

Pembuatan Sistem Sistem Distribusi-Angkut Barang Pada *Automated Warehouse Robot Dengan Programmable Logic controller*

Heryanto ¹⁾, Agung Prayitno ²⁾
Teknik Elektro Universitas Surabaya ^{1,2)}
hery1best@gmail.com ¹⁾
prayitno_agung@staff.ubaya.ac.id ²⁾

Abstrak—Pembuatan sistem distribusi-angkut barang dengan *Programmable Logic Controller* (PLC) bertujuan untuk mempelajari proses pengiriman dan pengangkutan barang yang terkontrol secara otomatis. Peralatan yang dibuat dalam proyek ini meliputi pembuatan dan pengontrolan tiga buah robot pengirim barang yang menggunakan konsep kerja *linetracer* dan satu robot *gripper* (pencapit) serta konveyor. Robot pengirim barang berfungsi sebagai kendaraan yang mendistribusikan barang, sedangkan robot *gripper* akan mengangkut barang dari robot pengirim barang menuju ke konveyor. Penggerak dari peralatan tersebut menggunakan motor DC yang berfungsi menggerakkan roda alat pencapit (*gripper*). Sedangkan konveyor menggunakan motor AC 3 fase yang terhubung dengan *inverter* yang dikontrol dengan PLC. Sistem kontrol yang dipakai pada robot pengirim barang menggunakan ATMega8-16PU sedangkan robot *gripper* serta konveyor menggunakan PLC OMRON CQM1H. Hasil pengujian secara keseluruhan menunjukkan bahwa proyek ini memiliki tingkat keberhasilan 50%. Setiap perpindahan barang yaitu dari robot pengirim barang menuju alat *gripper* masih memungkinkan untuk terjadi kegagalan pengangkutan barang.

Kata kunci: *warehouse system*, distribusi-angkut, PLC, robot *gripper*, robot pengirim barang, konveyor, *microcontroller* ATMega 8.

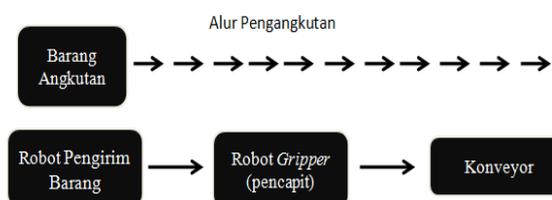
Abstract –*This Programmable Logic Controller (PLC) cargo distribution-shifting building project system purpose is to show how to deliver and pick the cargo with automation controlled system. This project was divided into three parts which is the making and controlling of three delivering robot, one gripper robot, and conveyor. Delivering robot used as the vehicle to distribute some specified weight cargo to be picked by gripper robot then put it in the top of conveyor. The whole system process is called automated warehouse system. DC motor is needed to move the wheels and gripper except for conveyor using AC motor 3 phase connected with inverter. Control system for delivering robots are using ATMega8-16PU while mechanic system in gripper robot and conveyor all is controlled by PLC OMRON CQM1H. The overall result show that this project system has succesful rate around 50%. In every shifting system between delivering robot and gripper robot in warehouse system when try to switch over the cargo has possibility to failed.*

Keywords: *warehouse system, distribution-shifting, PLC, Gripper robot, delivering robot, conveyor, microcontroller ATMega 8.*

PENDAHULUAN

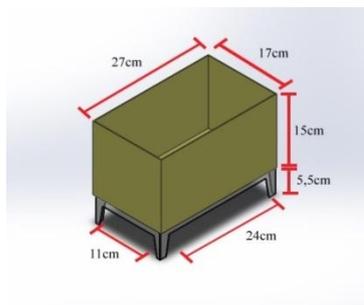
Perkembangan jaman yang semakin pesat menuntut manusia untuk dapat bekerja dengan cepat dan efektif. Hal yang sama berlaku di dunia industri, dimana perkembangan industri menuntut manusia untuk menemukan suatu metode dan sistem baru agar dapat menyelesaikan pekerjaan lebih cepat. Sistem distribusi dan pengangkutan barang yang terotomasi dan menggantikan sistem manual diharapkan dapat memberikan efektifitas kerja. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut sekaligus memenuhi kriteria tersebut adalah dengan menciptakan suatu sistem pengangkutan barang terstruktur dan terotomasi yang terintegrasi dengan *automated warehouse system*.

Tujuan utama proyek ini adalah untuk merancang dan membuat suatu aplikasi kontrol PLC untuk *automated warehouse system* dengan mempelajari lebih lanjut kontrol PLC pada sistem distribusi-angkut barang yang terintegrasi dan terotomasi. Selain itu juga bertujuan untuk mempelajari mekanik alat untuk menghasilkan sistem yang tepat dan efisien.



