

OTOMASI SISTEM PELETAKAN DAN PENGAMBILAN BARANG PADA RAK BERBASIS *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER*

Melisa Mulyadi*, Bobby Sutrisno

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta
*melisa.mulvadi@atmajava.ac.id

Abstract

Every factory absolutely had a stock room from production. Generally for processing to put on and put out the object from the rack, the factory usually had using a human power. Human error cause a trouble working. Human error could make the lack of production process. So automation system to put on and put out the object from the rack is needed. In this system, Programmable Logic Controller (PLC) is implemented to control the process. From this experiment, the process of put on and put out the object from the rack can be working well with their size and the result is the system can not found mistake from the processing.

Keywords: *programmable logic controller, limit switch, ladder diagram, DC motor, relay*

1. PENDAHULUAN

Setiap industri yang memproduksi suatu barang pasti memiliki gudang stok hasil produksi. Proses peletakan barang dan pengambilan barang pada umumnya masih menggunakan tenaga manusia. Akan tetapi penggunaan tenaga manusia menimbulkan banyak kelemahan yang menyebabkan terhambatnya proses produksi dan terjadinya kecelakaan kerja. Oleh karena permasalahan tersebut maka diperlukan alat peletakan dan pengambilan barang hasil produksi pada rak gudang persediaan secara otomatis. Untuk merealisasikan hal ini digunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai pengendali proses.

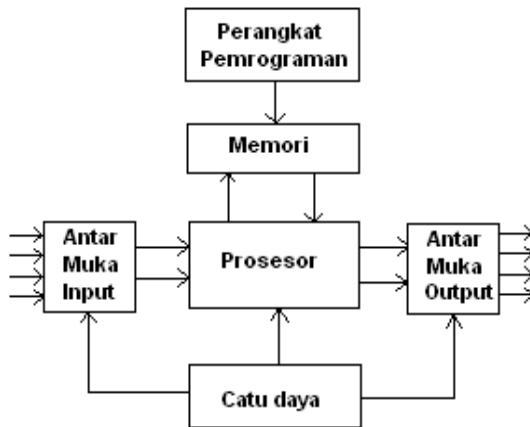
2. TEORI PENDUKUNG

2.1 *Programmable Logic Controller* (PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan perangkat elektronik berbasis mikroprosesor dengan memori yang dapat diprogram, guna menyimpan instruksi dan mengimplementasikan fungsi-fungsi logika, pewaktu, penghitung, dan aritmatika untuk mengontrol mesin dan proses. PLC biasanya digunakan untuk otomasi dalam proses produksi di pabrik. Kata '*logic*' pada PLC memiliki arti logika karena setiap pemrograman yang dilakukan menggunakan prinsip-prinsip logika. Logika '1' dapat diartikan sebagai YA atau kontak terhubung/aktif, sedangkan logika '0' diartikan sebaliknya yaitu TIDAK atau kontak tidak terhubung/tidak aktif. Pemrograman dapat dilakukan dengan menggunakan *keyboard* atau panel, serta komputer melalui RS-232 atau USB [1].

2.1.1 Karakteristik dan Arsitektur PLC

Umumnya sebuah sistem PLC terdiri dari unit prosesor, memori, catu daya, bagian antar muka *input/output*, dan perangkat pemrograman. Gambar 1 menampilkan arsitektur PLC [2].



Gambar 1. Arsitektur PLC

Keterangan untuk gambar di atas adalah sebagai berikut:

1. Unit Prosesor
Prosesor merupakan unit pemroses dan pengendali yang mengatur kerja sistem mulai dari penerimaan sinyal *input* sampai dikeluarkannya sinyal kontrol ke antarmuka *output*.
2. Antarmuka *input/output*
Modul ini merupakan penghubung antara PLC dengan sensor ataupun divais lain di bagian *input* dan penghubung antara PLC dengan aktuator di bagian *output*.
3. Catu daya
Catu daya diperlukan untuk mengkonversikan tegangan AC dari sumber tegangan menjadi tegangan DC yang dibutuhkan oleh prosesor dan rangkaian di dalam modul antarmuka *input/output*.
4. Perangkat Pemrograman
Perangkat pemrograman merupakan bagian PLC yang berhubungan langsung dengan pengguna. Pada bagian ini pengguna dapat mengatur fungsi dan hubungan antara *input* dan *output*.

