

RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT ANGKUT LOGAM OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO

Bima Franata Sagita¹, Eka Purwa Laksana²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur Jakarta
Jl. Ciledug Raya, Petukangan Utara, Jakarta Selatan, 12260, Indonesia
e-mail : bimatole451@gmail.com , eka.purwalaksana@budiluhur.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan alat angkut untuk memindahkan barang secara manual masih banyak ditemui meskipun ada banyak kekurangan didalamnya. Salah satu kekurangannya yaitu tombol push button harus terus menerus ditekan oleh operator hingga mencapai tempat yang diinginkan, hal ini tentunya akan memakan banyak waktu dan konsentrasi penuh dari operator itu sendiri. Pada tugas akhir ini dirancang sebuah rancang bangun prototipe alat angkut logam otomatis berbasis arduino uno untuk dapat memindahkan barang secara otomatis. Rancang bangun prototipe alat angkut logam otomatis berbasis arduino uno ini menggunakan sensor infrared avoid obstacle sebagai pendeteksi benda, motor dc sebagai penggerak utama untuk memindahkan barang, dan menggunakan software LD micro. Cara kerja rancang bangun prototipe alat angkut logam otomatis berbasis arduino uno ini adalah ketika switch otomatis dinyalakan motor DC 1 bekerja mengangkat drum yang berisikan logam secara vertikal (naik-turun) menuju sensor infrared avoid obstacle, lalu motor DC 2 akan bekerja secara horizontal (maju-mundur) menuju ke bak 1, 2, dan 3 untuk memindahkan logam secara otomatis. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan rancang bangun prototipe alat angkut otomatis berbasis arduino uno ini memiliki perbedaan durasi waktu untuk mengangkat logam dengan beban yang berbeda yaitu, jika tanpa beban waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat barang sebesar 94 detik, dengan beban 36.5 gram adalah sebesar 101 detik, dan dengan beban 111.1 adalah sebesar 103 detik, dengan selisih waktu dari tanpa beban hingga beban 111.1 gram adalah sebesar 9 detik.

Kata Kunci: alat angkut otomatis, LD Micro, Mikrokontroler Arduino Uno, Sensor obstacle Avoidance, Motor Listrik DC.

ABSTRACT

There are still many uses of transportation means to move goods manually, even though there are many shortcomings in it. One of the drawbacks is that the push button must be continuously pressed by the operator until it reaches the desired place, this of course will take a lot of time and full concentration from the operator himself. In this final project, a prototype design of an Arduino Uno based automatic metal conveyance is designed to be able to move goods automatically. The design of the prototype for automatic metal conveyance based on Arduino Uno uses the infrared avoid obstacle sensor as object detection, DC motor as the main driver for moving goods, and uses LD micro software. The working method of the prototype design for this automatic metal transportation device based on Arduino Uno is when the automatic switch is turned on, the DC motor 1 works to transport the drum containing metal vertically (up and down) to the infrared avoid obstacle sensor, then the DC motor 2 will work horizontally (forward -back) heading to tubs 1, 2, and 3 to move metal automatically. Based on the test results that have been carried out, the design of the prototype automatic transportation tool based on Arduino Uno has a difference in the duration of time to transport metal with different loads, namely, if without load the time needed to transport goods is 94 seconds, with a load of 36.5 grams is 101 seconds. , and with a load of 111.1 is 103 seconds, with a time difference from no load to a load of 111.1 grams is 9 seconds.

Keywords: automatic transportation equipment, LD Micro, Arduino Uno Microcontroller, Obstacle Avoidance Sensor, DC Electric Motor.

I. PENDAHULUAN

Dunia industri modern saat ini tidak lagi dipisahkan dengan masalah otomasi untuk berbagai sarana produksi ataupun pendukung produksi. Otomasi selalu berkaitan dengan sistem kendali dan kontrol, oleh karena itu semakin beragam pula sarana industri yang membutuhkan otomatisasi. Sistem otomasi dapat didefinisikan sebagai suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik, elektronik dan sistem yang berbasis komputer. Semuanya bergabung menjadi satu untuk memberikan fungsi terhadap manipulator sehingga akan memiliki fungsi tertentu. Salah satu pemanfaatan otomasi dalam bidang industri adalah pada alat angkut. Alat angkut yang dimaksudkan adalah alat angkut untuk barang ataupun material yang membantu dalam proses produksi. Beban angkut berlebih pada alat pengangkut barang seperti *hand pallet*, *hand stacker*, *forklift*, dan produk lainnya dapat mengakibatkan kerusakan dan kecelakaan operator mesin [1]

