PERANCANGAN ROBOTINO SEBAGAI AUTOMATED GUIDED VEHICLE PADA SIMULASI PROSES PENYIMPANAN DENGAN ALGORITMA DIJKSTRA DI PT. ABBOTT INDONESIA

DESIGN ROBOTINO AS AUTOMATED GUIDED VEHICLE ON STORAGE PROCESS SIMULATION WITH DIJKSTRA ALGORITHM AT PT. ABBOTT INDONESIA

Gilang Akbar Riyadi[1], Dida Diah Damayanti[2], Denny Sukma Eka Atmaja[3]

[1,2,3]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

[1]gilang_94@ymail.com, [2]didadiah@gmail.com, [3]dennysukma@gmail.com

Abstrak

PT. Abbott Indonesia memiliki 5 ruang gudang dan 45 mesin yang memiliki alamat yang berbeda sehingga proses transportasi anataran produk dari setiap mesin menuju gudang memiliki aktifitas yang tinggi. Dengan aktifitas di dalam proses produksi PT. Abbott Indonesia yang sangat tinggi tentu diperlukan material handling yang cepat dan tepat untuk menangani perpindahan suatu barang. Penentuan rute terpendek sangat diperhitungkan untuk menghindari kerugian. Kesulitan menentukan rute terpendek timbul karena terdapat lebih dari satu jalur yang ada pada tiap daerah. Untuk itu diperlukan pencarian rute terpendek.

Algoritma dijkstra digunakan untuk mencari jalur terpendek dalam sebuah perjalanan dengan mengadopsi sistem pencarian greedy, yaitu pencarian melalui hasil dari jumlah bobot terkecil dari satu titik ke titik lainnya. Pada AGV algoritma tersebut dijalankan bersama dengan program lain pada line follower untuk informasi rute terpendek sehingga AGV dapat berjalan sesuai dengan rute terpendek.

Setelah melakukan perhitungan rute terpendek dengan algoritma dijkstra, rute terpendek dari posisi awal ke rak adalah rak A1 dan B1 dengan jarak 215 cm. Rak selanjutnya adalah rak A2 dan B2 dengan jarak 230 cm. Skenaro terakhir adalah rak A3 dan B3 dengan jarak 265 cm. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh proses simulasi pemindahan barang adalah selama 450,8 detik.

Kata kunci: Robotino, *Automated Guided Vehicle*, Algoritma Dijkstra

Abstract

PT. Abbott Indonesia has 5 warehouse space and 45 engines that have a different address so that the transport process on each machine to the warehouse has a high activity. By activity in the production process of PT. Abbott Indonesia is very high of course necessary material handling fast and precise to handle the movement of goods. Determining the shortest route is calculated to avoid losses. Difficulties in determining the shortest route arises because there is more than one path that exist in each region. It required the shortest route search.

Dijkstra algorithm is used to find the shortest path on a journey to adopt a greedy search system, which searches through the results of the smallest amount of weight from one point to another. At AGV algorithms are run in

conjunction with other programs at the line follower for the shortest route information so that the AGV can be run in accordance with the shortest route.

After calculating the shortest route with dijkstra algorithm, the shortest route from the starting position to the rack is a rack A1 and B1 with a distance of 215 cm. The next shelf is a rack A2 and B2 with a distance of 230 cm. Last Skenaro is rack A3 and B3 with a distance of 265 cm. The time required to complete the entire simulation process of moving goods is for 450.8 seconds.

Keywords: Robotino, Automated Guided Vehicle, Dijkstra Algorithm

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Salah satu kegiatan dalam proses produksi di PT. Abbott Indonesia adalah kegiatan pemindahan barang menggunakan *material handling*. *Material handling* merupakan *non-value added activity*, namun penting untuk dilakukan, sebab material harus dipindahkan menuju proses selanjutnya [4]. Dengan menggunakan *material handling* di dalam proses produksi khususnya pengantaran produk dari kedatangan menuju gudang, diharapkan akan mampu mengurangi biaya, waktu, dan energi.