Gambar 1 : Alur Pengangkutan Barang

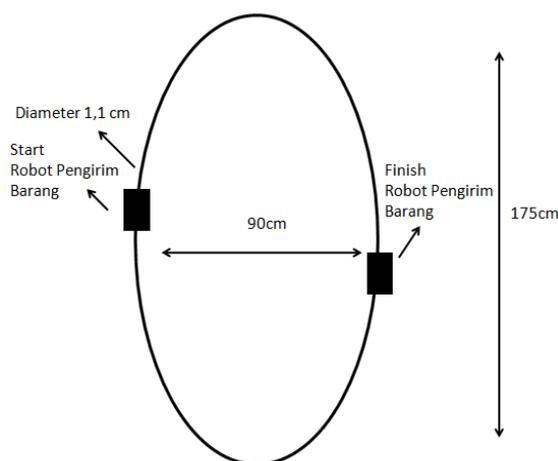
Sistem pada proyek ini terdiri dari tiga bagian utama, antara lain robot pengirim barang, robot *gripper*, dan konveyor. Robot pengirim barang berfungsi untuk mengangkat barang angkutan dengan empat jenis beban, yaitu beban 1kg; 1,5kg; 2kg; dan 2,5kg. Untuk robot *gripper* berupa *warehouse system* dengan sebuah alat pencapit (*gripper*) yang akan mencapit barang angkutan dari robot pengirim barang, untuk kemudian didistribusikan menuju ke konveyor. Sehingga alur pengangkutan barang secara sederhana tampak seperti Gambar 1. Bentuk dari barang angkutan berupa kargo balok dengan ukuran 24x15x17 cm seperti yang tampak pada Gambar 2.



Gambar 2 : Tampilan Barang Angkutan

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT PENGIRIM BARANG

Robot pengirim barang merupakan robot yang berfungsi untuk mendistribusikan barang dari dan menuju ke titik pemberhentian dengan prinsip kerja *linetracer*. Tampak pada Gambar 3 jalur dari robot pengirim barang.

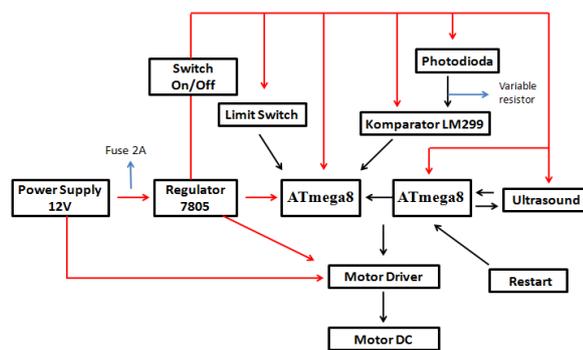


Gambar 3 : Jalur Robot Pengirim Barang

Pada titik pemberhentian pertama robot tidak akan bergerak, hingga barang angkutan diletakkan, kemudian robot akan mendistribusikan barang menuju titik pemberhentian kedua untuk kemudian diangkat oleh robot *gripper* menuju konveyor. Sistem perencanaan dan pembuatan robot pengirim barang meliputi sistem kerja robot, desain rangkaian elektronik, desain mekanik, dan pemrograman robot pada bagian *linetracer*.

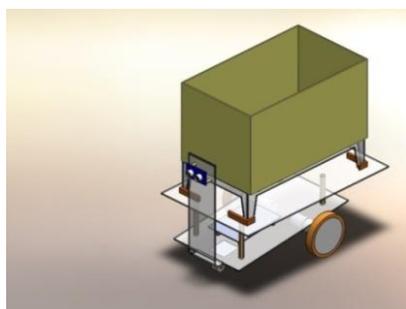
Secara garis besar sistem terdiri dari empat buah sensor *photodiode*, sebuah limit switch, sebuah sensor *ultrasound*, komparator LM229, motor *driver*, motor

DC, regulator 7805, baterai 12V, dan *microcontroller* ATmega8 sebagai kontrol robot. Sensor *photodiode* berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi *line* agar robot dapat berjalan menelusuri jalur. *Limit switch* berfungsi untuk mendeteksi ada tidaknya barang diatas robot pengirim barang, dan sensor *ultrasound* berfungsi untuk mendeteksi halangan atau robot pengirim barang lain yang ada didepan. Ketiga jenis sensor ini dihubungkan ke pin I/O pada ATmega8. Terdapat 2 buah ATmega8 yang berfungsi sebagai *master dan slave*. ATmega *master* berfungsi sebagai pengontrol output PWM sedangkan ATmega *slave* berfungsi sebagai pengontrol frekuensi timer pada sensor *ultrasound*. Tampak pada Gambar 4 menunjukkan diagram blok sistem kerja robot pengirim barang.



