

# Automation Forklift System untuk Penyimpanan Produk pada Gudang Berbasis Labview

<http://dx.doi.org/10.28932/jutisi.v6i1.2334>

Gun Gun Maulana ✉<sup>#1</sup>, Hendy Rudiansyah <sup>\*2</sup>, Salwa Nahlya Tazkia <sup>#3</sup>

<sup>1,3</sup> Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Politeknik Manufaktur Bandung  
Jl. Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung - 40135

<sup>1</sup>gungun@polman-bandung.ac.id

<sup>3</sup>salwa@gmail.com

<sup>2</sup> Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Politeknik Manufaktur Bandung  
Jl. Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung – 40135

<sup>2</sup>hendy@polman-bandung.ac.id

**Abstract** — One of the functions of the warehouse is to store finished products. Stored products will be grouped based on the same type of material or goods, with boxes that have been marked in color or other codes in accordance with the specified classification. In the warehousing system, vertical storage helps in maximizing the use of warehouse areas. Storage of goods that are still manual with the aid of a forklift also has a high risk of damage due to work equipment accidents. The application of automation technology to the warehousing system is needed because it allows the storage and retrieval of products to run more easily and regularly than done manually. This study aims to create an automatic multilevel storage system as a solution to improve work safety and facilitate workers in storing finished products. This system is made in the form of an elevator with a rack containing 12 cells. The elevator is driven by a stepper motor to move in the direction of the X, Y, and Z axis and is controlled through an Arduino Mega 2560 microcontroller. Object identification is carried out by the TCS 3200 color sensor and the infrared obstacle sensor to read the height of the object. In this study, prototype storage and lifter systems have been achieved as movers for storing boxes on shelves. The results showed success in shipping boxes according to the intended address, but there were still average error values on the x-axis motion of 0.125%, and on the z-axis of 0.11%.

**Keywords**— Arduino Mega 2560; Forklift; Labview; Sensor TCS 3200; Warehouse

## I. PENDAHULUAN

Gudang adalah tempat untuk menyimpan produk jadi pada industri setelah produk tersebut dirakit dan dikemas, produk tersebut dipindahkan ke gudang untuk disimpan sampai ada permintaan dari pelanggan [1]. Pengelolaan gudang meliputi kegiatan penerimaan, kegiatan penyimpanan, kegiatan pemeliharaan, kegiatan pendistribusian, kegiatan pengendalian, serta pelaporan.

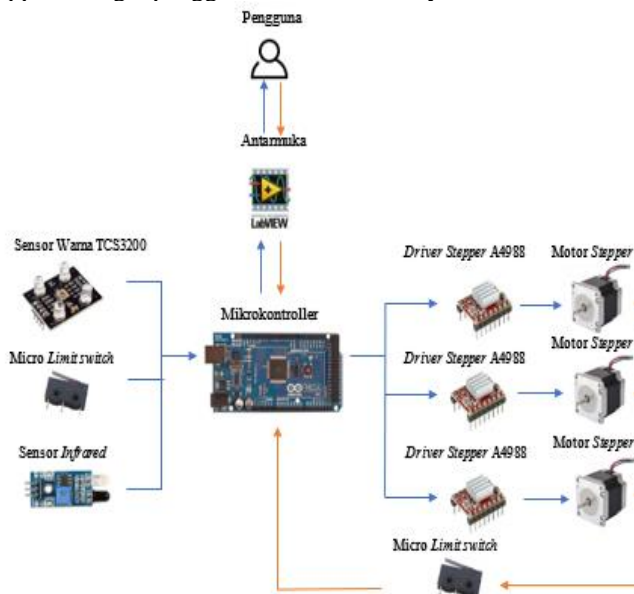
Umumnya, penyimpanan produk dilakukan berdasarkan klasifikasi [2]. Barang hasil produksi akan dikelompokkan berdasarkan jenis bahan atau barang yang sama. Produk ini yang kemudian ditumpuk menggunakan palet, atau disimpan di dalam *box*. Biasanya, *box* produk dibedakan dengan diberi tanda seperti warna atau kode lain yang dapat membedakan objek [3]. Selain itu, supaya area gudang dapat dimanfaatkan lebih maksimal, sistem penyimpanan dibuat ke atas. Sistem penyimpanan rak dapat menyimpan produk secara vertikal, sehingga kapasitas penyimpanan lebih besar untuk luas area yang sama [4]. Seiring perkembangan zaman, penerapan teknologi otomasi pada sistem pergudangan dibutuhkan, karena memungkinkan proses penyimpanan dan pengambilan produk berjalan lebih mudah dan teratur dibandingkan dilakukan secara manual [2]. Penyimpanan dan pengambilan produk yang dilakukan secara otomatis lebih konsisten, tidak banyak dipengaruhi faktor eksternal dan memiliki tingkat ketelitian yang tinggi [5]. Penyimpanan barang yang masih manual dengan bantuan mesin pengangkat barang juga memiliki resiko kerusakan tinggi akibat kecelakaan kerja alat, contohnya seperti alat bantu yang menabrak rak penyimpanan ataupun kecelakaan kerja karena kelalaian manusia [6][7]. Dengan adanya permasalahan diatas, Kami berusaha menciptakan sebuah sistem penyimpanan barang otomatis agar dapat mempermudah kerja manusia dalam menyimpan barang sekaligus menurunkan resiko kerusakan barang [8][9].

Penelitian tentang penyimpanan otomatis sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, salah satunya yang membuat tentang sistem penyimpanan bertingkat dengan menggunakan *lift* untuk menyimpan barang dimana kendali yang digunakan adalah AT89S51, rak yang dibuat memiliki 6 sel, dan *lift* digerakkan oleh motor DC.