2.1.2 Desain Mekanik Sistem PLC

Terdapat dua jenis desain mekanik yang digunakan untuk PLC, yaitu tipe kotak tunggal (*compact*) dan tipe modular/rak [2].

1. Tipe Kotak Tunggal (*Compact*)
Tipe ini merupakan PLC berukuran kecil yang dibuat dalam bentuk kemasan terpadu, lengkap dengan catu daya, prosesor, memori, dan modul *input/output*. PLC jenis ini dapat memiliki 40 titik *input/output* dan sebuah unit memori yang dapat menyimpan sekitar 300 sampai 1000 instruksi.

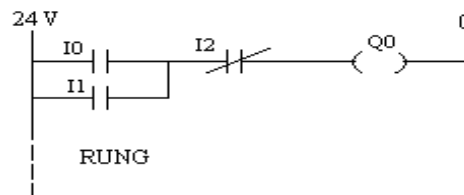
2. Tipe Modular/Rak

Tipe ini terdiri dari modul-modul yang terpisah. PLC tipe ini memiliki beragam unit fungsi yang dikemas sebagai modul yang berdiri sendiri, dan dapat dipasangkan ke dalam soket-soket pada sebuah landasan berbentuk rak.

2.1.3 Pemrograman PLC

Pemrograman PLC dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa bahasa pemrograman. Salah satu bahasa pemrograman yang paling umum digunakan adalah diagram tangga (*ladder diagram*). Disebut diagram tangga karena diagram ini memiliki bentuk yang menyerupai tangga. Diagram ini terdiri dari dua garis vertikal yang mempresentasikan jalur daya [1].

Komponen rangkaian disambungkan sebagai garis-garis horizontal, yaitu anak-anak tangga di antara kedua garis vertikal tersebut. Pada diagram tangga, terdapat komponen yang disebut komponen *input*, yaitu saklar *input*, saklar *relay*, saklar *timer*, saklar *counter*, dan sebagainya. Sedangkan yang termasuk komponen beban output yaitu *relay*, lampu, *timer*, *counter*, dan sebagainya. Contoh diagram tangga dapat dilihat pada Gambar 2.



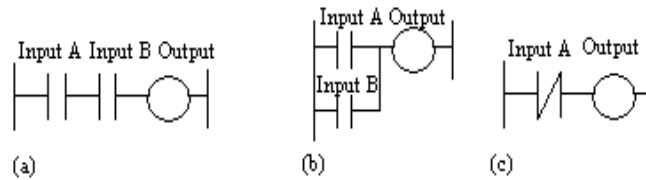
Gambar 2. Contoh diagram tangga

Gambar 2 merupakan salah satu contoh diagram tangga yang terdiri dari 1 (satu) *rung*. Diagram tangga tersebut terdiri dari 3 *input*, yaitu: I_0 , I_1 , dan I_2 sedangkan *output*-nya satu buah yaitu Q_0 . Kondisi I_0 dan I_1 menyatakan keadaan saklar *normally open* (NO) sedangkan I_2 menyatakan keadaan saklar *normally close* (NC). Jika salah satu *input* I_0 atau I_1 aktif dan I_2 tidak aktif, maka *output* Q_0 juga akan aktif. Namun bila I_2 diaktifkan, maka *output* Q_0 tidak akan aktif. Dalam menggambarkan diagram tangga, ditetapkan aturan tertentu, yaitu:

1. Garis-garis vertikal diagram tangga merepresentasikan jalur daya dan *ground*, yang di antara kedua garis tersebut disambungkan komponen *input* dan *output*.
2. Tiap-tiap anak tangga merupakan sebuah operasi di dalam proses kontrol.
3. Sebuah diagram tangga dibaca dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah, ini menggambarkan alur pembacaan yang dilakukan oleh PLC.
4. Tiap anak tangga harus dimulai dengan setidaknya sebuah *input* dan harus berakhir dengan setidaknya sebuah *output*.
5. Perangkat elektronik yang tergambar pada diagram harus sesuai dengan kondisi normalnya.
6. Sebuah perangkat tertentu dapat digambarkan pada lebih dari satu anak tangga.
7. *Input* dan *output* seluruhnya diidentifikasi melalui alamat. Notasi yang dipergunakan bergantung pada masing-masing produsen PLC, sebagai contoh: PLC Siemens mengawali alamat *input* dengan huruf I (misal: $I0.1$) dan alamat *output* dengan huruf Q (misal: $Q2.0$).

2.1.4 Fungsi Logika PLC

Banyak situasi kontrol yang membutuhkan kombinasi dari beberapa kondisi. Oleh karenanya dalam PLC terdapat fungsi logika untuk kombinasi tersebut, diantaranya AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR. Gambar 3 memperlihatkan gerbang-gerbang logika dalam bahasa pemrograman diagram tangga.

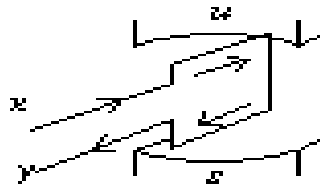


Gambar 3. Gerbang logika (a). AND (b).OR (c). NOT

2.2 Motor DC

Motor merupakan sebuah peralatan listrik yang berfungsi mentransformasikan energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC (motor arus searah) terdiri dari sebuah stator (bagian dari motor yang diam), rotor (bagian dari motor yang bergerak), dan celah udara antara stator dan rotor [3].

Prinsip kerja motor DC sebagai berikut: jika sebuah penghantar yang membawa arus ditempatkan dalam suatu medan magnet, maka penghantar tersebut akan mengalami gaya Lorentz yang mengakibatkan motor berputar. Arah putaran dari motor DC dapat dibalik dengan cara membalik polaritas sumber tegangannya.



Gambar 4. Prinsip kerja putaran motor DC

Arah putaran motor dapat diketahui dengan aturan tangan kiri, dengan persamaan berikut ini:

$$F = B i \ell \quad (1)$$

Keterangan:

F = Gaya Lorentz (N)

B = Medan magnet (T)

i = arus (i)

ℓ = panjang kawat (m)

2.3 Limit Switch

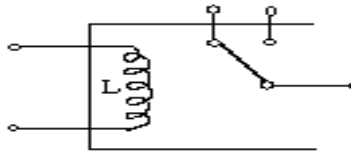
Prinsip kerja sebuah *limit switch* sama seperti sebuah saklar yang dapat bersifat *Normally Open* (NO) atau *Normally Close* (NC). *Limit switch* yang NO dalam kondisi normal terbuka dan jika ditekan akan menyebabkan rangkaian terhubung. Sebaliknya,

limit switch NC dalam kondisi normal terhubung dan jika *limit switch* ditekan menyebabkan rangkaian menjadi terbuka [4], [5].

2.4 Relai Motor Penggerak

Relai merupakan komponen pendukung yang digunakan untuk membalik polaritas tegangan motor penggerak, dan merupakan perangkat keras yang terdiri dari kumparan dan saklar penghubung. Bila arus listrik dialirkan ke kumparan, maka akan dihasilkan medan magnet yang akan menarik saklar penghubung tersebut.

Tipe relai yang digunakan adalah relai dengan saklar penghubung bertipe SPDT (*Single Pole Double Throw*). Skema relai tersebut dapat dilihat pada gambar 5 [6].