PT. Abbott Indonesia memiliki 5 ruang gudang dan 45 mesin yang memiliki alamat yang berbeda sehingga proses transportasi anataran produk dari setiap mesin menuju gudang memiliki aktifitas yang tinggi. Dengan aktifitas di dalam proses produksi PT. Abbott Indonesia yang sangat tinggi tentu diperlukan *material handling* yang cepat dan tepat untuk menangani perpindahan suatu barang. Saat ini *material handling* yang digunakan di PT. Abbott Indonesia adalah menggunakan *forklift* dan *hand pallet*.

Dalam dunia industri, terutama pada sebuah sistem distribusi dibutuhkan teknologi berupa sistem kendali otomatis yang dapat mengerjakan pekerjaan distribusi secara efisien. *Automated Guided Vehi*cle (AGV) adalah sebuah *material handling* yang berfungsi mendistribusikan produk dai suatu tempat menuju tempat tujuan secara otomatis. Terdapat berbagai macam *material handling equipment* yang sesuai dengan sistem terotomasi seperti konveyor, *hand robot*, dan AGV [6]. Kelemahan konveyor adalah konveyor hanya memindahkan barang pada satu lini produksi sehingga tidak fleksibel dengan sistem kerja yang kompleks. Sedangkan *hand robot* memiliki kelemahan pada jangkauan kerja sehingga penanganan multi-produk dan tempat yang luas, *hand robot* yang digunakan akan sangat banyak [7]. Dikarenakan lokasi kerja di PT. Abbott Indonesia membutuhkan fleksibilitas, maka AGV yang berbasis kendaraan bergerak lebih sesuai untuk permasalahan tersebut.

Penentuan rute terpendek dan waktu tempuh sangat diperhitungkan untuk menghindari kerugian, seperti contohnya pemindahan material dari gudang menuju mesin produksi. Kesulitan menentukan rute terpendek timbul karena terdapat lebih dari satu jalur yang ada pada tiap daerah. Untuk itu diperlukan pencarian rute terpendek.

Berdasarkan dari beberapa permasalahan yang ada, salah satu cara untuk memberi solusi adalah dengan melakukan analisis dan perancangan AGV di PT. Abbott Indonesia. AGV yang akan dirancang menggunakan Festo Robotino sebagai simulasi proses penyimpanan barang di gudang dengan algoritma dijkstra untuk penentuan rute terpendek.

1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, dihasilkan tujuan yang akan dicapai sebagai berikut:

1. Merancang simulasi proses penyimpanan menggunakan Robotino untuk proses penyimpanan di PT. Abbott Indonesia.
2. Mengetahui solusi rute terpendek menggunakan algoritma dijkstra Robotino sebagai simulasi AGV.

1.3. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diangkat adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang simulasi proses penyimpanan menggunakan Robotino® untuk proses penyimpanan di PT. Abbott Indonesia?
2. Bagaimana Robotino® bergerak dengan rute terpendek menggunakan algoritma dijkstra yang dihasilkan dari rancangan?

2. Landasan Teori

2.1. *Material Handling Equipment*

Material Handling Equipment (MHE) adalah peralatan yang berhubungan dengan perpindahan, penyimpanan, proteksi, distribusi, konsumsi dan pembuangan suatu material. Terdapat 4 jenis *material handling equipment* secara umum [1]:

1. *Conveyors*
2. *Cranes* dan *Hoists*
3. *Industrial Truck*

4. Peralatan Tambahan

2.2. *Automated Guided Vehicle* (AGV)

AGV merupakan suatu *material handling* yang dikendalikan secara otomatis menggunakan sistem navigasi dengan pengendalian pola gerakan menuju tempat yang dituju [8]. Berbagai jenis AGV digunakan hampir di setiap industri manufaktur barang untuk memindahkan berbagai macam produk. Fungsi yang dijalankan oleh AGV serupa dengan *lift-truck* yang dikemudikan oleh manusia. Berikut ini beberapa fungsi yang bisa dilakukan oleh AGV dalam industri:

1. Memindahkan bahan baku dari bagian penerimaan ke gudang
2. Memindahkan bahan baku dari gudang ke bagian produksi
3. Memindahkan produk selama proses produksi
4. Memindahkan produk dari bagian wrapper ke bagian penyimpanan atau pengiriman
5. Memindahkan produk dari gudang barang jadi ke bagian pengiriman

