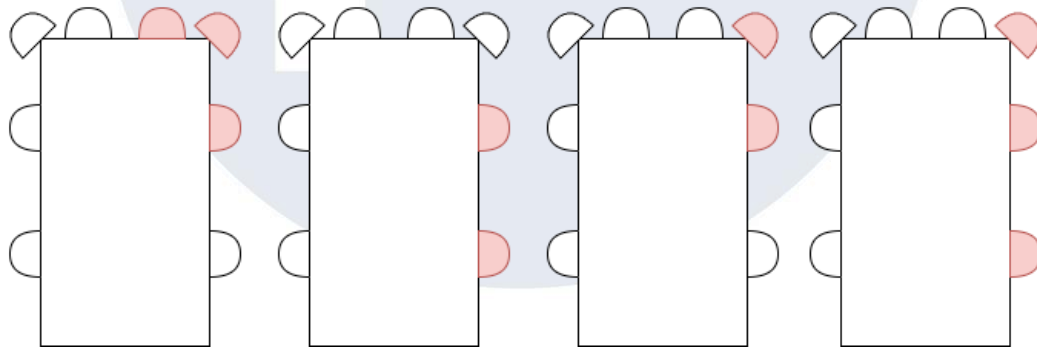
Gambar 3.10 – Mekanisme Cart Bergerak Maju

Untuk berbelok ke kiri, KY-022 IR receiver yang berada di sisi belakang dan sisi kiri perlu mendeteksi sinyal inframerah yang diberikan KY-005 IR transmitter seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 – Mekanisme *Cart* Berbelok ke Kiri

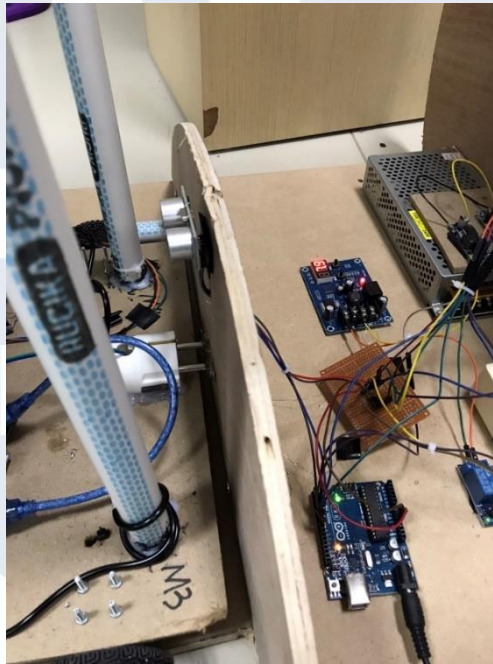
Untuk berbelok ke kanan, KY-022 yang berada di sisi belakang dan sisi kanan perlu mendeteksi sinyal inframerah yang diberikan KY-005 IR *transmitter* seperti pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 – Mekanisme *Cart* Berbelok ke Kanan

Pada sistem *self-charging*, terdapat *power supply* bernilai 12V 1A yang terkoneksi dengan *relay* lalu ke XH-M603 *charging control module*. Sebelum diteruskan ke *charging module*, tegangan akan diteruskan ke XL6009E1 *buck converter step up module* untuk dinaikkan tegangannya menjadi 13.63V. Digunakan *power supply* 12V 1A agar pengisian daya pada *accu* dapat dilakukan karena arus maksimum menurut keterangan dari *datasheet* sebesar 1.5A. *Accu* yang digunakan bernilai 12V dengan total kapasitas sebesar 5Ah. Untuk XH-M603, dapat diatur untuk memulai dan mematikan proses pengisian. Pada pengimplementasiannya, XH-M603 diatur untuk memulai pengisian pada 12.3V (tetap dapat melakukan proses pengisian jika di bawah dari tegangan yang ditentukan) dan mematikan proses pengisian pada 14.4V (voltase *accu* dalam keadaan sehat). Kemudian, *relay* akan bekerja dengan *delay* tertentu ketika sensor ultrasonik telah mendeteksi keberadaan dari *cart* dengan data jarak yang