Gambar 4 : Diagram Blok Kerja Robot Pengirim Barang

Pemrograman robot pengirim barang meliputi program sensor *ultrasound* pada ATmega8 *slave* dan program pendeteksi garis yang menggunakan AVR pada ATmega8 *master*. Desain mekanik robot tampak pada Gambar 5.

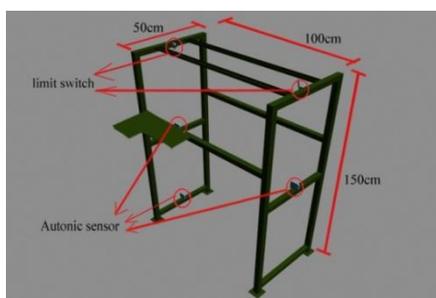


Gambar 5 : Desain Mekanik Robot Pengirim Barang

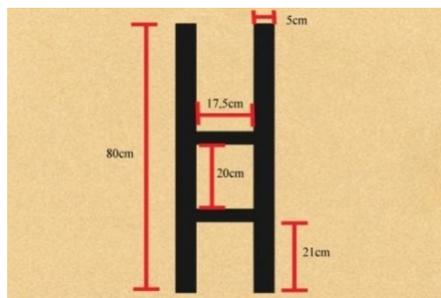
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN WAREHOUSE ROBOT

Bagian terpenting dalam perencanaan dan pembuatan *warehouse robot* yang mencakup robot *gripper* serta konveyor yaitu pada robot *gripper* dengan mendesain kerangka mekanik, sistem kerja robot, rangkaian penunjang elektronik, kerja konveyor, dan instalasi sistem. Pada kerangka mekanik robot *gripper*, terdiri dari empat bagian utama, yaitu Kerangka penyangga, kerangka penopang, kerangka pilar atau tiang, dan kerangka alat *gripper* (pencapit)

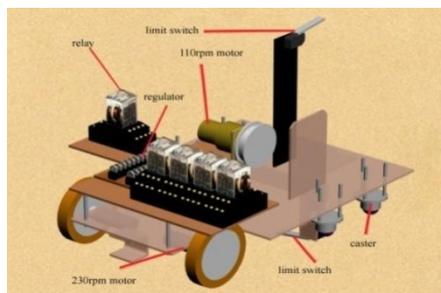
Kerangka penyangga berfungsi sebagai tempat letak PLC, *limit switch* dan *photosensor*. Kerangka penopang berfungsi sebagai penggerak bagi alat *gripper* atau pencapit yang terpasang rangkaian penunjang dengan komponen *regulator* dan *relay*, serta motor penggerak yaitu motor 185rpm dan motor 110rpm sebagai pendorong naik turun *gripper*. Kerangka alat *gripper* merupakan kerangka pencapit sebagai alat untuk mencapit barang angkutan dan kerangka pilar berfungsi sebagai penyokong untuk menstabilkan *gripper* saat mengangkat barang. Desain mekanik keempat kerangka tersebut dilihat pada Gambar 6,7,8, dan 9 dibawah ini.