Pemosisian dilakukan melalui pengaturan waktu aktifasi motor listrik DC dan peletakan posisi produk berurutan dari sel 1 sampai 6. Namun, pada penelitian ini motor yang terpasang memiliki torsi yang kecil, dan terdapat kesalahan pemosisian maksimum arah sumbu x sebesar 4% dan searah sumbu y 6.6% untuk kondisi tanpa beban [10]. Oleh karena itu disini kami mengusulkan perancangan prototipe *Automation Forklift System* untuk penyimpanan produk pada gudang agar proses penyimpanan menjadi lebih efektif dan efisien dan tingkat error yang rendah. Sistem ini memanfaatkan beberapa perangkat seperti mikrokontroler ATMEGA 2560 sebagai pengontrolnya dan *Labview* sebagai tampilan antarmuka untuk menampilkan posisi pergerakan dari *forklift* secara *realtime*.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

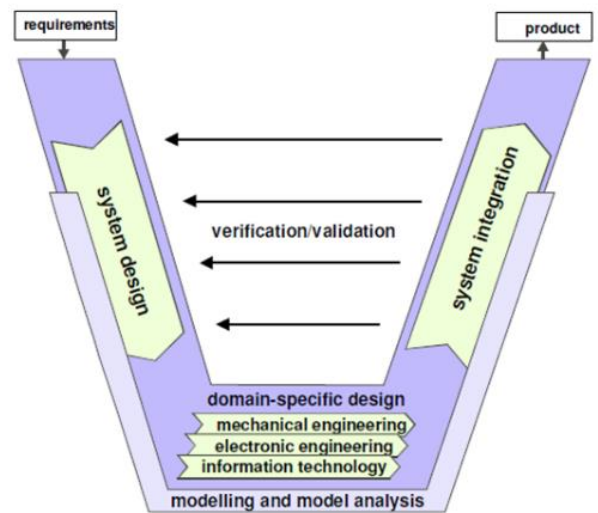
Pada penelitian ini, sistem dibagi menjadi 3 bagian yaitu *lifter*, rak, dan posisi awal atau *initial position*. *Input* yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengidentifikasi objek yaitu sensor warna, *infrared*, dan *limit switch* diletakkan pada *initial position*. Sensor *infrared* dipasang bersusun secara vertikal untuk dapat membaca ketinggian produk. Sensor warna diletakkan di dalam rak menghadap ke arah *lifter* untuk dapat membaca objek yang masuk. *Limit switch* diletakkan di bagian bawah sel supaya dapat menerima beban dari produk. Kemudian, pada rak juga disimpan *limit switch* pada tiap selnya untuk memberi informasi apakah rak sudah terisi atau belum. Pada *lifter* hanya ada motor *stepper* sebagai penggerak arah sumbu x, y, dan z.



Gambar 1. Gambaran umum sistem

Pada gambar 1. terdapat gambaran umum sistem. Sistem ini dimulai dengan membaca ada atau tidaknya produk pada posisi awal untuk mulai menjalankan sistem

dengan sensor *limit switch*. Setelah produk terdeteksi, sensor membaca warna dan ukuran produk untuk menentukan di posisi mana produk akan diletakkan menggunakan sensor *infrared* dan sensor warna TCS3200. Pada sistem ini digunakan 3 sensor *infrared*, yang masing-masing dapat mengetahui benda dengan tinggi 6 cm, 9 cm, dan 12 cm. Setelah *box* terdeteksi dan sudah masuk masuk klasifikasinya, maka Arduino akan mengatur pergerakan yang akan dilakukan oleh motor *stepper* dan motor akan bergerak sesuai rak yang dituju. Sistem dilengkapi dengan *interface* pada laptop supaya pengguna dapat melihat jumlah produk yang telah disimpan serta lokasinya secara langsung. Antarmuka menyediakan *list* data barang yang masuk supaya pengguna dapat melihat melalui komputer apa saja barang yang tersedia pada rak penyimpanan.

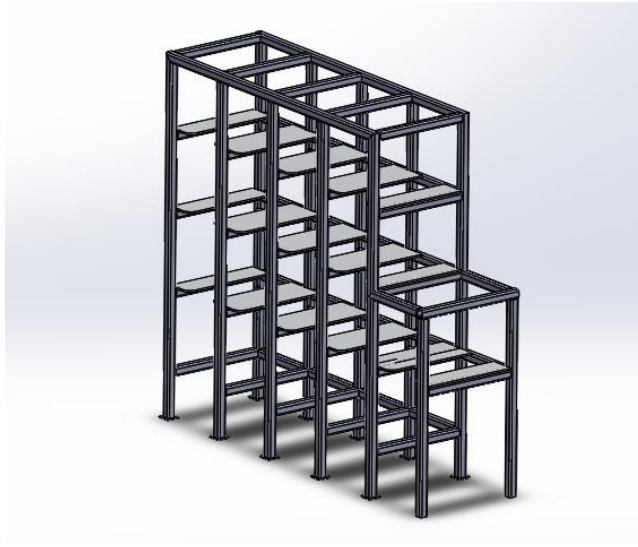


Gambar 2. Penerapan model VDI 2206 untuk model sistem pengangkatan magnetik.