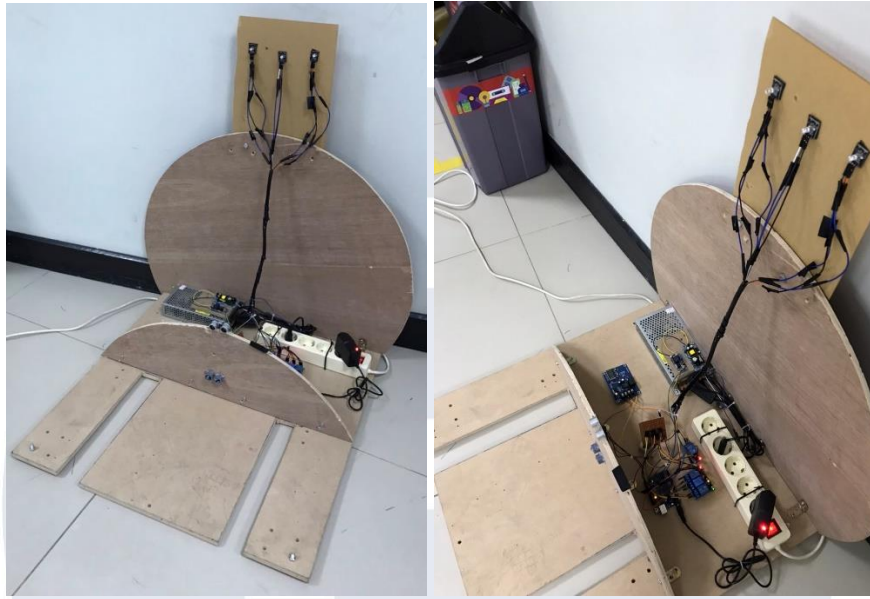
mengidentifikasi bahwa steker di *cart* sudah mengenai kawat yang berada pada penghalang di *charging station*. *Relay* akan bekerja untuk mengaktifkan *charging module* dan menonaktifkan 3 buah KY-005 IR *transmitter*. Penentuan jarak dilakukan dengan menempatkan *cart* hingga mengenai kawat yang berada pada penghalang seperti Gambar 3.13 dan dilihat hasilnya melalui *serial monitor*.



Gambar 3.13 – *Smart Shopping Cart* Menyentuh Bagian Kawat untuk Melakukan Pengisian Daya pada Aki Kering

Semua komponen di *charging station* dikendalikan dengan menggunakan Arduino Uno termasuk dengan mengendalikan 3 buah KY-005 IR *transmitter* untuk memberikan sinyal inframerah. Untuk komponen yang membutuhkan tegangan 5V, seperti 3 buah KY-005 IR *transmitter*, 4 buah *relay*, dan sensor ultrasonik HC-SR04 akan didapatkan dari Arduino Uno. *Charging station* yang telah dibuat dapat dilihat seperti pada Gambar 3.14.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A



Gambar 3.14 – Komponen pada *Charging Station*

3.2.2 Hambatan Implementasi

Permasalahan pertama yang ditemui dalam sistem *self-return* adalah tidak adanya penghalang pada KY-022 IR receiver. Saat diuji coba dengan memberikan sinyal inframerah pada sisi kiri keranjang menggunakan bantuan *remote*, IR receiver pada sisi belakang dan sisi kanan juga mendeteksi sinyal inframerah pada sisi kiri tersebut sehingga diperlukannya penghalang untuk masing-masing IR receiver.

Permasalahan kedua adalah *library* IRremote yang berasal dari Arduino IDE tidak dapat digunakan untuk IR receiver yang melebihi dari satu buah.

Permasalahan ketiga adalah ditemukan bahwa L298N tidak dapat mengalirkan arus yang cukup kuat untuk motor sehingga kecepatan yang dihasilkan motor sangat kecil.

Permasalahan keempat adalah ingin ditambahkan sensor ultrasonik HC-SR04 di sisi belakang troli yang bertujuan sebagai fungsi berhenti ketika telah mendeteksi sisi depan penghalang *charging station*. Namun, selama pengimplementasian sensor ultrasonik HC-SR04 tidak dapat bekerja di dalam fungsi *loop* pada Arduino Mega sehingga tidak dapat mengeluarkan hasilnya. Hal tersebut diperkirakan terjadi karena adanya

tabrakan dari penggunaan variabel antara sensor ultrasonik HC-SR04 dengan variabel dari *library* eksternal IRremote.

