

KONTROL PENGAIT ANTARA TROLI DAN AGV DENGAN PENGOLAHAN CITRA HOOK CONTROL BETWEEN TROLLEY AND AGV WITH IMAGE PROCESSING

Nurfitri Adikasari

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

nurfitriadikasari@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Berbagai alat diciptakan untuk mempermudah sistem produksi dalam dunia industri, sehingga penggunaan waktu dan tenaga yang dikeluarkan lebih efisien. Dengan adanya *Hook Trolley Control* maka AGV (*Automated Guided Vehicles*) dapat terhubung dengan troli, dan pergerakan troli akan dikendalikan oleh AGV. Dalam penelitian ini membahas perancangan sistem kendali di dalam AGV yang melibatkan *hook*, troli, *image processing* dan *mikrokontroler*.

Pada AGV *hook* akan terhubung ke mikrokontroler dan AGV. *Hook* terdiri dari dongkrak elektrik dan plat besi, dongkrak elektrik berfungsi sebagai penopang dan penggerak plat besi yang berfungsi sebagai penampang beban, plat besi dapat naik, melekatkan *hook* ke troli. AGV ini juga terhubung dengan pc yang berfungsi untuk mengolah data *image processing* dari webcam. Webcam ini akan menangkap keberadaan troli, citra troli ini yang kemudian diolah oleh *image processing*. Kemudian data dikirimkan ke *mikrokontroler*. Setelah data tersebut selesai diolah maka *mikrokontroler* mengirimkan informasi kepada motor untuk mengendalikan pergerakan AGV dan mengendalikan pergerakan dongkrak elektrik.

Dari penelitian tersebut didapatkan perhitungan jarak kamera dengan objek yang dituju, sehingga AGV dapat berhenti pada jarak terdekat dengan objek yaitu 80 cm dengan konversi dalam pixel yaitu 2.5 pixel. Untuk mengetahui posisi objek berada pada garis lurus kamera, maka pada kamera digambar sebuah garis tengah kamera, dari garis tengah tersebut dapat diketahui bahwa objek berada pada sebelah kiri atau kanan kamera. Setelah AGV berhenti, maka *hook* terangkat dan menghubungkan AGV dan troli secara presisi sesuai titik tengah objek sehingga beban yang terangkat seimbang dan tidak terlepas ketika kedua alat tersebut berjalan.

Kata kunci : AGV, *mikrokontroler*, troli, *hook*, sistem kendali.

Abstract

Various tools are created to facilitate the production system in the industrial world, so that the use of time and energy are spent more efficiently. With the existence of the *Hook Trolley Control*, AGV (*Automated Guided Vehicles*) can connect with the trolley, and the movement of the trolley will be controlled by AGV. This study discusses the design of control systems in the AGV that involves *hook*, trolley, *image processing* and *microcontroller*.

On AGV, *hook* will be connected to *microcontroller* and AGV. *Hook* consists of electric jack and iron plate, electric jack serves as a support and an actuator of iron plate that serves as a cross section load, iron plate can rise / fall, connect / release *hook* to / from trolley. AGV is also connected to a pc that works for processing data of *image processing* from webcam. This webcam will capture the existence of a trolley, this trolley image which is then processed by *image processing*. Then the data is sent to the *microcontroller*. After the data is processed then the *microcontroller* sends information to the motor driver to control the movement of AGV and control the electric jack movement.

From the research we obtained distance calculation between camera with the target object, so that AGV can stop at the closest distance to the object is 80 cm with a conversion in pixel is 2.5 pixels. To know the position of the object is in the straight line of the camera, then we make a center line of the camera, from the midline it can be seen that the object is on the left or right of the camera. After the AGV stops, the *hook* is lifted and connect the AGV and the trolley precisely according to the midpoint of the object so that the load is lifted and not loosened when both devices are running.

Keywords: AGV, *microcontroller*, trolley, *hook*, control system.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Dunia teknologi kini telah merambah ke dalam dunia industri yang berkembang pesat, sehingga menciptakan berbagai macam inovasi. Salah satu teknologi yang dibutuhkan dalam dunia industri yaitu suatu teknologi yang dapat menghemat waktu dan tenaga. Hal tersebut yang menyebabkan mobilitas produk dari satu tempat ke tempat lain menjadi perhatian berbagai pihak di dunia industri. Beberapa produk yang dihasilkan dalam jumlah besar dan atau ukuran besar tidak dapat berpindah dalam waktu yang singkat dan tenaga yang sedikit. Jika hal tersebut tidak ditangani dengan baik, maka tidak menutup kemungkinan akan terjadi penumpukan produk dan kecelakaan kerja.