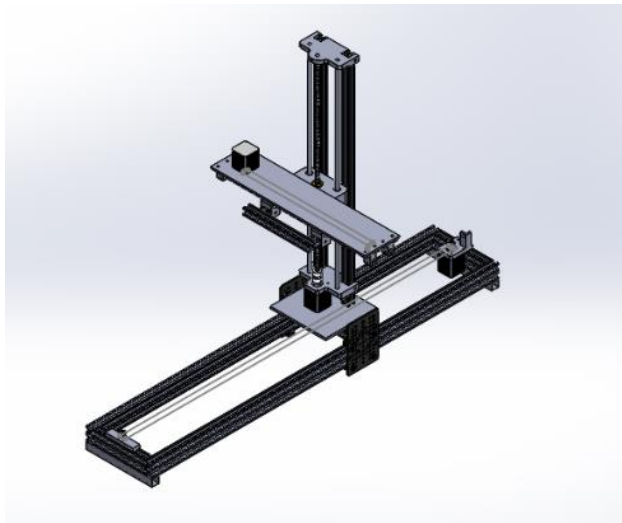
Pada gambar 2 model VDI 2206 digunakan sebagai acuan dalam pembuatan rancangan sistem penyimpanan bertingkat otomatis. Sistem terdiri dari domain mekanik, elektrik, dan informatik [11]. V-model dimulai dari persyaratan produk yaitu tuntutan dari sistem yang akan dibuat. Tahap berikutnya adalah perancangan sistem. Pada tahap ini dijelaskan rancangan umum sistem sampai komponen yang akan dipilih. Tahap selanjutnya adalah desain spesifik domain. Pada tahap ini sistem dideskripsikan lebih rinci dan spesifik pada setiap ranah system [12]. Dibutuhkan interpretasi dan kalkulasi yang lebih rinci agar memastikan performa produk maksimal. Tahap selanjutnya adalah sistem integrasi dimana mekanik, elektrik dan kontrol yang dibuat disatukan untuk menjadi sebuah produk. Pada sistem yang dibuat, domain mekanik terbagi menjadi dua, yaitu rak (tempat penyimpanan) dan *lifter*. *Lifter* menggunakan penggerak berupa *pulley* dan *belt*, serta *lead screw*. Pada domain

elektrik digunakan mikrokontroler untuk kendali pergerakan motor *stepper* dan pembacaan sensor, kemudian menghubungkan seluruh sensor dan aktuator. Domain informatik berupa program yang mengatur gerak motor dan sistem secara keseluruhan.

#### A. Perancangan Domain Mekanik

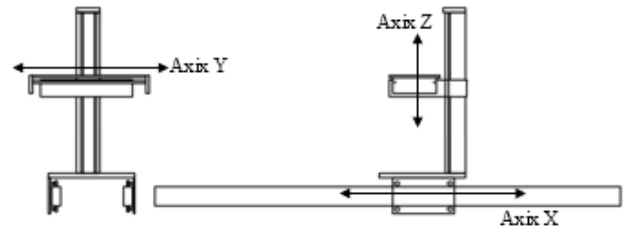


Gambar 3. Rancangan Mekanik Rak



Gambar 4. Rancangan Mekanik Lift

Gambar 3 dan 4 menunjukkan rancangan mekanik dimana Perangkat mekanik terdiri dari 2 bagian utama yaitu *lift* sebagai penggerak dan rak untuk tempat penyimpanan. Sistem mekanik *lift* terdiri dari tiga buah motor *stepper*, *pulley* dan *belt* untuk pergerakan sumbu X dan sumbu Y, serta *leadscrew* dan poros untuk sumbu Z. Bahan yang digunakan untuk kerangka adalah *aluminium extrude* karena kokoh, dan mudah untuk *assembly* karena bentuknya sudah standar.

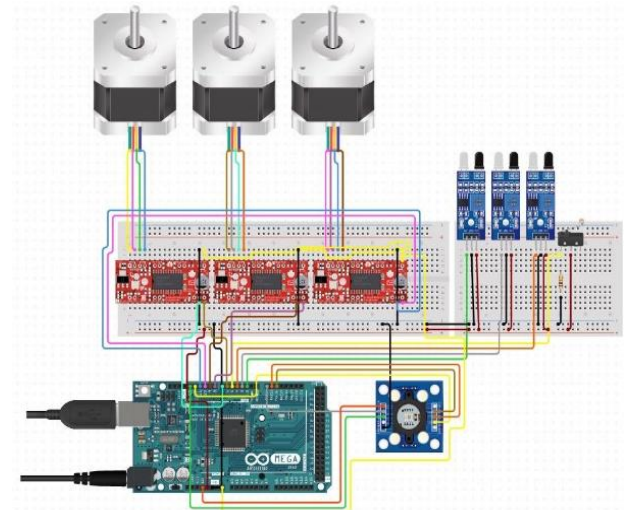


Gambar 5. Gerakan Sumbu X, Y, dan Z

Gambar 5 menunjukkan pergerakan sistem mekanik terdiri dari 3 sumbu yaitu sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z yang digerakan masing masing oleh motor *stepper*.

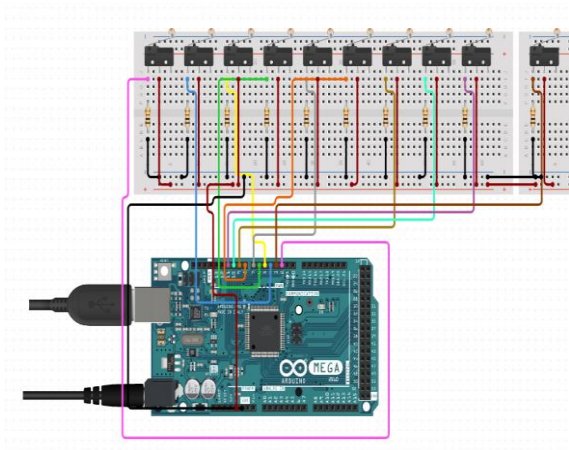
#### B. Perancangan Domain Elektrik

Domain elektrik berisi tentang perancangan rangkaian penggerak dan rangkaian sensor. Rangkaian ini harus dirancang sedemikian rupa supaya dapat berfungsi sesuai sistem yang diinginkan. Tahap ini menghubungkan antara mikrokontroler, motor *stepper*, *driver* motor *stepper*, sensor warna, sensor *infrared*, serta *limit switch* pada perangkat mekanik rak dan *lift*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Rangkaian Elektrik Sistem

Gambar 6 menunjukkan rangkaian sensor warna, sensor *infrared*, *driver* motor *stepper*, motor *stepper*, serta *limit switch* pada *zero position*.