Gambar 6: Kerangka Peyangga



Gambar 7 : Kerangka Pilar

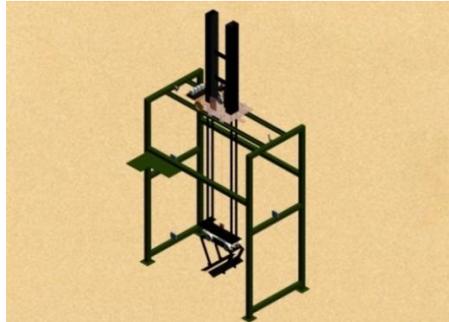


Gambar 8 : Kerangka Penopang



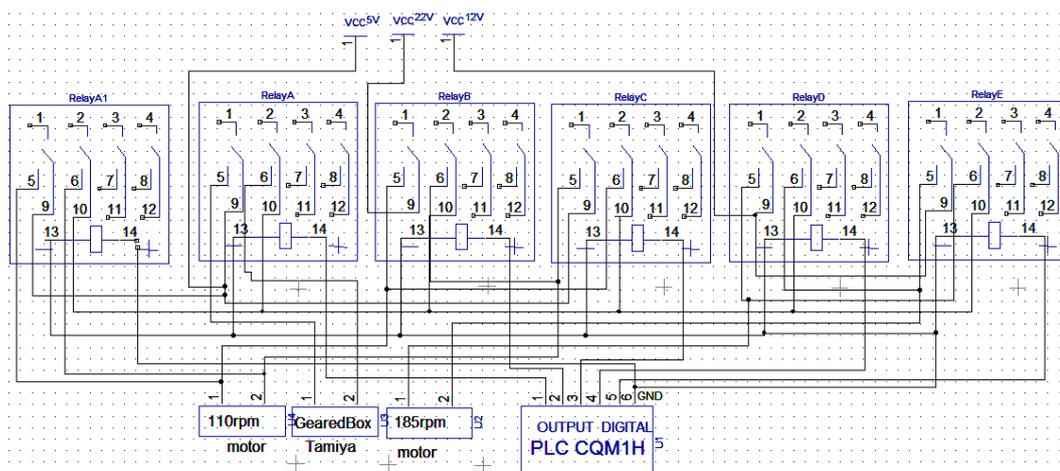
Gambar 9 : Kerangka Alat *Gripper*

Bila keempat kerangka tersebut dirakit menjadi satu akan tampak keseluruhan *warehouse system* seperti yang terlihat pada Gambar 10.



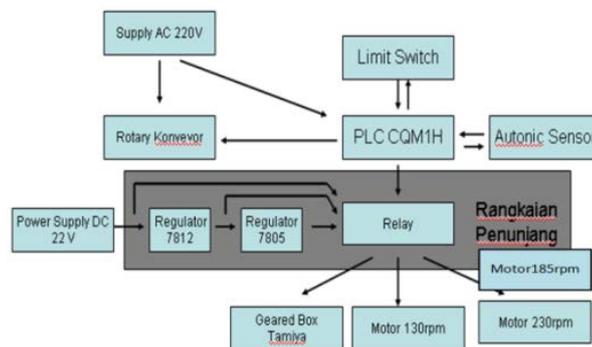
Gambar 10 : Desain *Warehouse Robot*

Pada rangkaian penunjang elektronik tersusun dari dua komponen utama yaitu *relay* dan *regulator*. *Regulator* berfungsi sebagai pembagi tegangan untuk setiap motor DC. *Regulator* yang dipakai yaitu 7812 dan 7805, sehingga didapatkan tiga jenis tegangan yaitu 23V, 12V, dan 5V. *Relay* dipakai dikarenakan *output* dari PLC memiliki nilai arus sebesar 0,5A tidak cukup kuat untuk menggerakkan motor pada robot, sehingga digunakan *relay* yang berfungsi sebagai *trigger* antara motor DC dengan *power supply* eksternal dengan *output* logika dari PLC. Fungsi lain *relay*, yaitu sebagai rangkaian pembalik arah putaran motor. Gambar 11 menunjukkan keseluruhan rangkaian *relay* pada sistem.