Oleh karena itu, beberapa alat seperti *Manual Hand Trucks* (alat pemindah barang secara manual), *Electric Gand Trucks* (alat pemindah barang yang dilengkapi *lifting*), dan *Automated Guide Vehicles* (kendaraan yang dikendalikan oleh komputer) dibuat untuk memenuhi kebutuhan mobilitas industri. *Hook Trolley Control* untuk AGV (*Automated Guide Vehicles*) merupakan salah satu modifikasi dari AGV, alat ini berfungsi mendukung kerja AGV dalam mobilitas produk. Alat ini bekerja dengan melekatkan AGV dan troli secara otomatis dan kemudian membawa troli bergerak sesuai jalur yang telah disediakan.

Pada sistem ini hook dibuat diatas AGV (*Automated Guide Vehicles*). *Hook* bergerak mendorong secara horizontal. *Hook* menghubungkan AGV yang berada di bawah troli, sehingga pengait ditempelkan dari bawah troli secara otomatis. Pada proses pemasangan hook dengan troli akan digunakan proses pengolahan citra dari troli untuk troli agar AGV tepat berjalan sesuai titik tengah troli yang berada pada garis lurus. Salah satu keuntungan sistem ini adalah AGV dapat menjangkau troli yang tingginya melebihi tinggi AGV. Sistem ini diharapkan dapat diimplementasikan di dunia industri.

1.2 Tujuan

Berikut tujuan dan manfaat yang ditetapkan dalam tugas akhir ini, yaitu :

- 1) Menggunakan dongkrak elektrik untuk menghasilkan *hook* yang dapat melekatkan AGV dengan troli.
- 2) Menghasilkan *image processing* yang dapat mendeteksi posisi troli terhadap AGV.
- 3) Menghasilkan alat penghubung antara AGV dan troli.
- 4) Mempermudah pemindahan produk hasil produksi dengan *hook* dan AGV yang dapat mengendalikan troli.

1.3 Rumusan Masalah

Merancang algoritma sistem kontrol antara *hook* dan troli serta mengimplementasikan sistem kontrol *image processing* agar dapat mengendalikan *hook* dengan troli secara otomatis terhadap troli.

1.4 Metoda Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1) Studi Literatur
Bertujuan untuk mempelajari sistem kontrol yang mendukung dunia industri. Mempelajari kendali *hook*, *image processing*, *Fuzzy Logic* dan *Automated Guide Vehicle*.
- 2) Perancangan
Merancang bentuk *hook* dan letak pengait, memilih bahan apa saja yang dipakai, dan analisa pengaruh AGV terhadap *hook*.
- 3) Implementasi
Merealisasikan apa yang telah dirancang menjadi suatu alat yang utuh.

2. Dasar Teori

2.1 Pengolahan Citra (*Image processing*)

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra menjadi citra yang lain dengan kualitas yang lebih baik. Perangkat yang digunakan untuk mengolah data citra secara real-time pada penelitian ini adalah visual studio dengan opencv sebagai library dan bahasa C++/C untuk pemrogramannya. Proses yang dilakukan, yaitu masukan berupa citra (*image*) dan hasilnya juga berupa citra (*image*). Citra yang dimaksud adalah gambar 3-dimensi (3D) dari suatu fungsi yang berupa intensitas warna yang memiliki fungsi *spatial* x dan y. Warna tersebut dapat dinyatakan sebagai angka dalam bentuk skala RGB. Karena citra adalah angka, maka citra dapat diproses secara digital dengan mikrokontroller.