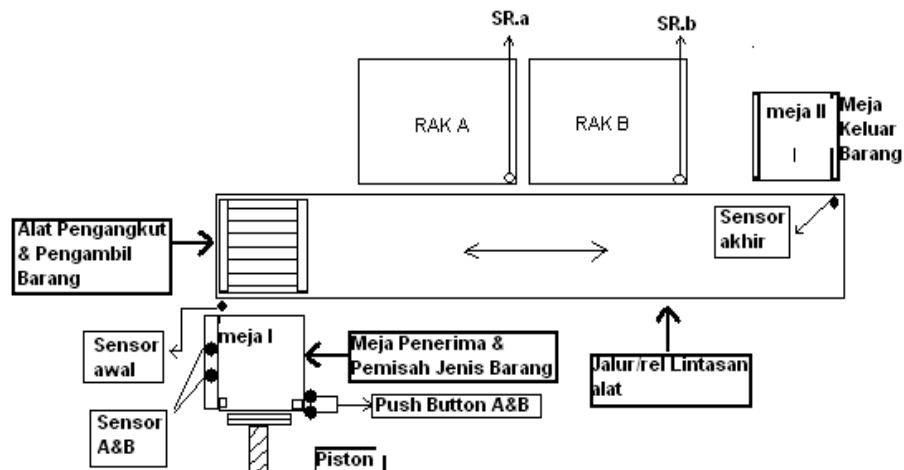
Gambar 5. Skema relai tipe SPDT

3. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Perangkat Keras

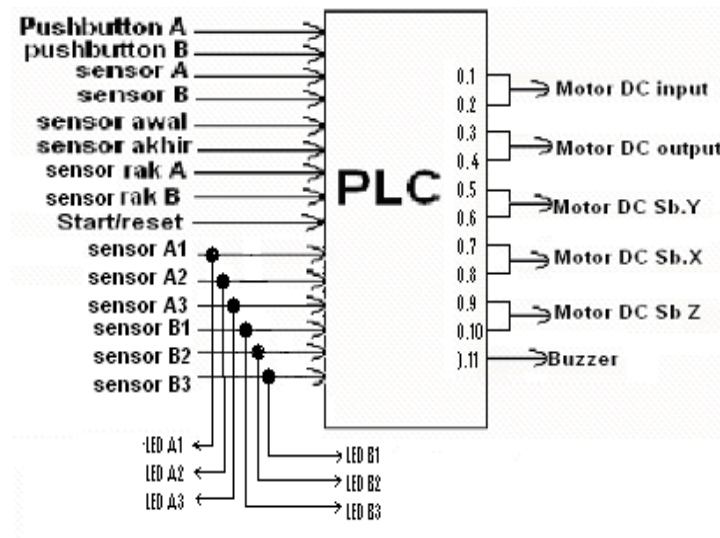
Paper ini membahas perancangan sistem pengambilan dan peletakan barang secara otomatis, sesuai ukuran kemasan pada rak gudang dengan menggunakan PLC sebagai pengendalinya. Sistem tersebut mengatur kerja sensor jenis ukuran barang, gerak motor DC dan urutan proses pengambilan dan peletakan barang. Skema sistem peletakan ditunjukkan oleh gambar 6.

Gudang barang memiliki dua buah rak, yaitu rak A untuk barang yang lebih besar ukurannya dan rak B untuk barang yang lebih kecil ukurannya, yang masing-masing rak terdiri dari tiga susun. Proses peletakan barang yang akan disimpan dimulai dari susunan yang paling bawah, sedangkan proses pengambilan barang digilir masing-masing dua kali setiap tingkat raknya dimulai dari tingkat yang paling bawah.