2.3. Algoritma Dijkstra

Algoritma dijkstra merupakan algoritma pencarian jalur terpendek dari verteks *a* ke verteks *z* dalam graf berbobot, bobot tersebut merupakan bilangan positif dan tidak boleh bernilai negative, bobot merupakan panjang jalan yang akan dilalui [5]. Algortima Dijkstra mencari lintasan terpendek dalam sejumlah langkah. Untuk setiap simpul sumber (*source*) dalam graf, algoritma ini akan mencari jalur dengan *cost* minimum antara simpul tersebut dengan simpul lainnya. Algortima ini juga dapat digunakan untuk mencari total biaya (*cost*) dari lintasan terpendek yang dibentuk dari sebuah simpul ke sebuah simpul tujuan [2]. Sebagai contoh, bila simpul pada graf merepresentasikan kota dan bobot sisi merepresentasikan jarak antara 2 kota yang mengapitnya, maka algoritma dijkstra dapat digunakan untuk mencari rute terpendek antara sebuah kota dengan kota lainnya.

2.4. Robotino

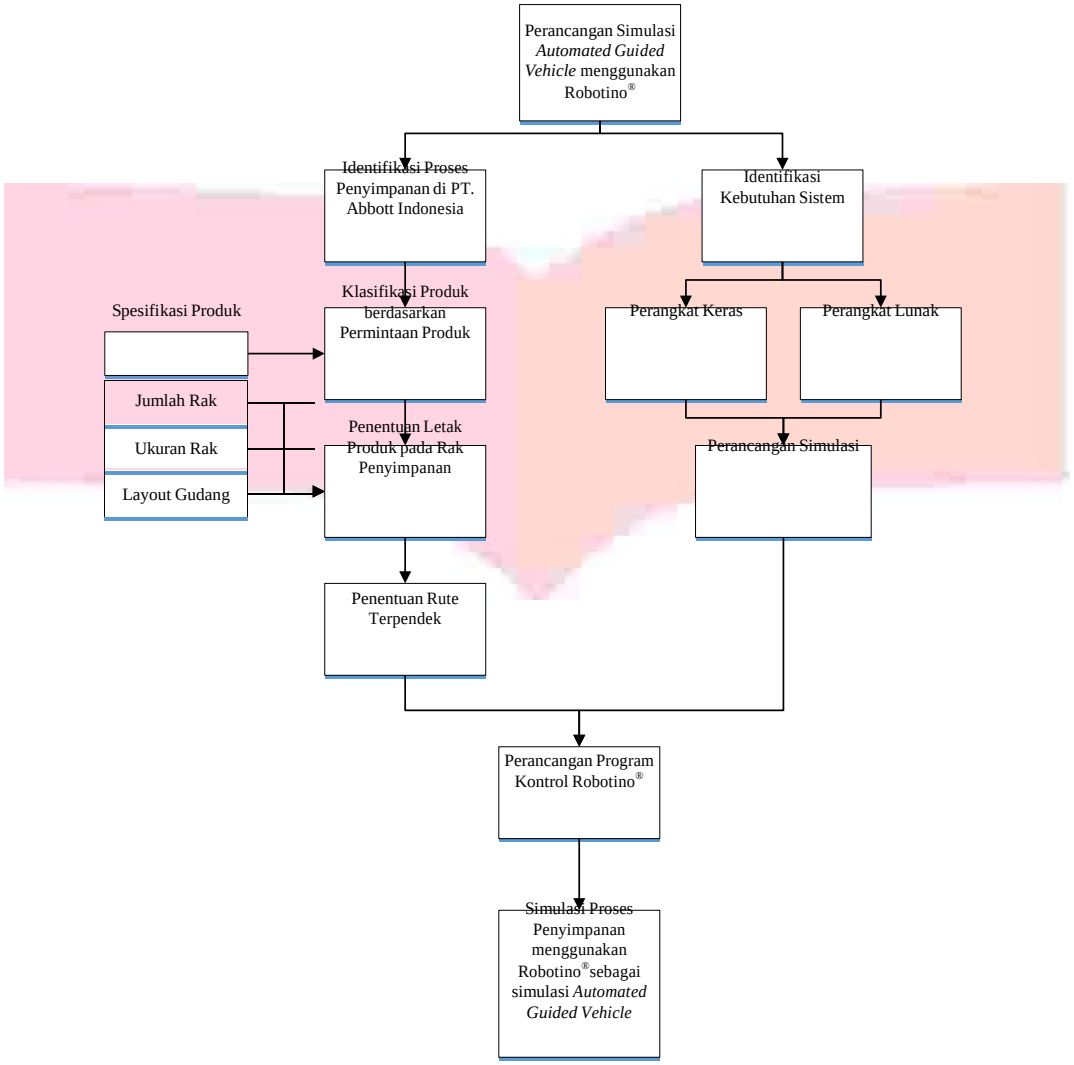
Robotino adalah sebuah mobile robot yang secara komersial disediakan oleh Festo Didactic. Robot ini digunakan untuk edukasi dan riset, termasuk diantaranya kompetisi seperti RoboCup [3]. Robot ini memiliki fitur *omni-directional base, bumps sensors* atau sensor *anti-collision*, sensor *infrared distance* dan sebuah kamera VGA berwarna. Robotino didesain secara modular dan dapat digunakan dengan mudah dengan aksesoris yang bervariasi, mencakup beberapa sensor seperti *laser scanners, gyroscopes*, dan *Northstar indoor positioning system*. Pada Gambar 1 akan dijelaskan bentuk dan bagian dari Robotino.