Pada rancangan alat angkut otomatis yang sudah ada, menggunakan sensor inframerah dan PLC sebagai kontrollernya. Metode tersebut dirasa cukup memberatkan pemilik usaha menengah kebawah mengingat harga PLC dan komponen pendukungnya relatif mahal terlebih harus melakukan perawatan berkala padahal dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno yang harganya relatif murah dan mudah dijangkau oleh kalangan industri kecil menjadi solusi yang menjanjikan.[2]

Oleh sebab itu dirancang lah sebuah rancang bangun prototipe alat angkut logam otomatis berbasis arduino uno, dengan metode *on/off* menggunakan sensor *infrared avoid obstacle* sebagai pendeteksi objek, LD (*ladder diagram*) *micro* sebagai program dan motor DC penggerak untuk memindahkan barang dari satu titik ke titik yang lainnya. Keuntungan lainnya selain harganya yang terjangkau dan tidak diperlukan perawatan secara intensif, alat rancangan ini juga memiliki keunggulan dalam segi pengangkutannya dimana waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut logam dengan berat yang berbeda-beda relatif sama. Cara kerja rancang bangun prototipe alat angkut logam otomatis berbasis arduino uno ini adalah ketika *switch* otomatis dinyalakan motor DC 1 bekerja mengangkut drum yang berisikan logam secara vertikal (naik-turun) menuju sensor *infrared avoid obstacle*, lalu motor DC 2 akan bekerja secara horizontal (maju-mundur) menuju ke bak 1, 2, dan 3 untuk memindahkan logam secara otomatis.

A. Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Bahasa yang dipakai dalam arduino bukan *assembler* yang sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka arduino. Arduino menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler dan menawarkan berbagai macam kelebihan, antara lain : Murah, sederhana dan mudah pemrogramannya, perangkat lunaknya *open source*, perangkat kerasnya *open source*, tidak perlu perangkat chip programmer karena sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari computer, memiliki sarana komunikasi USB dan memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* arduino. [3]

Jenis-jenis Arduino yang berkembang dan sering digunakan adalah sebagai berikut :

- Arduino Uno, adalah jenis yang paling banyak digunakan. Arduino Uno menggunakan *ATMEGA8*, *ATMEGA168*, *ATMEGA328*, dan *ATMEGA1280* sebagai mikrokontrolernya, memiliki 14pin *Input* dan *Output* digital dan 6 input analog. Untuk pemrograman cukup menggunakan koneksi USB tipe A to Tipe B sama seperti yang digunakan pada USB Printer.

Bagian-bagian dari *board* arduino uno beserta fungsinya dapat dijelaskan dibawah ini :

o Pin *Input* dan *Output* Digital dan Input Analog. *Input/Output* digital adalah pin pin untuk menghubungkan arduino dengan komponen atau rangkaian digital. Input analog adalah pin pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian analog, contohnya potensiometer, sensor suhu dan sensor cahaya.

o Catu Daya adalah pin yang memberikan tegangan untuk komponen atau rangkaian yang dihubungkan ke arduino. Pada bagian catu daya ini adalah pin tegangan *Input* dan *Reset*. Pin tegangan ini digunakan untuk memberikan tegangan langsung kepada arduino tanpa melalui tegangan pada USB atau adaptor, dan *reset* adalah pin untuk memberikan sinyal *reset* melalui tombol atau rangkaian *eksternal*.

o Baterai / Adaptor digunakan untuk menyuplai arduino dengan tegangan dari baterai atau adaptor 9V pada saat arduino

sedang tidak disambungkan ke komputer. Jika arduino sedang disambungkan ke komputer dengan USB, arduino mendapatkan suplai tegangan dari USB, jika tidak perlu memasang baterai/adaptor pada saat memprogram arduino. Berikut ini adalah bentuk fisik arduino uno ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Bentuk fisik Arduino uno

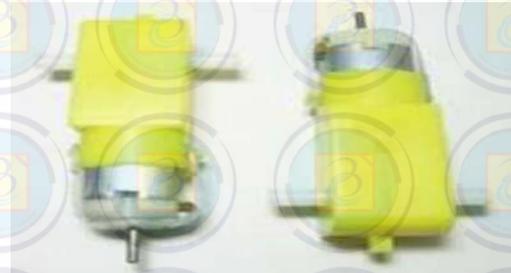
Sumber: Dokumentasi Pribadi

B. Motor DC

Motor dapat diartikan sebagai penggerak. Karena fungsi utamanya sebagai pengubah sumber energi (panas, uap, bensin, cahaya, air, listrik, dll) menjadi tenaga penggerak. Sebagai contoh: pada motor listrik: energi listrik (*input*) dikonversikan menjadi energi putar/gerakan berputar (*output*). Dari perputarannya ada 2 jenis motor, CW dan CCW, dimana CW atau *Counter Wise* berputar searah jarum jam, sedangkan CCW atau *Counter Clock Wise*, putarannya berlawanan arah dengan jarum jam. Beberapa jenis motor dapat memiliki arah putaran yang berbeda, misalnya pada motor *elevator* atau *stepping motor* pada pembuatan robot.[4]