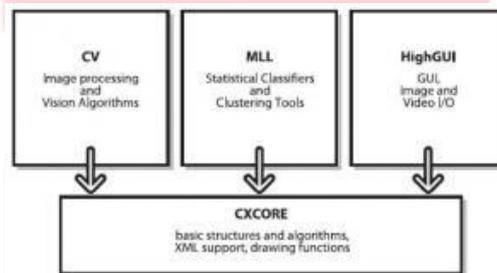
Proses awal yang banyak dilakukan dalam pengolahan citra adalah mengubah citra berwarna dengan nilai RGB menjadi citra hitam putih dengan mengubah nilai RGB menjadi nilai HSV. Pada satu citra berwarna dinyatakan dalam tiga buah matrik *grayscale* yang berupa matrik untuk *Red* (R-layer), matrik *Green* (G-layer) dan matrik untuk *Blue* (B-layer). R-layer adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna merah (misalkan untuk skala keabuan 0-255, nilai 0 menyatakan gelap (hitam) dan 255 menyatakan merah. G-layer adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna hijau, dan B-layer adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna biru. Oleh karena itu, untuk menyajikan warna tertentu dapat dengan mencampurkan ketiga warna dasar RGB.

Kemudian warna-warna campuran tersebut dirubah menjadi nilai HSV. Model warna HSV mendefinisikan warna dalam terminology Hue, Saturation dan Value. HSV memiliki tiga karakteristik pokok, yaitu Hue, Saturation, dan Value. Hue, menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning dan digunakan menentukan kemerahan (redness), kehijauan (greenness), dsb. Saturation, kadang disebut chroma, adalah kemurnian atau kekuatan warna. Value, kecerahan dari warna. Nilainya berkisar antara 0-100 %. Apabila nilainya 0 maka warnanya akan menjadi hitam, semakin besar nilai maka semakin cerah dan muncul variasi-variasi baru dari warna tersebut.

2.2 OpenCV (Open Source Computer Vision Library)

OpenCV adalah sebuah pustaka perangkat lunak yang ditujukan untuk pengolahan citra dinamis secara real-time, yang dibuat oleh Intel. Pustaka ini merupakan pustaka lintas platform. OpenCV memiliki fungsi-fungsi akuisisi yang baik untuk image/video. OpenCV sendiri terdiri dari 5 library, yaitu^[2] :

- CV : untuk algoritma Image processing dan Vision.
- ML : untuk machine learning library
- Highgui : untuk GUI, Image dan Video I/O.
- CXCORE : untuk struktur data, support XML dan fungsi-fungsi grafis.
- CvAux



Gambar 2.1 Library pada Opencv^[2]

2.3 Visual Studio

Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak lengkap (*suite*) yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, dalam bentuk aplikasi console, aplikasi Windows, ataupun aplikasi Web. Microsoft Visual Studio dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi dalam *native code* (dalam bentuk bahasa mesin yang berjalan di atas Windows) ataupun *managed code* (dalam bentuk Microsoft Intermediate Language di atas .NET Framework). Selain itu, Visual Studio juga dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi Silverlight, aplikasi Windows Mobile (yang berjalan di atas .NET Compact Framework). Microsoft Visual Studio dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi dalam *native code* (dalam bentuk bahasa mesin yang berjalan di atas Windows) ataupun *managed code* (dalam bentuk Microsoft Intermediate Language di atas .NET Framework). Selain itu, Visual Studio juga dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi Silverlight, aplikasi Windows Mobile (yang berjalan di atas .NET Compact Framework).

2.4 Automated Guided Vehicle

Automated Guided Vehicle adalah suatu kendaraan yang dapat diprogram, dikendalikan secara otomatis dengan navigasi oleh suatu sistem kontrol, sehingga dapat mengikuti jalur yang disediakan dan kecepatan sesuai trayek.^[3] Alat ini banyak digunakan dalam dunia industri sebagai pengirim produk dari satu tempat ke tempat lain dalam satu area kerja. Pada sistem *Hook Trolley Control*, alat tersebut berfungsi sebagai pengangkut dari troli.

2.5 Sistem Minimum Mikrokontroler

Sistem Minimum Mikrokontroler adalah sebuah rangkaian paling sederhana dari sebuah mikrokontroler agar IC mikrokontroler tersebut bisa beroperasi dan diprogram. Dalam aplikasinya sistem minimum sering dihubungkan dengan rangkaian lain untuk tujuan tertentu.

- Power Supply
Semua komponen elektronika membutuhkan power supply atau sering juga disebut catu daya. Mikrokontroler beroperasi pada tegangan 5 volt. Biasanya pembuatan catu daya mikrokontroler menggunakan IC regulator 7805 agar tegangannya bisa stabil.
- Osilator (Pembangkit Frekuensi)
Mikrokontroler sendiri sudah memiliki osilator internal yaitu sebesar 8Mhz tetapi kadang kala agar kinerja mikronkontroler lebih cepat osilator internal tidak bisa menangani kasus tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan osilator eksternal (kristal) yang nilainya lebih dari 8Mhz. Perlu diperhatikan mikrokontroler hanya bisa beroperasi sampai 16 Mhz.