Gambar 1 Spesifikasi Robotino (Festo, 2010)

3. Pembahasan

3.1. Model Konseptual

Sebelum melakukan penelitian, perlu adanya suatu pengembangan model konseptual yang menjelaskan proses penelitian yang dilakukan dari tahap awal hingga perancangan suatu *output* dari penelitian. Model konseptual dibuat agar terdapat gambaran yang jelas mengenai suatu penelitian. Model konseptual ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Model Konseptual

3.2. Identifikasi Kebutuhan Perangkat Keras

Agar sistem perpindahan barang dapat diimplementasikan dengan sempurna, sistem tersebut akan dirancang dengan memperhatikan beberapa parameter sebagai berikut:

1. Rak penyimpanan yang dirancang adalah rak dengan jumlah satu tingkat.
2. Sistem urutan penyimpanannya adalah *raw material* akan ditempatkan pada rak kosong yang paling dekat dengan rak kedatangan barang atau paling dekat dengan posisi awal robot.
3. Jalur lintasan terbuat dari solasi alumunium yang dapat dibaca oleh sensor induktif pada Robotino.

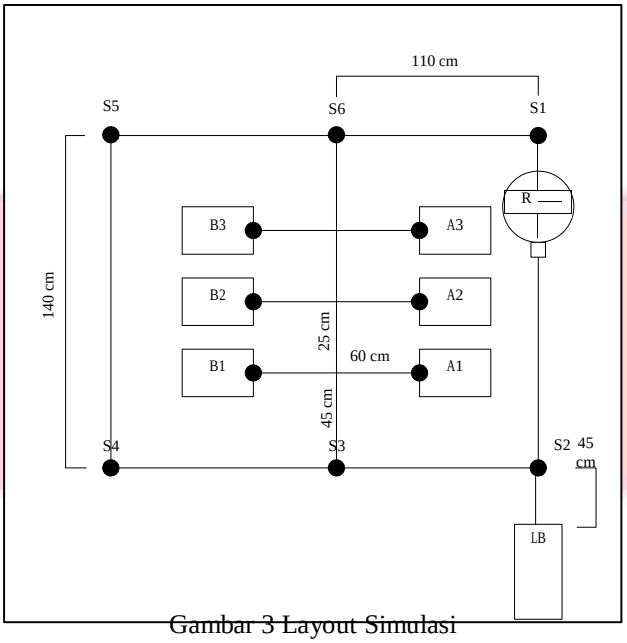
3.3. Identifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak

Sistem baru yang akan dirancang ini membutuhkan perangkat lunak (*software*) untuk mengendalikan Robotino dalam melakukan proses penyimpanan *raw material* ke dalam rak. *Software* yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Sistem operasi Windows 10, *software* ini diperlukan untuk menjalankan operasi yang ada di komputer secara keseluruhan.
2. RobotinoView, *software* ini digunakan sebagai penghubung komunikasi antara komputer dengan Robotino.