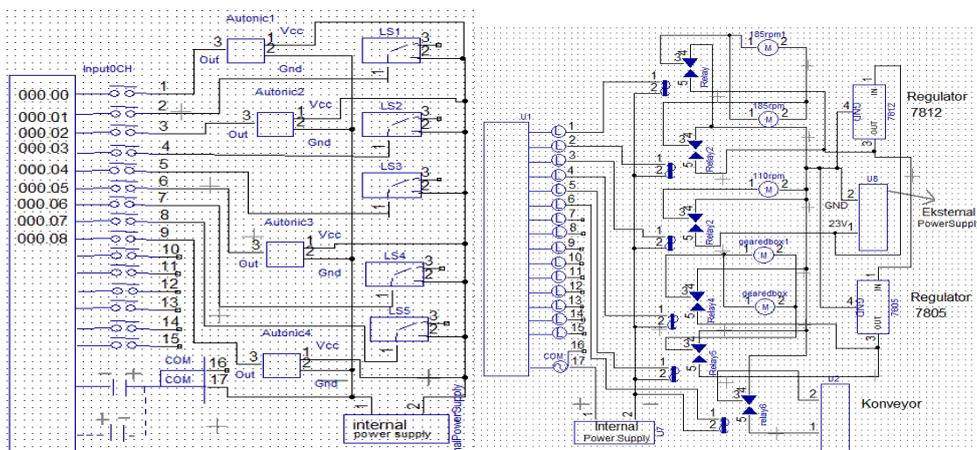


Gambar 11 : Rangkaian Relay Pada *Warehouse Robot*

Sistem kerja robot *gripper* memiliki tiga DOF (*Degree Of Freedom*), yaitu gerakan secara horisontal, vertikal, dan mencapit. Setiap gerakan terdiri dari dua *direction*, yaitu horisontal maju mundur, vertikal naik turun, serta membuka dan menutup *gripper*. Tiga jenis motor dipakai, yaitu motor 110 rpm untuk *direction* vertikal dengan tegangan 23V, motor 185rpm untuk *direction* horisontal dengan tegangan 12V, dan *gearedbox tamiya* untuk membuka tutup *gripper* dengan tegangan 5V. Gambar 12 menunjukkan diagram blok kesinergian kerja antara regulator sebagai *power supply*, *relay* sebagai *switching connector* antar *output* motor. Sedangkan pada konveyor sistem kontrol yang digunakan sama dengan robot *gripper* yaitu menggunakan kontrol PLC dengan program *ladder* pada *syswins*. Gambar 12 dan 13 menunjukkan diagram blok dan instalasi sistem.



Gambar 12 : Diagram Blok Kerja Warehouse Robot



Gambar 13 : Instalasi Sistem I/O PLC Pada Warehouse Robot

PENGUJIAN DAN PENGUKURAN

Pada pengukuran alat, dilakukan pengujian kinerja robot pengirim barang dan pengujian kinerja robot *gripper*. Pada pengujian kinerja robot pengirim barang dilakukan pengujian tingkat keberhasilan pada tiga faktor. Faktor pertama yaitu apakah robot mampu melalui *line* tanpa keluar jalur atau tidak, faktor kedua dengan melihat terjadinya tabrakan atau tidak pada ketiga robot pengirim barang tersebut selama proses pengangkutan barang, dan faktor ketiga yaitu berat barang angkutan yang dibebankan pada tiap robot. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian keberhasilan robot pengirim barang saat melalui *line*.

Tabel 1 : Pengukuran Tegangan Dan Arus Motor Pada *Warehouse Robot*

Pengujian Lap	Robot 1	Robot 2	Robot 3
Lap 1	Berhasil	Keluar dari <i>line</i>	Berhasil
Lap 2	Keluar dari <i>line</i>	Berhasil	Keluar dari <i>line</i>
Lap 3	Berhasil	Keluar dari <i>line</i>	Berhasil
Lap 4	Keluar dari <i>line</i>	Keluar dari <i>line</i>	Keluar dari <i>line</i>
Lap 5	Berhasil	Keluar dari <i>line</i>	Keluar dari <i>line</i>
Lap 6	Keluar dari <i>line</i>	Berhasil	Berhasil
Tingkat keberhasilan	50%	33%	50%

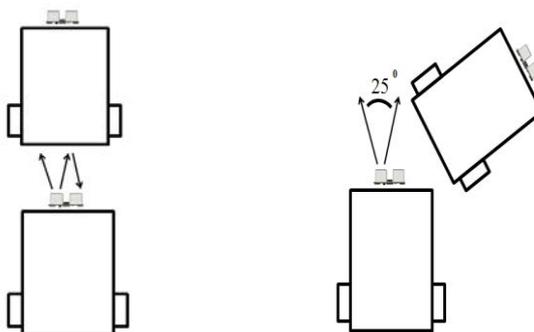
Tampak pada tabel 1 jika ketiga robot pengirim barang yang dibuat memiliki tingkat keberhasilan yang kurang lebih sama, yaitu antara 33,33% hingga 50%. Penyebab utama robot keluar dari jalur disebabkan oleh dua kemungkinan, yaitu adanya kesalahan *sensor photodiode* dalam mendeteksi warna *line* (hitam), yang dikarenakan oleh pengaruh cahaya luar, serta jumlah *sensor* yang digunakan. Jumlah *sensor photodiode* yang digunakan berjumlah tiga buah memiliki kemampuan yang terbatas saat mendeteksi *line*.

Faktor kedua yang menentukan keberhasilan robot pengirim barang dilihat dari terjadi tidaknya tubrukan antara robot pengirim barang yang satu dengan yang lain. Tingkat keberhasilan ini dipengaruhi oleh respon *sensor ultrasound* terhadap halangan yang ada didepannya. Kemudian dilakukan analisa pada bagian jalur *line* mana robot mengalami tabrakan dengan robot didepannya. Pengujian untuk faktor kedua ini dilakukan dengan cara ketiga robot pengirim barang dijalankan pada satu *line*.