Motor DC yang digunakan pada robot beroda umumnya adalah motor DC dengan magnet permanen. Motor DC jenis ini memiliki dua buah magnet permanen sehingga timbul medan magnet di antara kedua magnet tersebut. Di dalam medan magnet inilah jangkar/rotor berputar. Jangkar yang terletak di tengah motor memiliki jumlah kutub yang ganjil dan pada setiap kutubnya terdapat lilitan. Lilitan ini terhubung ke area kontak yang disebut komutator. Sikat (*brushes*) yang terhubung ke kutub positif dan negatif motor memberikan daya ke lilitan sedemikian rupa sehingga kutub yang satu akan ditolak oleh magnet permanen yang berada di dekatnya, sedangkan lilitan lain akan ditarik ke magnet permanen yang lain sehingga menyebabkan jangkar berputar. Ketika jangkar berputar, komutator mengubah lilitan yang mendapat pengaruh polaritas medan magnet sehingga

jangkar akan terus berputar selama kutub positif dan negatif motor diberi daya. Berikut ini adalah bentuk fisik motor DC ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 Motor DC

Sumber: Dokumentasi Pribadi

C. Modul Output Relay 8channel

Digital input (DI) 8 Channel Relay adalah modul yang terdiri dari 8 buah *relay* dalam 1 *board*, sehingga lebih hemat dari sisi biaya ataupun dari sisi dimensi. *DI-Relay 8* adalah modul *relay SPDT (Single Pole Double Throw)* yang memiliki ketahanan yang baik terhadap arus dan tegangan yang besar. Modul *output relay* ini diaplikasikan sebagai *electronic-switch* yang dapat digunakan untuk mengendalikan *on/off* peralatan listrik berdaya besar. [5]

Modul output 8 channel ini terdiri dari 8 buah *relay HKE HRS4H-S-DC5V* yang menggunakan tegangan rendah 5V sehingga dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler. *Type relay* ini adalah *SPDT* dimana terdiri dari 1 *Common*, 1 *NC* dan 1 *NO*. Daya tahan dari *relay* ini mampu hingga 10A, dan dapat langsung dihubungkan pada *DI-Smart AVR Sistem* atau *DI-Smart 51 Sistem*. Modul ini dilengkapi dengan rangkaian penggerak (*Drive Relay*) dengan *level* tegangan sehingga dapat langsung dikendalikan oleh mikrokontroler. *Driver* ini dilengkapi dengan rangkaian peredam induksi sehingga tidak akan membuat reset sistem mikrokontroler. Berikut bentuk fisik modul *output relay 8channel* ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Modul output relay 8channel

Sumber: Dokumentasi Pribadi

D. Sensor Infrared Avoid Obstacle

Sensor *infrared avoid obstacle* merupakan sebuah modul yang terdiri dari inframerah dan photodiode yang berfungsi sebagai pendeteksi halangan atau objek di depannya. Sensor ini dapat mendeteksi objek hingga sudut 35°, berikut adalah komponen - komponen yang ada pada modul tersebut:

- Komponen utamanya terdiri dari IR dan IR receiver/phototransistor.
- Ketika *power-up*, IR emitter akan memancarkan cahaya *infrared* yang kasat mata.
- Cahaya tersebut kemudian dipantulkan oleh objek yang ada di depannya, Cahaya terpantul ini kemudian diterima oleh IR receiver.
- Terdapat *Op-Amp LM363* yang berfungsi sebagai komparator antara resistansi IR receiver dan resistansi trimpot pengatur sensitivitas.
- Saat terkena cahaya *infrared* pantulan objek tadi, resistansi IR receiver akan mengecil sehingga output *Op-Amp* menjadi *high/5V* dan menghidupkan LED sensor.
- Output *Op-Amp* ini juga terhubung dengan pin "OUT" yang dihubungkan ke Arduino. [6]

Berikut adalah komponen-komponen yang terdapat pada modul tersebut. Dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4 Sensor *Infrared Avoid Obstacle*
Sumber: Dokumentasi Pribadi