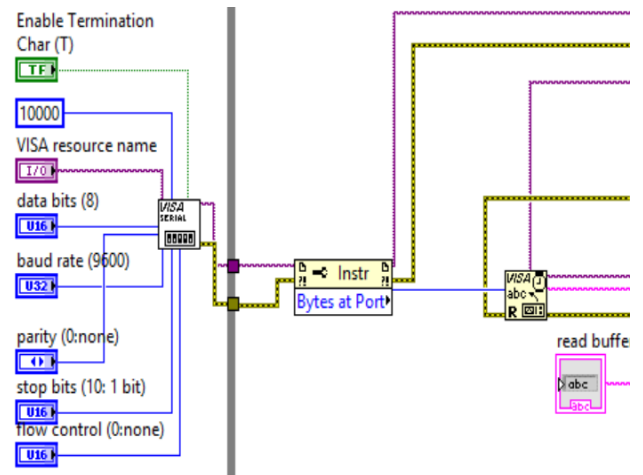
Gambar 7. Rangkaian Elektrik *Limit Switch*

Pada gambar 7 menunjukkan rangkaian *limit switch* yang disimpan pada tiap sel di dalam rak. *Limit switch* ini pada aktualnya berjumlah 12, sesuai sel pada raknya.

### C. Perancangan Domain Kontrol/Informatik

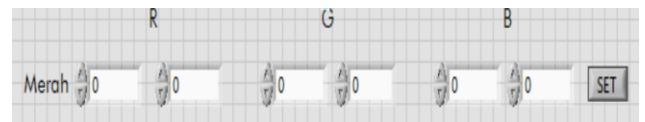
Pada perancangan domain informatik, sistem yang akan dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai pengendali. Pemrograman dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE dan *Labview*. Pada perancangan ini akan disampaikan mengenai *flowchart* dari program yang dibuat. *Flowchart* yang dibuat adalah mengenai diagram alir umum, kemudian diagram identifikasi tinggi benda, diagram alir identifikasi warna, dan diagram alir klasifikasi benda.

1) *Pembuatan Antarmuka Antarmuka*: dirancang untuk dapat menerima dan mengirim data dari dan ke Arduino. Antarmuka harus dapat menerima informasi berupa sensor – sensor yang dibaca oleh sistem untuk memberi informasi pada pengguna. Informasi yang diterima oleh antarmuka diantaranya pembacaan sensor warna, pembacaan sensor *infrared*, dan pembacaan *limit switch*. Khusus untuk *limit switch* yang terdapat pada rak penyimpanan, informasi yang disajikan pada antarmuka berupa jumlah produk yang berhasil tersimpan. Terakhir, peringatan yang ditampilkan pada antarmuka juga didapat dari mikrokontroler. Selanjutnya untuk data yang harus dikirimkan ke Arduino adalah kontrol warna RGB dari antarmuka. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengguna mengatur *range* nilai RGB sensor warna yang mudah terganggu oleh intensitas cahaya. Komunikasi yang dipakai untuk menghubungkan antara *Arduino* dengan *labview* adalah *Visa serial* seperti terlihat pada gambar 8.

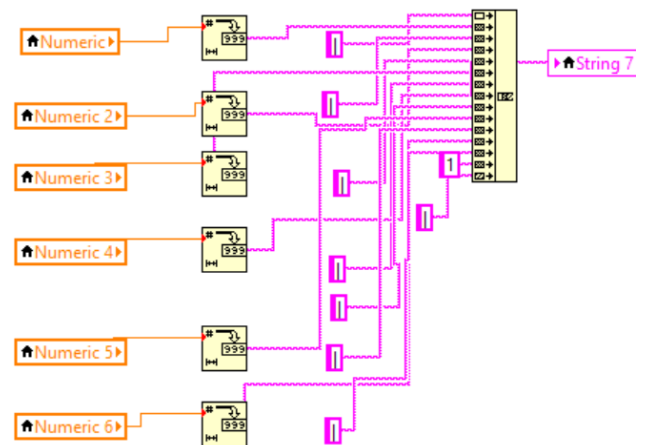


Gambar 8. Komunikasi *Visa Serial* pada *labview*

2). *Kontrol RGB*: Pada gambar 9 dibuat rancangan antarmuka untuk pengiriman kontrol RGB ke mikrokontroler, yang menampilkan pengaturan warna merah pada antarmuka. Isinya adalah 6 kontrol numerik, untuk mengatur nilai minimum dan maksimum RGB yang akan dibaca, kemudian tombol *Set* untuk mengirimkan semua nilai yang diatur ke *Arduino*.