Tabel 2 : Pengujian respon *ultrasound*

Pengujian Lap	Robot 1	Robot 2	Robot 3
Lap 1	Berjalan lancar	Berjalan lancar	Berjalan lancar
Lap 2	Berjalan lancar	Menabrak	Menabrak
Lap 3	Berjalan lancar	Berjalan lancar	Berjalan lancar
Lap 4	Menabrak	Berjalan lancar	Menabrak
Lap 5	Berjalan lancar	Menabrak	Berjalan lancar
Lap 6	Menabrak	Berjalan lancar	Menabrak
Tingkat keberhasilan	66,67%	50%	50%

Hasil pengujian pada ketiga robot memiliki persentase keberhasilan menengah yaitu 50 hingga 66,67%. Umumnya tabrakan terjadi saat robot pengirim barang melakukan belokan, dimana ada kemungkinan *sensor ultrasound* gagal merespon dan terjadi tabrakan. Gagal respon pada *sensor ultrasound* disebabkan oleh pantulan frekuensi saat belokan *line* tidak menangkap adanya robot pengirim barang didepan. Dari hasil pengujian pada respon *ultrasound* didapatkan bila jangkauan sudut derajat yang dapat ditangkap oleh *sensor* untuk halangan didepannya, yaitu sebesar 25° pada jarak 20cm. Tabrakan terjadi pada saat tikungan dimana robot pengirim barang menabrak robot didepannya pada saat robot didepan berada di luar zona 25° . Hasil pengujian derajat *ultrasound* pada saat belokan diilustrasikan seperti Gambar 14.



Gambar 14 : Respons Sensor Ultrasound Berhasil Dan Gagal Mendeteksi Robot Didepannya.

Pengujian pada faktor ketiga dengan menguji daya angkut tiap robot terhadap barang angkutannya. Keenam jenis beban yaitu beban 500gr; 1kg; 1,5kg; 2kg; 2,5kg; dan 3kg diletakkan pada tiap robot dan diuji apakah mampu mengangkut tiap beban pada tiap lap. Hasilnya tampak pada Tabel 3.

Tabel 3 : Pengujian Pengangkutan Barang Angkutan

Lap	Robot 1	Robot 2	Robot 3
500 gr	Pengangkutan berhasil	Pengangkutan berhasil	Pengangkutan berhasil
1 kg	Pengangkutan berhasil	Pengangkutan berhasil	Pengangkutan berhasil
1,5 kg	Pengangkutan berhasil	Pengangkutan berhasil	Pengangkutan berhasil
2 kg	Pengangkutan berhasil	Pengangkutan berhasil	Pengangkutan berhasil
2,5 kg	Pengangkutan tidak sempurna	Pengangkutan tidak sempurna	Pengangkutan tidak sempurna
3 kg	Pengangkutan gagal (beban berat)	Pengangkutan gagal (beban berat)	Pengangkutan gagal (beban berat)

.Hasil pengujian pengangkutan pada barang angkutan didapatkan bila beban aman untuk robot yaitu sebesar 2kg. Pengangkutan tidak sempurna masih terjadi pada beban 2,5kg dan pengangkutan gagal pada beban 3kg. Penyebab tidak kuatnya robot mengangkut beban 3 kg disebabkan oleh motor yang dipakai yaitu motor 300rpm tidak memiliki torsi yang cukup besar untuk menggerakkan robot beserta dengan bebannya, yaitu barang angkutan dengan beban sebesar 3kg.

Pada pengukuran pada pengujian terhadap robot *gripper* dilakukan pengukuran tegangan dan arus pada setiap motor DC dan pengujian tingkat keberhasilan distribusi-angkut barang pada setiap prosedur jalannya robot *gripper*. Untuk pengukuran tegangan dan arus motor DC robot *gripper*, tujuan dari pengukuran ini adalah untuk menemukan nilai tegangan yang paling sesuai untuk setiap motor pada setiap *directionnya*, agar robot dapat mengangkut barang angkutan dengan baik. Pemberian tegangan dan pengukuran arus yang didapat tampak pada Tabel 4.