Gambar 6. Skema sistem peletakan pada gudang

Adapun diagram blok dari sistem peletakan dan pengambilan barang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram blok perangkat keras sistem

Dari gambar 7 diagram blok tersebut, dapat dilihat bahwa PLC adalah pusat pengatur sistem. Masukan dari PLC berupa:

1. Sensor A dan B
Berbentuk *limit switch* sebagai pendeteksi adanya benda pada meja I sekaligus sebagai penentuan jenis barang berdasarkan ukurannya.
2. Sensor awal
Berbentuk *limit switch* sebagai penentu batas kereta untuk tepat berada di meja I.
3. Sensor akhir
Berbentuk *limit switch* sebagai penentu batas kereta untuk tepat berada di meja II.
4. Sensor rak A dan B
Berbentuk *limit switch* sebagai penentu batas kereta untuk tepat berada di rak A dan rak B.
5. Sensor A1- A3 dan B1- B3
Berbentuk *limit switch* sebagai penentu ada tidaknya barang pada rak A1-A3 dan rak B1-B3.
6. *Push button* A dan B
sebagai sarana bagi operator untuk menentukan jenis barang yang akan diambil.

Sedangkan *output* yang diatur PLC adalah motor DC untuk pendorong tuas A dan tuas B, motor DC untuk pergerakan horizontal maupun vertikal kereta, serta bunyi peringatan alarm dari *buzzer*. Jumlah LED yang menyala untuk mengetahui jumlah barang yang ada pada masing-masing rak A dan rak B.

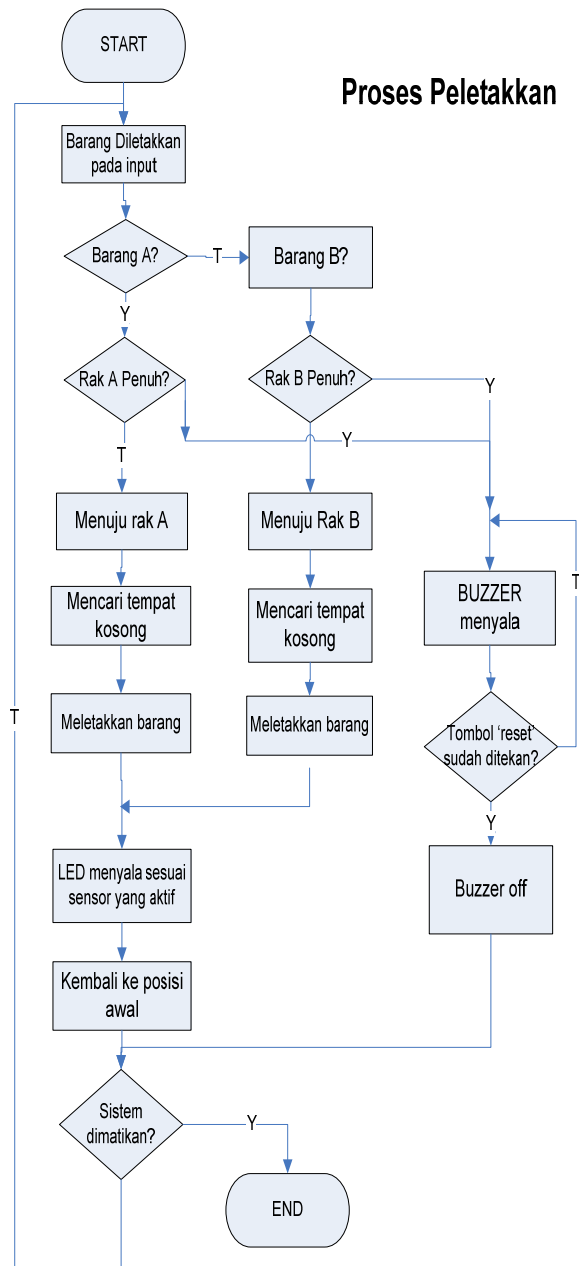
3.2 Perancangan Perangkat Lunak

3.2.1 Proses Peletakan Barang

Proses diawali ketika operator meletakkan barang pada meja I (meja *input*) untuk dilakukan proses pengklasifikasian jenis ukuran barang dengan memanfaatkan *limit switch* 'A' dan 'B'. Adanya respon terhadap *limit switch* 'A' atau 'B' selain sebagai penentu jenis barang juga digunakan sebagai penanda bahwa yang dilakukan adalah proses peletakan.