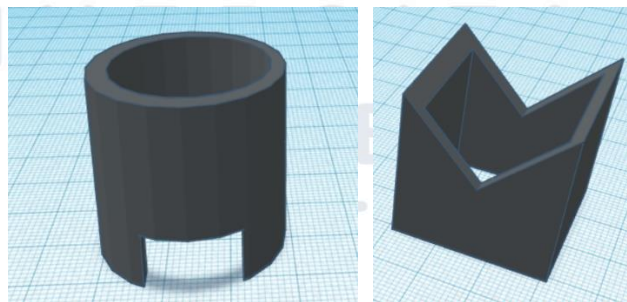
Permasalahan kelima ditemui dalam sistem *self-charging* di mana desain dari *charging station* untuk meletakkan komponen di sisi belakang berpotensi untuk memanfaatkan ruang yang cukup luas.

Permasalahan keenam adalah sumber daya dari keseluruhan sistem. Terdapat kecacatan untuk dua baterai Li-Ion yang digunakan. Salah satu baterai tidak dapat diisi ulang dan baterai yang satunya tidak dapat mencapai tegangan menurut spesifikasi. Setelah baterai diganti, ditemukan bahwa sistem juga memakan terlalu banyak daya bila hanya memakai baterai, yaitu hanya bertahan sekitar 5 menit.

Permasalahan ketujuh adalah *power supply* dengan nilai 24V 5A perlu diturunkan untuk bagian arusnya karena baterai Li-Ion yang digunakan digantikan menjadi *accu* 12V 5Ah dengan arus maksimum saat pengisian sebesar 1.5A. Penggantian menjadi *accu* dikarenakan baterai Li-Ion tidak bertahan lama ketika menyalakan *Smart Shopping Cart*.

3.2.3 Solusi yang Diterapkan

Solusi yang dilakukan untuk masalah pertama adalah dengan membuat penghalang dengan bantuan Tinkercad yang dapat dilihat seperti pada Gambar 3.15. Penghalang dibuat dengan bantuan 3D *printing*. Setelah diuji coba dengan kondisi yang sama, *infrared receiver* pada sisi belakang dan kanan sudah tidak mendeteksi sinyal inframerah yang diberikan dari sisi kiri.



Gambar 3.15 – Desain Penghalang KY-022 IR Receiver

Solusi yang dilakukan untuk masalah kedua adalah menggunakan *library* eksternal yang dapat mendukung pengimplementasian IR *receiver* yang lebih dari satu buah. Setelah diuji dengan *library* eksternal, IR *receiver* dapat menerima sinyal sesuai dengan yang diharapkan.

Solusi untuk permasalahan ketiga adalah menggantinya menjadi *motor shield* L293D karena dapat mengalirkan arus yang lebih kuat. Setelah diuji coba dengan menggunakan ditemukan bahwa motor DC 12V dapat berjalan dengan baik dan kecepatan maksimalnya sudah sesuai dengan spesifikasi.

Solusi untuk permasalahan keempat adalah mengkoneksikannya dengan Raspberry Pi 3B+. Namun, penerapan sensor memberikan hasil yang tidak sesuai sehingga penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 tidak dipakai. Diperkirakan data yang dihasilkan mengandung banyak *noise*. Solusi untuk permasalahan kelima adalah komponen diletakkan di sisi depan karena masih terdapat ruang kosong yang cukup.

Solusi untuk permasalahan keenam adalah mengubah pemakaian baterai Li-Ion dengan *accu* 12V 5Ah. Setelah diuji lagi, ditemukan bahwa *accu* dapat menjalankan produk dengan jangka waktu yang lebih lama.

Solusi yang dilakukan untuk masalah ketujuh adalah mengganti *power supply* menjadi 12V 1A. Tegangan dari *power supply* akan dinaikkan menjadi 13.63V dengan XL6009E1 DC-DC *step up module* untuk dapat mengisi daya pada *accu* yang digunakan.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A