3.4. Skenario Proses

Dalam tahap perancangan skenario proses ini akan dijelaskan mengenai alur dari proses simulasi pemindahan barang. Gambar 3 adalah layout yang akan digunakan pada penelitian ini:



Gambar 3 Layout Simulasi

Proses penyimpanan adalah proses terakhir yang dilakukan setelah proses pengecekan *raw material* dan proses penimbangan *raw material* ke rak penyimpanan. Proses penyimpanan dimulai pada saat semua item telah dicek dan ditimbang. Tugas utama dari proses penyimpanan ini adalah untuk membawa raw material ke tempat rak penyimpanan.

Urutan proses penyimpanan disusun menjadi 6 proses yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Robotino membawa barang dari LB ke A1. Pada saat di LB Robotino mengambil barang dan pada saat di A1 Robotino meletakkan barang.
2. Robotino membawa barang dari LB ke B1. Pada saat di LB Robotino mengambil barang dan pada saat di B1 Robotino meletakkan barang.
3. Robotino membawa barang dari LB ke A2. Pada saat di LB Robotino mengambil barang dan pada saat di A2 Robotino meletakkan barang.
4. Robotino membawa barang dari LB ke B2. Pada saat di LB Robotino mengambil barang dan pada saat di B2 Robotino meletakkan barang.
5. Robotino membawa barang dari LB ke A3. Pada saat di LB Robotino mengambil barang dan pada saat di A3 Robotino meletakkan barang.
6. Robotino membawa barang dari LB ke B3. Pada saat di LB Robotino mengambil barang dan pada saat di B3 Robotino meletakkan barang.

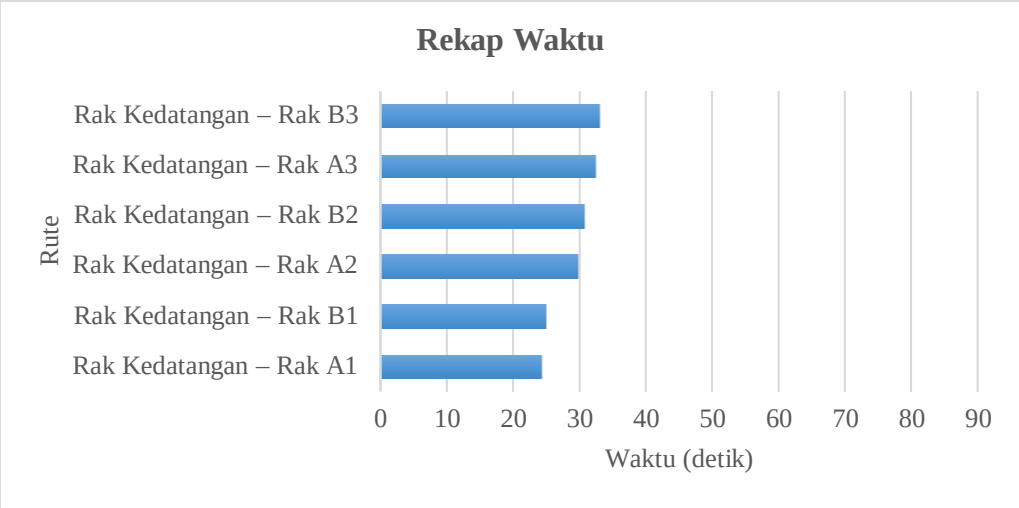
4. Hasil dan Kesimpulan

Berdasarkan hasil laporan, dapat disimpulkan bahwa keseluruhan *step* pada *main program* berhasil dijalankan. Pengujian dikatakan berhasil yang ditandai dengan tercapainya hasil yang diharapkan ketika melakukan pengujian *per step*. Kemudian berikut merupakan rekapan keseluruhan dari waktu untuk setiap proses yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rekap Waktu Proses Simulasi

Proses Utama	Waktu (detik)
Rak Kedatangan – Rak A1	62.3
Rak Kedatangan – Rak B1	64.2
Rak Kedatangan – Rak A2	77.5
Rak Kedatangan – Rak B2	79.1
Rak Kedatangan – Rak A3	83.1
Rak Kedatangan – Rak B3	84.6

Berdasarkan perhitungan di atas disimpulkan bahwa waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh proses simulasi pemindahan barang adalah selama 450.8 detik. Kemudian berikut merupakan grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4 mengenai waktu yang telah direkap untuk setiap proses.