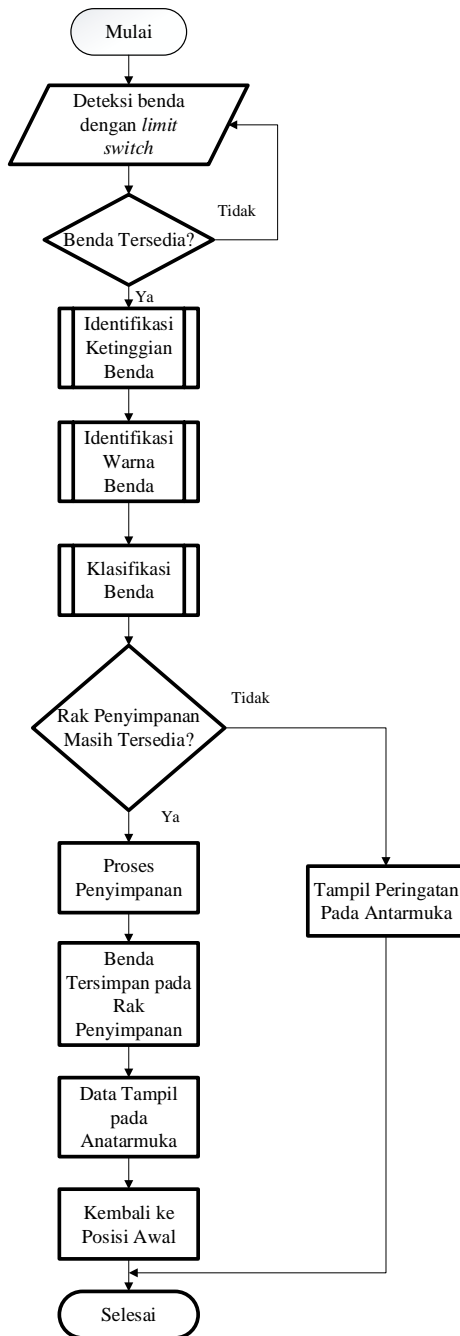


Gambar 9. Kontrol RGB di Antarmuka



Gambar 10. Kontrol RGB pada *labview*

Pada gambar 10, numerik 1 sampai 6 diubah menjadi bentuk *string* dan digabungkan menggunakan *concatenate string* dengan menambahkan pembatas diantara nilainya dan menambahkan angka 1 sebagai kode pada *Arduino* untuk membaca pengaturan warna merah. Setelah digabungkan pada *string 7*, serangkaian perintah tersebut dikirim melalui perintah *write visa serial* setelah tombol *set* ditekan.



Gambar 11. Diagram Alir Sistem Umum

Pada gambar 11 terdapat diagram alir sistem umum dimulai dengan mendeteksi benda pada posisi awal. Pada sistem ini, *limit switch* akan mendeteksi keberadaan benda saat pertama kali program dijalankan. Setelah posisi benda terdeteksi, benda diidentifikasi oleh sensor warna TCS3200 dan sensor *infrared obstacle* untuk menentukan klasifikasi produk, dan sistem akan melakukan *scanning* rak penyimpanan untuk mengetahui apakah alamat yang dituju sudah terisi atau belum. Jika alamat yang dituju belum terisi, maka proses

penyimpanan dilakukan. Sedangkan apabila rak sudah muncul, akan tampil peringatan pada antarmuka untuk memberi informasi pada pengguna. Setelah benda berhasil disimpan, data ditampilkan pada antarmuka dalam bentuk status dan jumlah. Terakhir *lifter* akan kembali ke posisi awal.

#### D. Integrasi Sistem

Pada tahap ini, tiap domain yang telah selesai dirancang digabungkan menjadi satu produk yang utuh.

1). *Integrasi Perangkat Keras* : Pada integrasi perangkat keras, rangkaian penggerak, sensor dan komputer diintegrasikan. Gambar 12 menunjukkan komponen – komponen yang telah dipasang pada rangka mekanik dan telah dihubungkan dengan kabel.



Gambar 12. Rangkaian sistem



Gambar 13. Sensor pada *Initial Position*

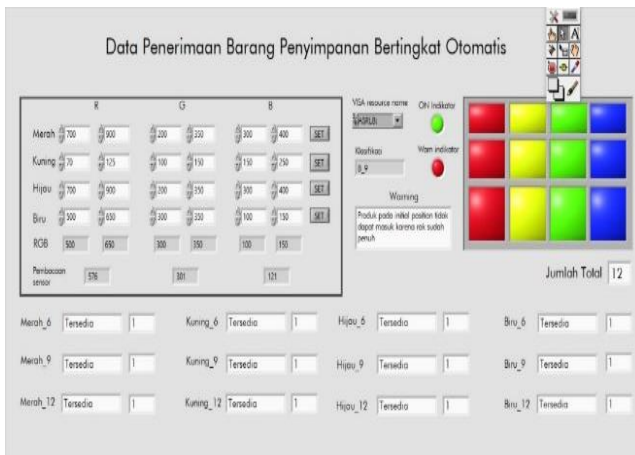
Gambar 13 menunjukkan posisi masing– masing sensor diletakkan. Sensor *infrared* (panah a) dipasang bersusun secara vertikal untuk dapat membaca ketinggian 6, 9, dan 12 cm. Sensor warna diletakkan di belakang untuk dapat membaca warna *box* yang masuk *Limit switch* dipasang di alas rak untuk dapat menerima beban dari *box* seperti yang ditunjukkan oleh panah c.

2). *Integrasi Perangkat Keras dan Lunak* : Perangkat keras dan lunak diintegrasikan untuk menjadi produk

yang utuh. Cara mengintegrasikannya dengan mengubah data dari Arduino menjadi informasi yang mempresentasikan sistem tersebut. Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah Labview, dimana data yang disajikan adalah jumlah produk yang diterima oleh sistem.