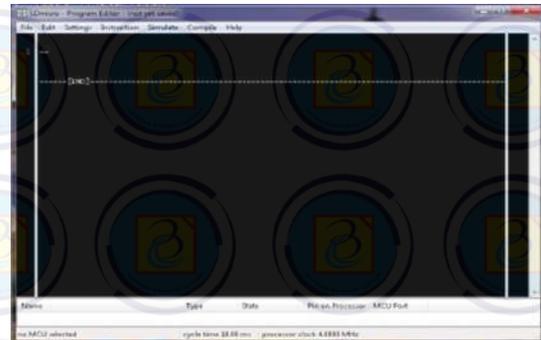
E. Software LD Micro

LDMicro adalah sebuah *software IDE* yang menghasilkan kode mesin (*file Hex*) untuk mikrokontroler. *Software IDE (Integrated Development Environment)* adalah *software* yang menggabungkan editor, *assembler compiler* dan *debugger* dalam satu lingkungan. Editor *LDMicro* berbentuk diagram tangga dan hanya beberapa jenis mikrokontroler yang dibuat kode mesinnya dengan *LDMicro*, yaitu:

- Untuk keluarga PIC: PIC6F628(A), PIC6F88, PIC6F819, PIC16F877 (A), PIC16F876 (A), PIC16F887, dan PIC16F886
- Untuk keluarga AVR : *ATMega128*, *ATMega64*, *ATMega162*, *ATMega32*, *ATMega16* dan *ATMega8*.

Yang harus diperhatikan pada diagram tangga adalah huruf depan yang berbeda yaitu huruf X

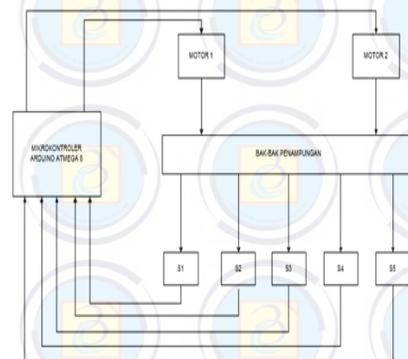
dan Y. Huruf depan X akan muncul bila memilih input Pin pada kolom source di kotak *dialog contact*, sedangkan huruf Y akan muncul bila kita memilih *output* pin pada kolom *source* di kotak *dialog contact* atau di kotak *dialog coil*. Jika huruf depan Y digunakan sebagai nama *contact*, maka *contact* tersebut mengacu pada *coil* yang bersama-sama. Selain huruf X dan Y, ada huruf R yang menyatakan *internal relay*. *Contact* dan *coil* yang menggunakan huruf depan R menggunakan memori mikrokontroler. Kelebihan menggunakan memori adalah jumlah *contact* dan *coil* bisa dibuat lebih banyak tidak dibatasi jumlah kaki I/O mikrokontroler yang amat terbatas, seperti *ATMega8* yang memiliki I/O 20 kaki yang hanya bisa memuat 20-33 *contact/coil*, sedangkan memori dari mikrokontroler ini adalah *8kb*, yang setara dengan 8000 *internal relay* atau lebih dari 100 *contact/coil*. Kekurangannya adalah tidak ada sinyal yang dibaca maupun dikeluarkan dengan *internal relay* ini. Tampilan *software LDMicro* adalah seperti gambar 5



Gambar 5 *Ladder Diagram*
Sumber: Dokumentasi Pribadi

III. PERANCANGANSISTEM

A. Diagram Blok Sistem

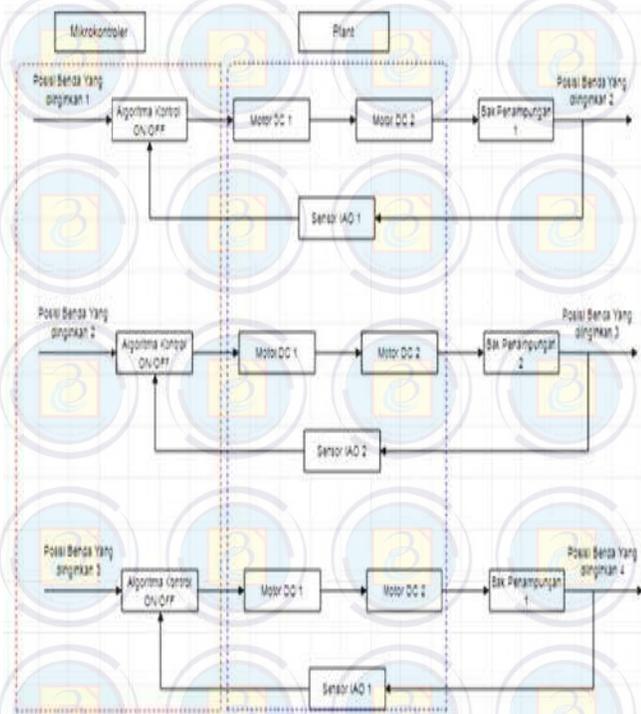


Gambar 6. Diagram Blok Sistem
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Komponen penyusun pada prototipe alat angkut logam otomatis sebagai berikut :