- **ISP (In-System Programmable)**
Sistem Minimum Mikrokontroler dibuat untuk di program. Prinsipnya mikrokontroler bisa diprogram secara parallel atau secara seri. Pemrograman mikrokontroler secara seri atau lebih dikenal dengan ISP tidak perlu memerlukan banyak jalur data. Tapi ISP memiliki kelemahan, jika salah setting fuse bit yang memiliki fungsi fital misal pin reset di disable maka alamat DEH sudah tidak bisa digunakan lagi. Untuk mengembalikan settingan fuse bit tadi, harus menggunakan pemrograman tipe parallel (high voltage programming).
- **Mikrokontroler**
Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan masukan/keluaran terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem. Masukan dan keluaran serta kendali dengan program bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus.

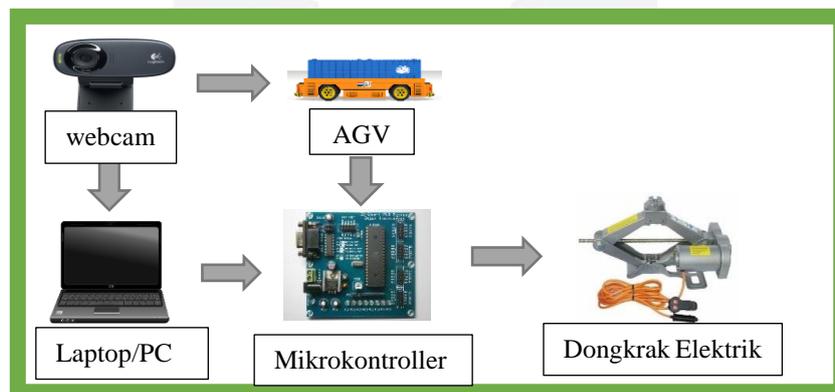
2.6 Limit Switch

Limit switch adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi gerakan benda yang bergerak. Sensor ini memiliki tuas atau kepala sensor, jika tuas terdorong atau tertekan suatu benda maka bagian dalamnya sensor yang berupa micro switch akan meneruskan gerakan yang diberikan oleh kepala limit switch di bagian luar, sehingga pada saat tertekan micro switch mengubah kontak dari *normally open* menjadi *normally close* atau sebaliknya.

3. Pembahasan

3.1 Diagram Blok Keseluruhan

Berikut merupakan diagram blok keseluruhan sistem :



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Komponen perangkat keras yang digunakan :

- 1) Webcam, digunakan untuk mengambil citra troli secara *real-time* sebagai input dari sistem.
- 2) Laptop/PC, digunakan untuk mengolah citra troli dengan visual studio dan opencv sebagai source library serta display posisi troli.
- 3) Mikrokontroler, digunakan untuk menghubungkan pc dengan dongkrak elerkratik secara serial.
- 4) Dongkrak elektrik, digunakan untuk pendorong penampang/*hook*.
- 5) AGV (Automatic Guided Vehicle), digunakan untuk mengangkut webcam.

Diagram blok di atas merupakan gambaran umum sistem *Hook Trolley Kontrol*. Diagram blok tersebut memiliki fungsi sebagai alur pengendali *hook*. Alur dari kerja sistem berawal dari masukan sistem berupa deteksi citra objek berupa troli, citra troli tersebut akan diolah dengan image pocessing. Keluaran dari pengolahan tersebut berupa koordinat dari posisi troli, berupa posisi axis x dan y. Setelah posisi troli sudah didapatkan, informasi tersebut dikirimkan ke dalam mikrokontroler. Hubungan antara PC dengan mikrokontroler adalah serial.

Mikrokontroler kemudian menggerakkan motor pada dongkrak elektrik. Pada bagian atas dongkrak terdapat suatu plat yang dijadikan penampang untuk mengangkut beban. Setelah motor pada dongkrak aktif, maka dongkrak akan mendorong plat untuk bergerak ke atas hingga mencapai troli. Setelah dongkrak mencapai troli dengan tinggi yang sudah disesuaikan, *limit switch* pada dongkrak elektrik aktif dan menghentikan pergerakan *hook*.