Gambar 14. Sistem Penyimpanan



Gambar 15. Antarmuka

Pada gambar 14 dan 15 terlihat data dikirim dari *limit switch* ke Arduino, kemudian diubah menjadi informasi status ke Labview.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian Sensor warna

Tabel I menunjukkan pengujian pertama yang dilakukan yaitu pengujian sensor warna. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa produk yang akan digunakan dalam sistem dapat diidentifikasi dengan benar sesuai ketentuan yang sudah diatur. Bila terjadi kesalahan dalam pembacaan, maka kendali harus disesuaikan kembali. Sensor pertama yang diuji adalah sensor warna TCS 3200. Sensor ini bekerja dengan membaca warna RGB. Sensor ini sangat sensitif terhadap cahaya lingkungan sekitar dan jarak antara sensor dengan objek yang dibaca sehingga pengambilan *sample* dilakukan beberapa kali di tempat dan waktu yang berbeda.

TABEL I. PENGUJIAN SENSOR WARNA

| NO | OUTPUT R(%) | OUTPUT G(%) | OUTPUT B(%) | WARNA |
|----|-------------|-------------|-------------|-------|
| 1  | 74          | 68          | 146         | Merah |
| 2  | 69          | 84          | 137         | Merah |
| 3  | 56          | 81          | 148         | Merah |
| 4  | 60          | 102         | 146         | Merah |
| 5  | 60          | 91          | 144         | Merah |
| 6  | 57          | 82          | 143         | Merah |
| 7  | 64          | 83          | 147         | Merah |
| 8  | 61          | 106         | 143         | Merah |
| 9  | 59          | 71          | 145         | Merah |
| 10 | 64          | 94          | 146         | Merah |

|    |    |     |     |       |    |     |     |     |       |
|----|----|-----|-----|-------|----|-----|-----|-----|-------|
| 11 | 59 | 105 | 145 | Merah | 11 | 169 | 288 | 268 | Merah |
| 12 | 68 | 90  | 138 | Merah | 12 | 172 | 287 | 266 | Merah |
| 13 | 62 | 103 | 144 | Merah | 13 | 171 | 284 | 253 | Merah |
| 14 | 59 | 91  | 145 | Merah | 14 | 159 | 289 | 267 | Merah |
| 15 | 67 | 87  | 143 | Merah | 15 | 165 | 291 | 262 | Merah |
| 16 | 60 | 93  | 144 | Merah | 16 | 167 | 282 | 264 | Merah |
| 17 | 56 | 95  | 144 | Merah | 17 | 166 | 288 | 261 | Merah |
| 18 | 67 | 92  | 140 | Merah | 18 | 169 | 286 | 253 | Merah |
| 19 | 70 | 90  | 145 | Merah | 19 | 169 | 282 | 261 | Merah |
| 20 | 68 | 106 | 137 | Merah | 20 | 164 | 282 | 263 | Merah |

Pada tabel I pengujian pertama dilakukan dengan membandingkan jarak antara sensor dengan objek saat membaca warna merah. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan nilai yang terbaca oleh sensor ketika objek menyentuh sensor dan ketika objek memiliki jarak 1cm dari sensor. Hasil yang didapat adalah ketika jarak antara sensor dengan objek semakin jauh, RGB yang didapat lebih besar.

### B. Pengujian Sensor Infrared

Tabel II menunjukkan pengujian sensor *infrared*, dimana pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa *infrared* yang disusun berdekatan dengan jarak 3cm tidak saling mengganggu dan berhasil membaca objek yang ada di depannya. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, seluruh pembacaan sensor berhasil dan memberikan status sesuai yang diinginkan. Tidak adanya *error* dalam pengujian ini dikarenakan jarak antara sensor dengan objek tidak terganggu oleh cahaya lain yang masuk.

TABEL II. PENGUJIAN SENSOR *INFRARED*

| NO | IR 1 | IR 2 | IR 3 | STATUS | NO | IR 1 | IR 2 | IR 3 | STATUS | NO | IR 1 | IR 2 | IR 3 | STATUS |
|----|------|------|------|--------|----|------|------|------|--------|----|------|------|------|--------|
| 1  | v    | -    | -    | T6     | 1  | v    | v    | -    | T9     | 1  | v    | v    | v    | T12    |
| 2  | v    | -    | -    | T6     | 2  | v    | v    | -    | T9     | 2  | v    | v    | v    | T12    |
| 3  | v    | -    | -    | T6     | 3  | v    | v    | -    | T9     | 3  | v    | v    | v    | T12    |
| 4  | v    | -    | -    | T6     | 4  | v    | v    | -    | T9     | 4  | v    | v    | v    | T12    |
| 5  | v    | -    | -    | T6     | 5  | v    | v    | -    | T9     | 5  | v    | v    | v    | T12    |
| 6  | v    | -    | -    | T6     | 6  | v    | v    | -    | T9     | 6  | v    | v    | v    | T12    |
| 7  | v    | -    | -    | T6     | 7  | v    | v    | -    | T9     | 7  | v    | v    | v    | T12    |
| 8  | v    | -    | -    | T6     | 8  | v    | v    | -    | T9     | 8  | v    | v    | v    | T12    |
| 9  | v    | -    | -    | T6     | 9  | v    | v    | -    | T9     | 9  | v    | v    | v    | T12    |
| 10 | v    | -    | -    | T6     | 10 | v    | v    | -    | T9     | 10 | v    | v    | v    | T12    |

### C. Pengujian Penggerak Motor Stepper

Pada tabel III pengujian dilakukan dengan mengukur jarak perpindahan *lifter* dari posisi awal. Alat ukur yang dipakai pada pengujian ini adalah mistar baja 60 cm. Jangka sorong digunakan pada percobaan awal dalam pengujian ini agar mendapat nilai ketelitian yang lebih besar. Pengujian pertama dilakukan dengan mengukur pergerakan pada sumbu x sejauh 15 cm menggunakan

mistar baja dan jangka sorong. Hasil dari pengujian ini memperlihatkan bahwa hasil pembacaan mistar baja menunjukkan nilai yang sama dengan menggunakan jangka sorong dan hasil *error* tidak lebih dari 1%. Oleh karena itu pengujian selanjutnya hanya menggunakan mistar baja saja.