1. Mikrokontroler arduino uno atmega 8: berfungsi pusat pengolahan dan kendali dari keseluruhan sistem yang diprogram, untuk membaca dan menerima inputan dari sensor dan mengeluarkan sinyal perintah untuk menggerakkan motor.
2. Sensor *infrared Avoid Obstacle*: berfungsi sensor untuk mendeteksi objek sebuah benda yang ada di depannya dan memprogram sensor sebagai penggerak motor DC 1 dan motor DC 2.
3. Motor DC 1: berfungsi dapat bekerja naik (*up*) dan turun (*down*) objek ke bak1, bak2, dan bak3.
4. Motor DC 2: berfungsi dapat bekerja maju (*foward*) dan mundur (*reverse*) memindahkan objek menuju bak1, bak2, dan bak3.

B. Prinsip Kerja Sistem



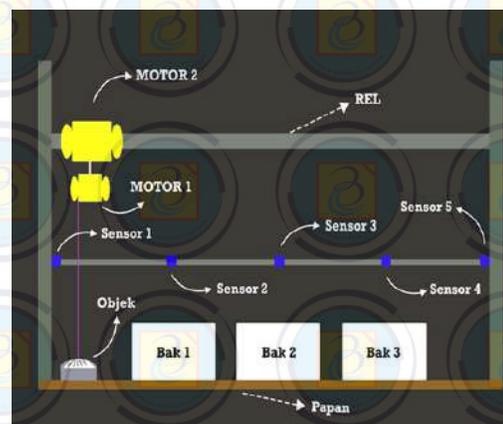
Gambar 7. Diagram Blok Sistem Kontrol
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Konsep kerja sistem:

Rancang bangun prototipe alat angkut logam otomatis berbasis arduino uno bekerja untuk menguji sensor *infrared avoid obstacle*. Apabila tombol *switch* otomatis ditekan motor DC 1 akan bekerja secara

vertikal dan sensor 1 mendeteksi objek, lalu motor DC 2 bergerak atas perintah sensor 1 secara horizontal menuju bak 1, lalu motor DC 2 berhenti karena sensor 2 mendeteksi objek dan motor DC 1 bekerja menurunkan objek ke bak 1 karena sensor 2 telah mendeteksi objek dan menurunkannya ke bak 1 dan delay selama 15 detik. Setelah 15 detik motor DC 1 kembali bekerja menaikkan objek atas perintah sensor 2, lalu motor DC 2 bergerak atas perintah sensor 2 secara horizontal menuju bak 2, lalu motor DC 2 berhenti karena sensor 3 mendeteksi objek dan motor DC 1 bekerja menurunkan objek ke bak 2 karena sensor 3 telah mendeteksi objek dan menurunkannya ke bak 2 dan delay selama 15 detik. Setelah 15 detik motor DC 1 kembali bekerja menaikkan objek atas perintah sensor 3, lalu motor DC 2 bergerak secara horizontal atas perintah sensor 3 menuju bak 3, lalu motor DC 2 berhenti karena sensor 4 mendeteksi objek dan motor DC 1 bekerja menurunkan objek ke bak 3 atas perintah sensor 4 dan delay selama 15 detik. Setelah 15 detik motor DC 1 akan bekerja menaikkan objek atas perintah sensor 4, lalu motor DC 2 bergerak secara horizontal atas perintah sensor 4, lalu motor DC 2 berhenti karena sensor 5 mendeteksi objek dan motor DC 1 menurunkan objek karena sensor 5 telah mendeteksi objek dan proses pengangkutan logam selesai.