Gambar 4 Grafik Rekap Waktu

Berdasarkan Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa proses yang paling cepat adalah rak kedatangan menuju rak A1 karena rak A1 merupakan rute terpendek dibandingkan dengan rak yang lain. Proses yang paling lama adalah rak kedatangan menuju rak B3 karena rak B3 merupakan rute terjauh dibandingkan dengan rak yang lain. Jadi, pemilihan rute sangat berpengaruh pada waktu proses pemindahan barang.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, didapat kesimpulan yang menjawab tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Terdapat lima proses utama yang dibedakan berdasarkan lokasi rak tempat penyimpanan barang. Kemudian terdapat tiga kebutuhan dasar dalam merancang Robotino sebagai simulasi AGV yaitu kebutuhan sistem rancangan, kebutuhan software dan kebutuhan hardware. Untuk kebutuhan software adalah sistem operasi Windows 10 dan RobotinoView sebagai jembatan komunikasi antara laptop dengan Robotino. Lalu untuk kebutuhan hardware terdiri dari lima komponen yaitu laptop, Robotino, webcam, sensor induktif, dan baterai. Sedangkan untuk pendukung skenarionya dibutuhkan empat komponen yaitu struktur akrilik, sensor trigger, solasi alumunium, dan barang yang akan dipindahkan. Pengujian dilakukan per step pada RobotinoView dengan memperhatikan hasil yang diharapkan dan parameter kuatitatif untuk setiap jenis kegiatan pada proses utama. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil bahwa keseluruhan proses berhasil dengan total waktu selama 450.8 detik.
2. Berdasarkan pengujian terhadap setiap pengujian, maka dapat disimpulkan bahwa proses yang paling cepat adalah rak kedatangan menuju rak A1 karena rak A1 merupakan rute terpendek dibandingkan dengan rak yang lain. Proses yang paling lama adalah rak kedatangan menuju rak B3 karena rak B3 merupakan rute terjauh dibandingkan dengan rak yang lain. Jadi, pemilihan rute sangat berpengaruh pada waktu proses pemindahan barang. Rute pada skenario yang digunakan adalah LB-A1; LB-B1; LB-A2; LB-B2; LB-A3; dan LB-B3. Rute ini dipilih karena rute ini merupakan rute terpendek pada simulasi penelitian ini. Pemilihan rute juga sangat berpengaruh pada waktu proses, semakin dekat rute yang dipilih, maka waktu yang dibutuhkan akan semakin cepat.

Daftar Pustaka

[1] Apple, J. M. (1990). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan.* Bandung: ITB.

[2] Febrikab, S. (2015). Perancangan dan Realisasi Sistem Automatic Guided Vehicle (AGV) menggunakan Algoritma Dijkstra dan Fuzzy Logic.

[3] Festo. (2010). *Robotino Manual.* Festo Didactic GmbH & Co.

[4] Gunadarma. (2009). Analisa Teknik dan Biaya Proses Produksi pada Material Handling.

[5] Kurnia, A. (2012). Penerapan Metode Dijkstra dalam Pencarian Jalur Terpendek pada Perusahaan Distribusi Film.

[6] Pamuji, G. (2015). Penentuan Rute Antaran Automated Guided Vehicle (AGV) Pada Fasilitas Produksi Industri Komponen Menggunakan Algoritma Ant System.

[7] Satrikar. (2011). A Material Transfer System Using Automated Guided Vehicle. Technology Development Article.

[8] Waldy, I. (2014). Rancang Bagun Sistem Automatic Guided Vehicle (AGV) menggunakan RFID untuk Informasi Posisi.