TABEL III. PENGUJIAN X = 15CM

| No                       | Pulsa | Jarak target (mm) | Mistar baja (mm) | Jangka sorong (mm) | Error        |
|--------------------------|-------|-------------------|------------------|--------------------|--------------|
| 1                        |       |                   | 150              | 150,38             | -0,25%       |
| 2                        |       |                   | 150              | 149,62             | 0,25%        |
| 3                        |       |                   | 150              | 150,02             | -0,01%       |
| 4                        |       |                   | 150              | 150,12             | -0,08%       |
| 5                        |       |                   | 150              | 149,62             | 0,25%        |
| 6                        |       |                   | 150              | 149,90             | 0,07%        |
| 7                        |       |                   | 150              | 150,10             | -0,07%       |
| 8                        |       |                   | 150              | 149,60             | 0,27%        |
| 9                        |       |                   | 149              | 149,42             | 0,39%        |
| 10                       | 3.000 | 150               | 150              | 149,72             | 0,19%        |
| 11                       |       |                   | 150              | 149,52             | 0,32%        |
| 12                       |       |                   | 150              | 150,40             | -0,27%       |
| 13                       |       |                   | 150              | 150,28             | -0,19%       |
| 14                       |       |                   | 149              | 149,42             | 0,39%        |
| 15                       |       |                   | 150              | 149,60             | 0,27%        |
| 16                       |       |                   | 150              | 149,62             | 0,25%        |
| 17                       |       |                   | 149              | 149,44             | 0,37%        |
| 18                       |       |                   | 149              | 149,34             | 0,44%        |
| 19                       |       |                   | 150              | 149,72             | 0,19%        |
| 20                       |       |                   | 150              | 149,70             | 0,20%        |
| <b>Error rata - rata</b> |       |                   |                  |                    | <b>0,15%</b> |

D. Pengujian Motor Stepper

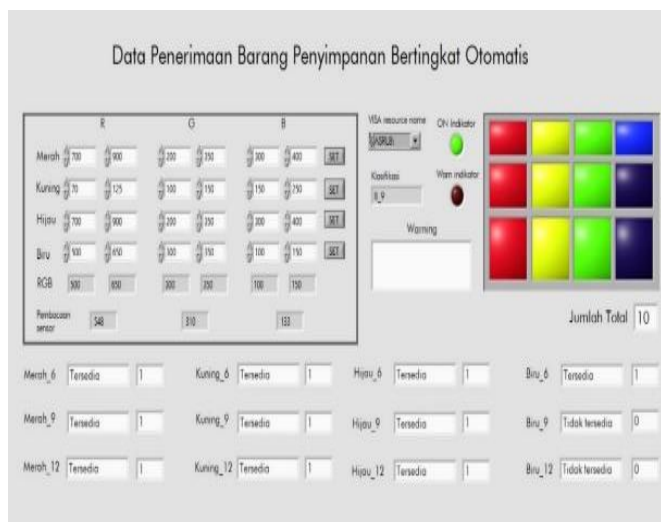
Untuk pengujian bagian ini pergerakan sumbu x dan y adalah sama, oleh karena itu kita ambil contoh pergerakan searah sumbu x dimana pengaturan berdasarkan warna box dan ukuran setiap sel pada rak penyimpanan dibuat sama panjang 15 cm. Penggunaan *aluminium profil* sebagai rangka rak menyebabkan adanya pertambahan jarak perpindahan *lift* searah sumbu x sebesar 2 cm. Kolom pertama, berjarak 16,75 cm dari titik awal penyimpanan, berisi box berwarna merah. Kolom kedua, merupakan kolom untuk warna kuning, memiliki jarak 33,5 cm dari posisi awal. Kolom ketiga diisi dengan warna hijau dengan jarak 50,5 cm, dan terakhir digunakan untuk warna biru dengan jarak terjauh yaitu 67,5 cm. Pertambahan panjang tidak selalu pas 2 cm dikarenakan adanya kesalahan dalam pengukuran plat penumpu beban pada rak ataupun kesalahan dalam menentukan titik pemasangan rangka. Step yang digunakan untuk motor sumbu x adalah *quarter step* (1/4 step). Pulsa yang diatur pada program berdasarkan perhitungan sebagai berikut.

- Motor Stepper memiliki spesifikasi 1,8° per step. (1)
- Quarter step → 1 step = 0,45°. (2)
- 1 putaran pulley = 20 (teeth) x 2mm (pitch) = 40mm (3)
- 1 putaran = 360° (4)
- 1 pulsa =  $\frac{0,45^\circ}{360^\circ} \times 40 \text{ mm} = 0,05 \text{ mm}$  1 mm =  $\frac{100}{5} = 20 \text{ puls}$  (5)

E. Pengujian Antarmuka:

Berikut merupakan tampilan antarmuka saat pengujian sistem.