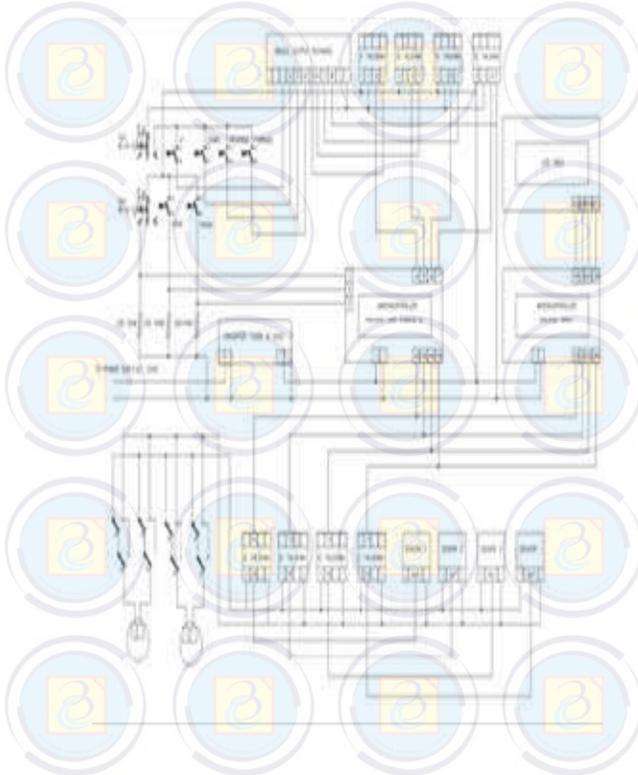
C. Perancangan Sistem Mekanik



Gambar 8. Perancangan Perangkat Keras
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Sistem mekanik yang dirancang berupa kerangka penyanggah panjang ($P=50\text{cm}$), lebar ($L=30\text{cm}$), tinggi tiang ($t=30\text{cm}$), dan panjang rel ($P_{\text{rel}}=50\text{cm}$) dengan luas sebesar 4.5 meter, sedangkan ukuran luas pada sistem yang sebenarnya sebesar 9 meter, sehingga jika diskalakan prototipe rancang bangun alat angkut logam otomatis berbasis arduino uno dengan sistem yang sebenarnya adalah sebesar 1:2.

D. Perancangan Elektronik

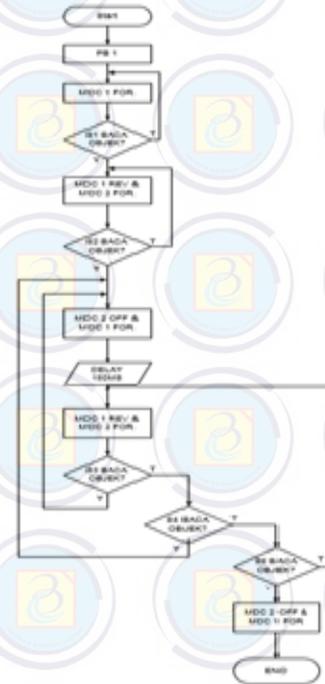


Gambar 9. Rangkaian perancangan sistem elektronik
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Sistem yang dirancang dalam tugas akhir ini adalah rangkaian sensor *infrared avoid obstacle*, motor DC, *relay 8ch*, dan LCD. Berikut gambar rangkaian rancang bangun prototipe alat angkut logam otomatis berbasis arduino uno

E. Diagram Alir Sistem

Gambar diagram alir sistem/flowchart.



Gambar 10. Diagram Alir Sistem
Sumber: Dokumentasi Pribadi

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

A. Pengujian Motor DC

Pengujian motor DC bertujuan untuk mengetahui status motor dc dapat bekerja atau tidak apabila sensor *infrared avoid obstacle* membaca sebuah benda. Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengujian ini antara lain motor DC 5 volt, sensor *infrared avoid obstacle*, objek baca sensor, dan arduino *Atmega8*.

Tabel 1. Hasil pengujian Motor DC

Pengujian ke	Status Motor DC
1	Bekerja ON
2	Tidak bekerja OFF
3	Bekerja ON

Berdasarkan dipengujian motor DC dapat dianalisa sebagai berikut:

1. Motor DC akan bekerja apabila sensor *infrared avoid obstacle* mendeteksi adanya objek.
2. Motor DC tidak akan bekerja apabila sensor *infrared avoid obstacle* tidak mendeteksi adanya objek.

Berdasarkan pengujian motor DC yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa

motor akan bekerja (*on*) jika sensor *infrared avoid obstacle* mendeteksi adanya benda, sedangkan motor dc akan berhenti bekerja (*off*) apabila sensor *infrared avoid obstacle* tidak mendeteksi adanya sebuah benda.

B. Pengujian Sensor Infrared Avoid Obstacle

Pengujian Sensor *infrared avoid obstacle* ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor dalam mendeteksi benda yang berada di depannya. Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengujian ini antara lain sensor *infrared avoid obstacle*, dan arduino *Atmega8*.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor infrared avoid obstacle

Pengujian Ke-	Jarak Benda cm	Status Sensor
1	2	ON
2	5	ON
3	10	ON

Berdasarkan hasil pengujian sensor *infrared avoid obstacle* yang telah dilakukan sebanyak tiga kali dengan jarak baca yang berbeda, maka dapat disimpulkan bahwa sensor *infrared avoid obstacle* dapat membaca objek dengan baik pada jarak 2 cm hingga 10 cm.