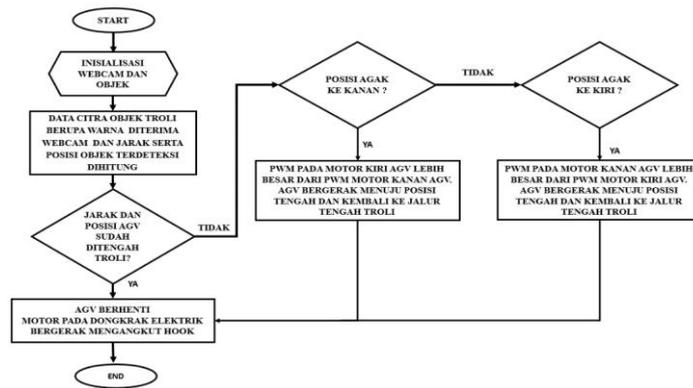


Diagram Alir 1. Alur Sistem Keseluruhan

3.2 Perancangan Perangkat Hook

Hook atau pengait dalam tugas akhir ini dibuat menggunakan dua komponen perangkat keras, yaitu dongkrak elektrik dan plat besi. Adapun fungsi dari masing-masing komponen tersebut, yaitu dongkrak elektrik digunakan sebagai penopang beban dan plat besi sebagai penampang untuk penopang beban.

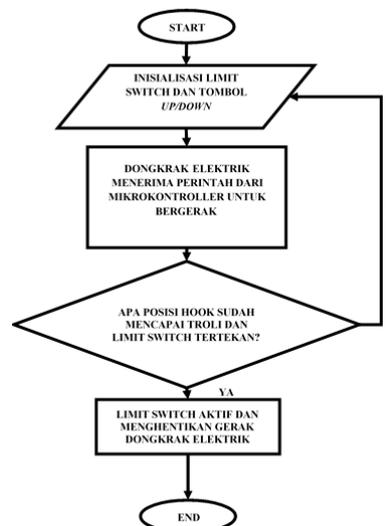


Diagram Alir 2. Alur Pergerakan Hook

Rangkaian elektronika pada tombol dongkrak elektrik, merupakan rangkaian analog berupa pergerakan naik dan turun yang bergerak secara manual. Rangkaian Tersebut kemudian di modifikasi menjadi rangkaian digital yang bergerak secara otomatis dan terhubung dengan mikrokontroller.

3.3 Perancangan Image Processing (Pengolahan Citra)

Masukan dari sistem merupakan citra empat pilar penyangga pada trolley, masukan tersebut diolah dengan pengolahan citra agar menghasilkan informasi digital yang dapat dikirimkan kedalam mikrokontroller. Pada tahap pertama yang didapatkan dari penangkapan citra adalah informasi berupa matrik untuk Red (R-layer), matrik Green (G-layer) dan matrik untuk Blue (B-layer). Tahap selanjutnya citra akan diubah ke dalam ruang warna HSV (Hue, Saturation, Value) dan tahap terakhir adalah pengenalan objek.

3.3.1 Perubahan RGB ke Dalam Ruang Warna HSV

HSV memiliki 3 karakteristik pokok, yaitu :

- Hue menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning dan digunakan menentukan kemerahan (redness), kehijauan (greeness), dsb.
- Saturation adalah kemurnian atau kekuatan warna.
- Value adalah kecerahan dari warna. Nilainya berkisar antara 0-100 %. Apabila nilainya 0 maka warnanya akan menjadi hitam, semakin besar nilai maka semakin cerah dan muncul variasi-variasi baru dari warna tersebut.

Pada tahap ini frame video stream akan diubah ke dalam bentuk HSV melalui beberapa proses perhitungan normalisasi citra RGB, masukan nilai RGB ke dalam persamaan 3.1, 3.2, dan 3.3.

$$r = \frac{R}{(R+G+B)} \tag{3.1}$$

$$g = \frac{G}{(R+G+B)} \tag{3.2}$$

$$b = \frac{B}{(R+G+B)} \tag{3.3}$$



Setelah nilai RGB ternormalisasi, nilai tersebut akan diolah melalui persamaan 3.4, 3.5, dan 3.6.

$$V = \max(r, g, b) \tag{3.4}$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{jika } V = 0 \\ 1 - \frac{\min(r,g,b)}{V}, & V > 0 \end{cases} \tag{3.5}$$