Gambar 16. Tampilan Antarmuka Sistem



Gambar 17. Sistem Aktual

Pada gambar 16 dan 17 sistem berhasil disambungkan dengan antarmuka, yang ditunjukkan dengan nyala *ON indicator*, maka antarmuka akan menampilkan jumlah produk yang masuk sesuai dengan kondisi aktual. Pada percobaan ini, terdapat 10 *box* yang telah disimpan pada rak penyimpanan. Data ini di dapat berdasarkan informasi dari Arduino yang mendapat *input* dari *limit switch*. Indikator rak penyimpanan yang menyala menunjukkan bahwa produk sudah tersedia pada sistem. Pada gambar 16, indikator produk B\_9 dan B\_12 mati, karena produk belum tersimpan pada sistem. Hal ini juga ditunjukkan dengan status tidak tersedia pada antarmuka. Kemudian pada indikator klasifikasi menunjukkan data B\_9, merupakan hasil pembacaan klasifikasi produk untuk dikirimkan ke alamat yang dituju.

#### F. Pengujian Kontrol RGB ke Arduino

Pengujian ini difokuskan untuk membuktikan keberhasilan antarmuka dalam memberi perintah ke kontroler. Tampilan ini terbagi menjadi 3 seperti pada gambar 18.



Gambar 18. Pengujian Kontrol RGB

Gambar 18 menunjukkan nilai *range* RGB warna merah, kuning, hijau, dan biru. Tombol *Set* yang berada di sebelah kanan berfungsi untuk mengirim nilai yang diatur ke kontroler. Panah b menunjukkan pengaturan nilai yang terbaca di Arduino. Terakhir, ketika sistem sudah dimulai, nilai yang terbaca oleh sensor warna akan ditampilkan (panah c). Sehingga, ketika warna yang terbaca oleh sensor tidak sesuai pengaturan, maka *range* nilai RGB dapat diatur kembali.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa *Automation Forklift System* yang dibuat dapat berjalan secara otomatis dengan mengidentifikasi benda berdasarkan warna dan ukurannya, Penggunaan sensor *infrared* sebagai pendeteksi ukuran *box* dapat berfungsi dengan baik. *Lifter* dapat bergerak searah sumbu X, Y, dan Z dengan nilai *error* yang sangat kecil yaitu kurang dari 1%. Tingkat keberhasilan *lift* dalam mengirimkan produk ke rak penyimpanan mencapai 100%, serta sistem antarmuka menggunakan *Labview* berhasil menampilkan pergerakan dari *forklift* secara *realtime*.

### B. Saran

Terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya dalam mengimplementasikan penelitian ini, diantaranya adalah penambahan animasi pergerakan *lifter* pada antarmuka supaya pengguna dapat memonitor proses pemindahan material secara *realtime*. Perlu penambahan tombol *emergency* dan *reset* dan juga proses pengambilan produk dari rak penyimpanan ke tempat *unloading* sehingga Sistem dapat berjalan berdasarkan *FIFO* atau *LIFO*.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Polman Bandung yang telah memberikan bantuan berupa fasilitas dan dana penelitian juga kepada rekan dosen yang telah memberikan sumbangsih pemikiran dan tenaganya sehingga penelitian ini dapat selesai tepat waktu

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. F. E. Meyers, *Plant Layout and Material Handling*, New Jersey: Regents/ Prentice Hall, 1993
- [2]. L. Son and H. Firmansyah, "Pengembangan sistem mekatronika pemindah dan penyusun barang tanpa sensor berbasis mikrokontroler AT89S51," *Jurnal Teknik*, vol. 20, no. 2, pp. 66-70, 2013.
- [3]. R. Hamid, "Rancang bangun robot pengangkat box berbasis mikrokontroler ATmega16," *Jurnal PROtek*, vol. 4, no. 2, pp. 3-101, 2017.
- [4]. M. Riski, A. Yanuar and B. Santosa, "Optimalisasi ruang penyimpanan gudang barang jadi pt. xyz dengan penerapan racking system untuk meningkatkan kapasitas gudang menggunakan algoritma dynamic programming," *Jurnal Rekayasa dan Industri*, vol. 3, no. 4, pp. 181-187, 201
- [5]. F. Supegina & D. Sukindar, "Perancangan robot pencapit untuk penyortir barang berdasarkan warna led rgb dengan display led berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 5, no. 1, pp. 9-17, 2014.
- [6]. S. R. P. Wisnumurti, "Sistem penyimpanan barang otomatis ke dalam rak menggunakan plc omron cpm2a," Skripsi Sarjana, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2016
- [7]. B. Herdiana and Z. Muttaqin, "Perancangan prototype robot forklift penyusun barang otomatis 3 lantai berbasis mikrokontroler," *Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali, dan Elektronika Terapan*, vol. 5, no. 2, pp. 131-144, 2017.
- [8]. G.G.Maulana. and I. A., "Development of automated storage and retrieval system (asrs) for flexible manufacturing system," *Journal of Engineering Technology*, vol. 4, pp. 43-50, 2016.
- [9]. M. Syahban, *Perancangan Instalasi Pabrik*, Bandung: Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, 1995.
- [10]. Setijadi, "*supplychainindonesia.com*," 2015. [Online]. Available: [http://supplychainindonesia.com/new/wp-content/files/6\\_Sistem\\_Penyimpanan\\_MHE\\_Pergudangan.pdf](http://supplychainindonesia.com/new/wp-content/files/6_Sistem_Penyimpanan_MHE_Pergudangan.pdf).
- [11]. I. Bustami, "Perancangan bricket batu bara dengan metode perancangan vdi 2222 dan analisa DFMA", *Proceeding SNTM XII*, 2008, pp. 584, 2013.
- [12]. A, I, Komara., & Saepudin. "Aplikasi metoda vdi 2222 pada proses perancangan welding fixture untuk sambungan cerobong dengan teknologi cad", *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder*, vol. 1, no. 2, pp. 1-8, 2014.