Setelah barang diketahui jenisnya, maka PLC akan memeriksa apakah rak yang sesuai dengan jenis barang tersebut masih terdapat tempat kosong. Apabila tempat penuh maka motor DC *input* tidak akan menggerakkan tuas pendorong dan *buzzer* akan menyala selama tombol '*START/RESET*' belum ditekan. Bila tersedia tempat yang kosong maka motor DC *input* akan menggerakkan piston/tuas untuk mendorong barang tersebut menuju ke kereta.

Jika barang sudah berada di kereta, maka kereta secara otomatis akan bergerak ke rak yang dituju, dan berhenti di depan rak tersebut bila kereta menyentuh *limit switch* rak, kemudian mulai naik mencari tempat yang kosong. Proses pencarian tempat kosong selalu diawali dari rak yang letaknya paling bawah dan bergerak menuju ke atas. Tempat kosong ditentukan oleh PLC berdasarkan masukan *limit switch* yang berlogika nol/tidak dalam kondisi tertekan. Setelah tepat berada dimuka rak yang kosong maka barang akan diletakkan, dengan jumlah barang yang tersedia akan ditampilkan pada LED. Banyaknya LED yang menyala menandakan banyaknya jumlah barang yang tersedia pada rak. Kereta akan kembali menuju ke tempat awal dan berhenti di depan meja I setelah menyentuh *limit switch* awal. Diagram Alir proses peletakkan barang dapat dilihat pada gambar 8.