C. Pengujian perbandingan waktu antara sistem alat angkut logam otomatis dengan sistem alat angkut logam manual berdasarkan beban

Pengujian perbandingan antara sistem alat angkut logam otomatis dengan sistem alat angkut logam manual ini melibatkan dua sistem yang akan diuji total waktu yang dibutuhkan dari proses awal pengangkutan logam hingga proses akhirnya. Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan selisih waktu antara kedua sistem tersebut, dan menghitung selisih waktu antara kedua sistem.

Tabel 4. Hasil Pengujian Perbandingan antara sistem alat angkut logam otomatis dengan sistem alat angkut logam manual berdasarkan beban

Jenis Sistem	Beban (gram)	Waktu yang dibutuhkan (menit)
Alat Angkut Logam Otomatis	Tanpa Beban	1.34
		1.33
	36.5	1.40
		1.41
	111.1	1.44
Alat Angkut Logam Manual	Tanpa Beban	1.38
		1.36
	36.5	1.39
		1.38
	111.1	1.46
		1.45

Pada Tabel 4 dapat dihitung rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut logam dari

proses awal hingga proses akhir pada masing-masing beban. Perhitungan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengangkutan dijelaskan sebagai berikut :

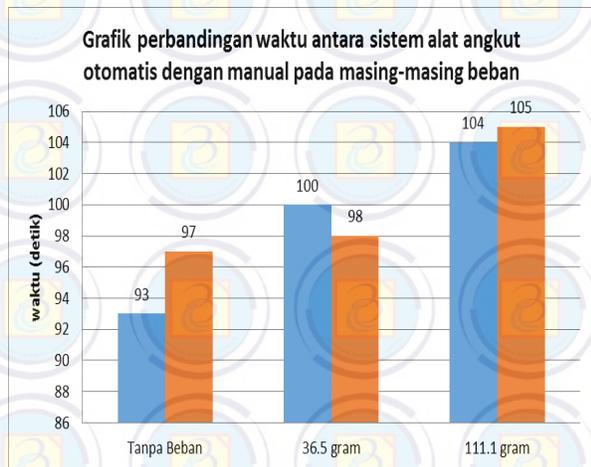
1. Rata-rata waktu yang dibutuhkan alat angkut logam otomatis tanpa beban.
Rata-rata waktu = $\frac{1.34+1.33}{2} = 1.33$ menit atau 93 detik
2. Rata-rata waktu yang dibutuhkan alat angkut logam otomatis dengan beban 36.5 gram
Rata-rata waktu = $\frac{1.40+1.41}{2} = 1.40$ menit atau 100 detik
3. Rata-rata waktu yang dibutuhkan alat angkut logam otomatis dengan beban 111.1 gram
Rata-rata waktu = $\frac{1.44+1.44}{2} = 1.44$ menit atau 104 detik
4. Rata-rata waktu yang dibutuhkan alat angkut logam manual tanpa beban
Rata-rata waktu = $\frac{1.38+1.36}{2} = 1.37$ menit atau 97 detik
5. Rata-rata waktu yang dibutuhkan alat angkut logam manual dengan beban 36.5 gram
Rata-rata waktu = $\frac{1.39+1.38}{2} = 1.38$ menit atau 98 detik
6. Rata-rata waktu yang dibutuhkan alat angkut logam manual dengan beban 111.1 gram
Rata-rata waktu = $\frac{1.46+1.45}{2} = 1.45$ menit atau 105 detik

Rangkuman perhitungan rata-rata waktu antara sistem alat angkut logam otomatis dengan sistem alat angkut manual tiap jenis beban berdasarkan waktu. dengan cara perhitungan yang sama ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan rata-rata waktu yang dibutuhkan antara kedua sistem dengan jenis beban berbeda

Jenis Sistem	Beban (gram)	Rata-rata waktu (menit)
Alat Angkut Logam Otomatis	Tanpa beban	1.33
	36.5	1.40
	111.1	1.44
Alat Angkut Logam Manual	Tanpa beban	1.37
	36.5	1.38
	111.1	1.45

Berdasarkan Tabel 5 maka dapat dibuat sebuah grafik perbandingan antara sistem alat angkut logam otomatis dengan sistem alat angkut logam manual masing-masing beban berdasarkan waktu. Grafik perbandingan antara sistem alat angkut logam otomatis dengan sistem alat angkut logam manual masing-masing beban berdasarkan waktu ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik perbandingan waktu antara sistem alat angkut otomatis dengan sistem alat angkut manual pada masing-masing beban

Berdasarkan hasil grafik diatas pengujian perbandingan waktu antara sistem alat angkut logam otomatis dengan sistem alat angkut logam manual yang telah dilakukan, maka diperoleh analisa sebagai berikut :

1. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat beban 0 gram (tanpa beban) pada sistem alat angkut logam otomatis adalah sebesar 93 detik sedangkan pada sistem alat angkut logam manual adalah sebesar 97 detik.
2. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat beban 36.5 gram pada sistem alat angkut logam otomatis adalah sebesar 100 detik sedangkan pada sistem alat angkut logam manual adalah sebesar 98 detik.
3. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat beban 111.1 gram pada sistem alat angkut logam otomatis adalah sebesar 104 detik sedangkan pada sistem alat angkut logam manual adalah sebesar 105 detik.