Tabel 4 : Pengukuran Tegangan Dan Arus Motor Pada *Warehouse Robot*

	gearedbox tamiya	motor 185rpm (putar kiri)	motor 185rpm (putar kanan)	motor 110rpm (putar kiri)	motor 110rpm (putar kanan)
Tegangan (V)	4,98 V	11,98 V	11,98 V	4,98 V	23 V
Tanpa beban (A)	0,48 A	0,69 A	0,66 A	0,43 A	0,47A
Beban 1kg (A)	0,46 A	0,71 A	0,76 A	0,47A	0,53A
Beban 1,5kg (A)	0,52 A	0,65 A	0,87 A	0,45A	0,77A
Beban 2kg (A)	0,49 A	0,66 A	0,91 A	0,43A	0,93A
Beban 2,5kg (A)	0,47 A	0,67 A	1,2A	0,48A	1,4A

Hasil pengukuran pada Tabel 4 yaitu dengan melakukan pengukuran terhadap tegangan dan arus pada eksternal *power supply* terhadap rangkaian penunjang (*relay* dan regulator) dengan output *supply* yang diberikan pada tiap motor dengan *direction*-nya masing-masing menggunakan *multimeter*. Pemberian tegangan yang berbeda pada tiap motor didasarkan pada beban angkut yang dibebankan pada motor tersebut. Meskipun pada satu motor yang sama, namun pemberian tegangan untuk pembalik arah putaran motor berbeda, yang kembali lagi didasarkan pada beban yang diberikan, seperti beban angkut saat *gripper* menurunkan capitan tanpa barang dan setelah *gripper* menaikkan barang dengan bebannya tentu membutuhkan tegangan yang berbeda meskipun dikerjakan pada satu motor.

Pengujian sistem secara keseluruhan dimulai dari pengoperasian robot pengirim barang pada titik pemberhentian *start*, dimana pada kondisi ini robot tidak bergerak dan menunggu barang angkutan untuk didistribusikan, kemudian robot pengirim barang saat mendistribusikan barang menuju titik pemberhentian *finish*, dimana *warehouse robot* dengan alat *grippernya* mengangkut barang angkutan hingga diletakkan diatas konveyor dan dibawa oleh konveyor. Tujuan dari dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan adalah untuk melihat apakah sistem distribusi angkut pada *warehouse robot* ini benar-benar telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan, bila tidak maka pada bagian prosedur mana alat paling sering menemui kegagalan. Sehingga dapat diambil kesimpulan seberapa layak alat ini dapat dijadikan sebagai sistem mekanik pada industri.

Tabel 5 : Pengujian Sistem Distribusi-Angkut Barang

Kerja Robot Pengirim barang					
Jenis robot pengirim barang	Beban yang diangkat	Pemberhentian start (awal)	Mendistribusikan barang melalui line	Pemberhentian finish	Kembali menuju pemberhentian awal
Robot pengirim barang 1	500 gr	Menunggu barang	Berhasil (tetap di line)	Berhasil	gagal (robot error)
Robot pengirim barang 1	1 kg	Menunggu barang	gagal (Keluar jalur)	gagal (tidak terbaca)	Berhasil (tetap di line)
Robot pengirim barang 1	1,5 kg	Menunggu barang	gagal (Keluar jalur)	Berhasil	gagal (Keluar jalur)
Robot pengirim barang 2	1kg	Menunggu barang	gagal (Keluar jalur)	gagal (tidak terbaca)	gagal (robot error)
Robot pengirim barang 2	1,5 kg	Menunggu barang	Berhasil (tetap di line)	Berhasil	gagal (robot error)
Robot pengirim barang 2	2 kg	Menunggu barang	gagal (Keluar jalur)	gagal (posisi salah)	Berhasil (tetap di line)
Robot pengirim barang 3	1kg	Menunggu barang	Berhasil (tetap di line)	Berhasil	Berhasil (tetap di line)
Robot pengirim barang 3	1,5 kg	Menunggu barang	Berhasil (tetap di line)	Berhasil	gagal (Keluar jalur)
Robot pengirim barang 3	2 kg	Menunggu barang	Berhasil (tetap di line)	Berhasil	Berhasil (tetap di line)
Persentase keberhasilan tiap prosedur		100%	55.56%	66.67%	44.44%

Prosedur Warehouse Robot						
Beban Barang Angkutan	Mendeteksi barang angkutan	Mendistribusikan alat pencapit	Menurunkan alat pencapit	Membuka alat pencapit	Mengunci barang angkutan	Mengangkat barang (vertikal)
500 gr	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
1 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
1,5 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Tidak sempurna (posisi jelek)	Tidak sempurna (posisi jelek)
1 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Gagal (barang tidak terkunci)	-
1,5 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Gagal (barang tidak terkunci)	-
1 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
1,5 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Tidak sempurna	Terjatuh