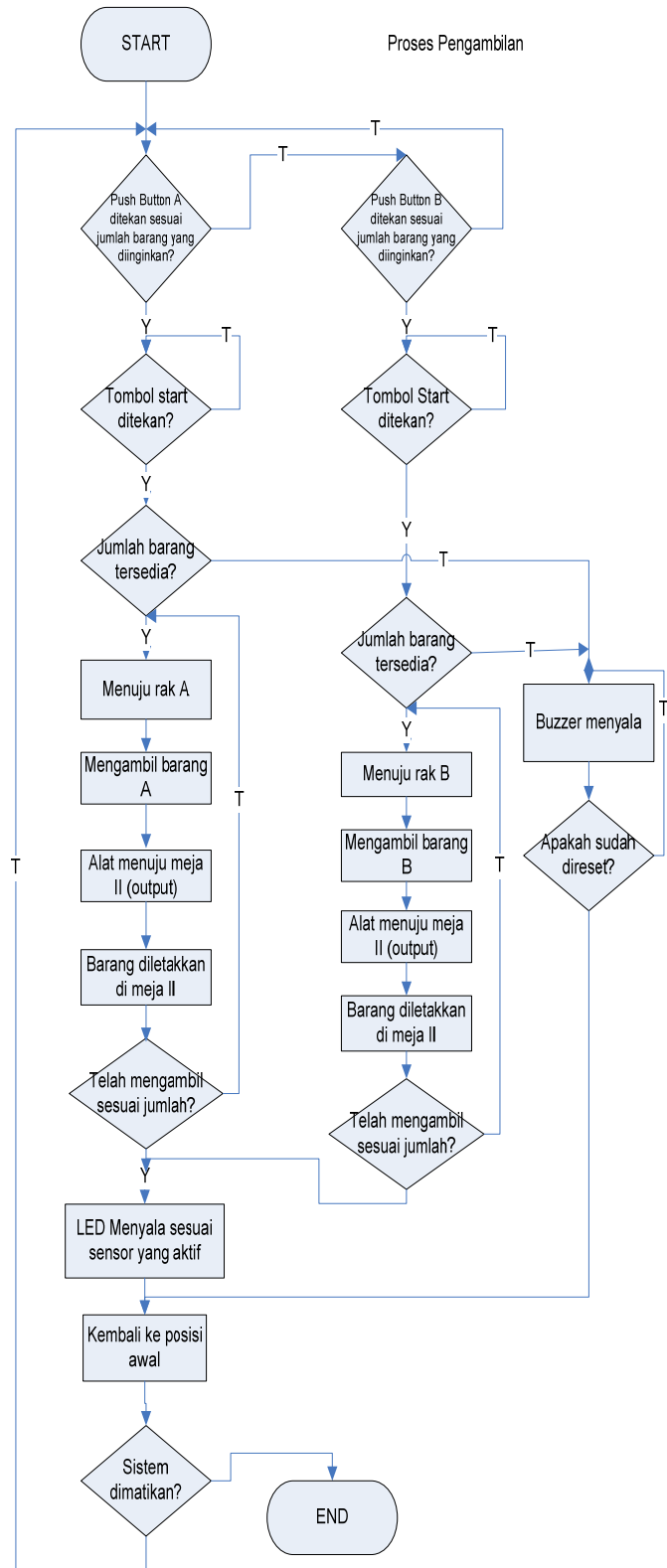
Gambar 8. Diagram alir proses peletakan

3.2.2 Proses Pengambilan Barang

Pengambilan barang diawali dengan pemilihan jenis barang oleh operator yang menekan *push button* A atau B kemudian diikuti penekanan tombol *start*. PLC akan memeriksa apakah barang yang diinginkan tersebut ada. PLC dapat mengetahui ada tidaknya barang dari jumlah *limit switch* yang aktif (misal A1 dan A2 aktif maka dianggap ada dua barang). Bila barang yang diinginkan tidak ada pada rak maka *buzzer* akan aktif selama tombol '*RESET*' belum ditekan.

Bila barang tersedia maka kereta akan menuju ke rak tersebut dan mengambil barang yang diinginkan untuk kemudian dibawa ke meja II (meja *output* barang). Proses pengambilan dilakukan dengan mengambil barang mulai dari urutan paling bawah sampai ke atas secara berulang.

Jika proses pengambilan barang telah selesai, jumlah barang yang tersisa pada rak dapat dilihat dari jumlah LED yang menyala. LED terhubung paralel dengan tiap sensor A1-A3 dan B1-B3, sehingga bila sensor tersebut aktif maka secara otomatis LED yang terhubung juga akan menyala. Diagram alir proses pengambilan barang dapat dilihat pada gambar 9.

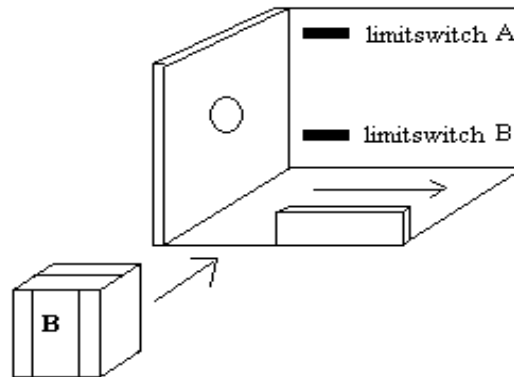


Gambar 9. Diagram alir proses pengambilan

4. PENGUJIAN SISTEM

4.1 Pengujian Penentuan Jenis Barang

Pada pengujian ini, dilakukan pengambilan beberapa sampel volume dari masing-masing produk berdasarkan waktu pembukaan katup. Penentuan jenis barang dilakukan dengan menggunakan *limit switch* A dan B sebagai sensor. Ilustrasi proses penentuan jenis barang seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Ilustrasi proses penentuan jenis barang

Tabel 1. Hasil pengujian penentuan jenis barang

No.	Nama Barang	Keterangan	Hasil
1	Barang A	<i>Limit switch</i> A dan B tertekan	Sesuai
2	Barang B	Hanya <i>limit swicth</i> B tertekan	Sesuai
3	Tidak ada barang	Tidak ada <i>limit swicth</i> yang tertekan	Sesuai

Dari hasil pengujian terlihat bahwa sistem dapat menentukan jenis barang berdasarkan jumlah *limit switch* yang tertekan.