Sehingga berdasarkan pengujian perbandingan antara sistem alat angkut logam otomatis dengan sistem alat angkut logam manual dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Selisih waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut logam dari proses awal hingga akhir antara sistem alat angkut logam otomatis tanpa beban adalah sebesar 4 detik.
2. Selisih waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut logam dari proses awal hingga akhir antara sistem alat angkut logam otomatis dengan beban 36.5 gram adalah sebesar 2 detik.

3. Selisih waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut logam dari proses awal hingga akhir antara sistem alat angkut logam otomatis dengan beban 111.1 gram adalah sebesar 1 detik.

D. Pengujian program LD micro pada sistem alat angkut otomatis berbasis arduino uno

Pengujian program *LD micro* pada sistem alat angkut otomatis berbasis arduino uno ini bertujuan untuk melihat dan membuktikan apakah program yang dibuat pada *LD micro* ini dapat berjalan sesuai yang diperintahkan atau tidak. Peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian ini adalah PC (*Personal Computer*), dan *software LD micro*. Berdasarkan pengujian program *LD micro* dapat disimpulkan bahwa simulasi program *LD micro* dapat berjalan dan sesuai yang diinginkan yaitu dapat bekerja secara otomatis.



Gamabar 12. Hasil pengujian *Ldmicro*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

V. KESIMPULAN

Kesimpulan Berdasarkan perancangan sistem dan pengujian rancang bangun prototipe alat angkut otomatis berbasis arduino uno dapat diambil kesimpulan bahwa sensor *infrared avoid obstacle* dapat membaca objek dengan baik pada jarak 2 cm hingga 10 cm maka motor akan bekerja (*on*) jika sensor *infrared avoid obstacle* mendeteksi adanya benda, sedangkan motor DC akan berhenti bekerja (*off*) apabila sensor *infrared avoid obstacle* tidak mendeteksi adanya sebuah benda. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan rancang bangun prototipe alat angkut otomatis berbasis arduino uno ini memiliki perbedaan durasi waktu untuk mengangkut logam dengan beban yang berbeda yaitu, jika tanpa beban waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut barang sebesar 94 detik, dengan beban 36.5 gram adalah sebesar 101 detik, dan dengan beban 111.1 adalah sebesar 103 detik, dengan selisih

waktu dari tanpa beban hingga beban 111.1 gram adalah sebesar 9 detik. Simulasi program LD micro otomatis dapat berjalan dan sesuai yang diinginkan yaitu dapat bekerja secara otomatis. Simulasi program LD micro manual dapat berjalan dan sesuai yang diinginkan yaitu dapat bekerja secara manual.

REFERENSI

- [1] Dwi Budi Susilo & Hari Wibawanto & Angraini Mulwinda, "Prototype mesin pengantar barang otomatis menggunakan load cell berbasis robot line follower," *Prototype mesin pengantar barang otomatis menggunakan load cell Berbas. Robot line Follow.*, 2018.
- [2] S. I. A. Sadi, "Rancang Bangun Crane Hoist Semi Otomatis Berbasis PLC (Programmable Logic Controllers) CPM1A 20CDR-A-V1," no. December 2014, 2018.
- [3] H. S. Purnama, "Review Arduino," <https://relipline.wordpress.com/2016/05/30/review-arduino/>, 2016. .
- [4] imam Aunika, Tafki; Alfitri, Fariz; setiono, "RANCANG BANGUN ALAT PENGATURAN ARAH PUTAR MOTOR DC POWER WINDOWS BERBASIS PLC PANASONIC MENGGUNAKAN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)." 2017.
- [5] Abdul, "Atmega8," <https://abdulelektro.blogspot.com/2019/11/ar-sitektur-mikrokontroler-avr-atmega8.html>, 2019. .
- [6] A. Imron and J. Jamaaluddin, "Rancang Bangun Sistem Informasi Parkir Mobil Otomatis Pada Gedung Bertingkat Berbasis Arduino Mega 2560," *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, 2017, doi: 10.21107/triac.v4i2.3258.