Prosedur Warehouse Robot							Distribusi Konveyor pada Barang Angkutan	Persentase Keberhasilan
Beban Barang Angkutan	Mendistribusikan barang angkutan	Mendistribusikan barang(horisonal)	Menurunkan barang (vertikal)	Membuka alat pencapit	Melepas barang angkutan			
500 gr	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil		
1 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil		
1,5 kg	Tidak sempurna (posisi jelek)	Tidak sempurna (posisi jelek)	Tidak sempurna (posisi jelek)	Tidak sempurna (posisi jelek)	Tidak sempurna (posisi jelek)	Tidak sempurna (posisi jelek)		
1 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Gagal (barang terbalik)	Gagal (barang terbalik)		
1,5 kg	-	-	-	-	-	-	50%	
2 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Tidak sempurna (posisi jelek)	Tidak sempurna (posisi jelek)		
1 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil		
1,5 kg	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil		
2 kg	-	-	-	-	-	-		

Pada Tabel 5 ditunjukkan proses pengujian dimulai dari barang diletakkan diatas robot pengirim barang hingga diangkat oleh robot *gripper* dan berakhir di konveyor, didapatkan bila barang angkutan berhasil di distribusi-angkut dengan tingkat keberhasilan sebesar 50%. Kegagalan prosedur terutama terjadi pada beberapa bagian yaitu saat robot pengirim barang keluar dari jalur *line* dan saat prosedur *shifting* perpindahan barang angkutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan pengukuran dan pengujian terhadap Sistem Distribusi-Angkut Barang Pada *Automated Warehouse Robot* Dengan PLC didapatkan kesimpulan untuk kerja robot pengirim barang dan *warehouse robot* yaitu

- Tingkat Keberhasilan keseluruhan sistem distribusi-angkut barang pada proyek ini sebesar 50%
- Robot pengirim barang memiliki tingkat kesuksesan antara 50% hingga 63,33% saat melewati jalur *line*.
- Sensor *Ultrasound* yang dipasang di depan robot pengirim barang dapat mengindikasikan halangan didepan dengan jarak 20cm pada derajat sudut 25° .
- Beban barang maksimal yang aman untuk keseluruhan sistem yaitu 2kg.
- Kegagalan prosedur *warehouse robot* paling sering terjadi pada bagian alat gripper mengunci barang angkutan dari robot pengirim barang.
- Tegangan Vcc dari PLC sebesar 24V dengan nilai arus 0,5 A tidak mampu menggerakkan motor, sehingga diperlukan *power supply* eksternal dengan nilai arus yang lebih tinggi untuk dapat menggerakkan motor.

Adapun saran untuk pengembangan dan perbaikan pada pembuatan sistem distribusi-angkut barang ini kedepannya yaitu

- Desain mekanik pada robot pengirim barang dengan menutupi sensor *photodiode* agar tidak mudah terpengaruh intensitas cahaya luar.
- Pada robot pengirim barang dapat menggunakan motor dengan torsi yang lebih besar, yaitu sebesar 185rpm agar mampu mengangkat beban yang lebih berat.
- Pemasangan *Relay* khususnya yang dihubungkan ke pin GND, harus diperhatikan bila GND pada PLC dengan GND pada *power supply* harus dipisah untuk menghindari masuknya arus *power supply* yang besar menuju ke PLC OMRON.
- Dikarenakan kendala finansial, maka sistem pada proyek ini berbahan berbahan acrylic. Kedepannya dapat menggunakan unsur bahan besi atau aluminium untuk meningkatkan kekuatan dan kestabilan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Soebahkti, *Application Note: Line Tracker Robot Using AVR Microcontroller*. Batam, 2007.
- [2] Parallax Inc., *PING)))TM Ultrasonic Distance Sensor (#28015)*, v1.3, 2006.
- [3] www.onsemi.com/pub/Collateral/LM339-D
- [4] STMicroelectronics, *L298 Dual Full-Bridge Driver*. Italia, 2000
- [5] Atmel corporation. ATmega Attiny.
<http://www.atmel.com/devices/atmega8.aspx>
- [6] M. Budiyanto, *Pengenalan Dasar-Dasar PLC*. Yogyakarta: Penerbit Gava Media, 2003.
- [7] H. Motegi, *PC (Programmable Controller), Educational and Training Center Production Training Institute*, 1989.
- [8] Omron, *Factory Automation*, Singapore, 1992.
- [9] Sysmac *Programmable Controller, Operation Manual*, Omron. 1999.
- [10] Ustudy, *Function of Limit Switch: Breaking Electronic Providing*, <http://www.ustudy.in/node/3045>
- [11] *Electronic Media Common, Relay*. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electronic_component_relay
- [12] Autonics, *Datasheet: Photoelectronic Sensor Autonic BEN300-DDT. Photoelectronic sensor*, Korea.