4.2 Pengujian Peletakan dan Pengambilan Barang

Pada pengujian ini, dilakukan proses peletakan dan pengambilan barang pada tiap rak A1-A3 dan B1-B3. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur waktu yang dibutuhkan dimulai dari penentuan jenis barang hingga barang tiba di rak yang diinginkan saat peletakan barang. Sistem dimulai saat operator menekan tombol barang sampai barang tiba di meja *output* saat proses pengambilan barang. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 (lima) kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Proses peletakan barang

Rak	Waktu Peletakan
A.1.	25.12 detik
A.2	29.40 detik
A.3	34.27 detik
B.1	28.23 detik
B.2	31.32 detik
B.3	34.45 detik

Tabel 3. Proses pengambilan barang

Rak	Waktu Pengambilan
A.1.	46.27 detik
A.2	54.43 detik
A.3	60.18 detik
B.1	45.23 detik
B.2	51.02 detik
B.3	57.33 detik

Dari Tabel 2 dan Tabel 3 terlihat bahwa waktu yang diperlukan untuk proses peletakan dan pengambilan barang relatif sama antara barang A dan barang B. Hal tersebut dikarenakan pada rak A jarak antar tingkat cukup jauh, sedangkan rak B meskipun letak rak jauh dari meja awal, tetapi jarak tiap tingkatnya dekat.

4.3 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan menunjukkan, bahwa proses yang diawali penentuan jenis barang, kemudian peletakan barang ke rak A atau B dan pengambilan barang dapat dilakukan sesuai masukan yang diberikan operator. LED menyala jika ada barang yang menekan *limit switch* yang terdapat di rak.

Tabel 4. Hasil pengujian sistem

No	Proses	Hasil
1	Penentuan jenis barang	Ok
2	Peletakan ke rak A1	Ok
3	Peletakan ke rak A2	Ok
4	Peletakan ke rak A3	Ok
5	Pengambilan dari rak B1	Ok
6	Pengambilan dari rak B2	Ok
7	Pengambilan dari rak B3	Ok
8	Peringatan alarm <i>buzzer</i>	Ok
9	Tampilan LED jumlah barang	Ok

5. KESIMPULAN

Dari hasil proses pengujian sistem secara keseluruhan, maka dapat dirumuskan kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu yang diperlukan untuk proses peletakan dan pengambilan barang relatif sama antara barang A dan barang B.
2. LED akan menyala secara otomatis saat *limit switch* rak mendeteksi adanya barang pada rak.
3. Bila rak terisi penuh, maka tidak dapat melakukan proses peletakan barang dan *buzzer* menyala hingga tombol '*reset*' ditekan.
4. Proses peletakan dan pengambilan barang secara otomatis pada rak A dan rak B dapat berjalan dengan baik.

REFERENSI

- [1]. Hackworth, John R., dan Frederick D. Hackworth, Jr., "*Programmable Logic Controllers: Programming Methods and Applications*", Pearson Prentice Hall, New Jersey, 2004.
- [2]. Webb, John W., dan Ronald A. Reis, "*Programmable Logic Controllers: Principles and Applications*", *Fourth Editions*, Prentice Hall, New Jersey, 1999.
- [3]. Ulanski, Wayne, "*Valve and Actuator Technology*", McGraw-Hill, New York, 1991.
- [4]. Shetty, Devdas, dan Richard A. Kolk, "*Mechatronics System Design*", PWS Publishing Company, Boston, 1997.
- [5]. Cheremisinoff, Nicholas P., dan Paul N. Cheremisinoff, "*Pumps and Pumping Operation*", Prentice Hall, New Jersey, 1992.
- [6]. Giancoli, Douglas C., dan Cuk Imawan, "*Fisika*", *Edisi Keempat*, Erlangga, Jakarta, 1996.