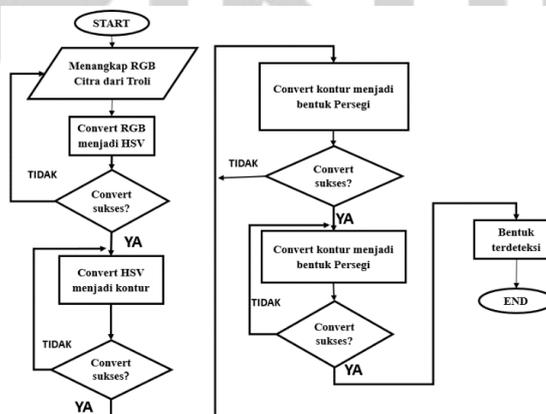
$$H = \begin{cases} 0, & \text{jika } S = 0 \\ \frac{60 \cdot (g-b)}{S \cdot V}, & \text{jika } V = r \\ 60 \cdot \left[2 + \frac{b-r}{S \cdot V} \right], & \text{jika } V = g \\ 60 \cdot \left[4 + \frac{r-g}{S \cdot V} \right], & \text{jika } V = b \end{cases}$$

$$H = H + 360 \text{ jika } H < 0 \tag{3.6}$$

Seteleah nilai ruang warna HSV citra didapatkan, nilai tersebut akan di treshold untuk membatasi nilai pada HSV.

3.3.2 Pengenalan Objek Dalam Bentuk Kontur

Setelah perubahan ruang warna citra HSV akan menghasilkan filter objek sesuai hasil warna yang diinginkan. Bentuk kontur akan didapatkan dengan memfilter nilai threshold ke dalam bentuk kontur. Kontur adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada piksel-piksel yang bertetangga. Karena adanya perubahan intensitas inilah mata mampu mendeteksi tepi-tepi objek di dalam citra. Selanjutnya tepi – tepi yang terhubung satukan dalam sebuah *rectangle shape* dengan cara boundRect.



Gambar 3.4 Diagram alir Algoritma *Image Processing*

3.3.3 Perhitungan Posisi Objek

Posisi objek yang dimaksud pada tahap ini adalah mengetahui koordinat titik tengah objek dalam bentuk (x, y) dan posisi objek terhadap kamera. Untuk mengetahui titik tengah objek persamaan 3.7 dan 3.8.

$$x = \frac{\text{lebar objek}}{2} \quad (3.7)$$

$$y = \frac{\text{panjang objek}}{2} \quad (3.8)$$

Untuk posisi objek terhadap kamera, lakukan persamaan 3.9

$$\text{distance} = \frac{\text{focal length value} * \text{lebar objek sebenarnya}}{\text{lebar Objek dalam pixel}} \quad (3.9)$$

4. Kesimpulan dan Saran

- *Hook* dalam pengujian integrasi dengan AGV belum dapat berjalan karena pengiriman data serial belum terealisasi dengan baik.
- Pengenalan objek dapat dilakukan dengan deteksi warna pada objek. Warna Objek terdiri dari nilai RGB (*Red, Green, Blue*). Nilai RGB tersebut kemudian di filter menjadi range warna *HSV*.
- Faktor yang berpengaruh pada pengujian ini adalah kondisi ruangan dengan intensitas cahaya yang tidak merata. Intensitas cahaya yang diterima setiap objek harus merata, sehingga range warna menjadi semakin kecil dan gangguan deteksi pun berkurang. Jarak pada objek juga berpengaruh karena pada jarak jauh maupun pada jarak dekat range warna yang dihasilkan berbeda.
- Data yang dihasilkan oleh satu kamera adalah sebuah bidang datar 2D. Penggunaan satu kamera untuk mendeteksi jarak dengan objek bergerak tidak akurat, karena dibutuhkan informasi perbandingan jarak dan data benda bergerak. Data dapat menjadi akurat jika kita memasukan jarak sesungguhnya dan ukuran objek sesungguhnya tanpa pergerakan.
- Pada komunikasi serial, dibutuhkan masukan yang stabil. Masukan yang berubah secara terus menerus dengan cepat menyebabkan data yang diterima oleh *mikrokontroler* menjadi error.
- Untuk mendapatkan hasil yang stabil, sebaiknya penggunaan image processing dilakukan pada ruang tertutup atau pada tempat yang memiliki intensitas cahaya yang cukup.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hendy Mulyawan, M Zen Hadi Samsono, dan Setiawardhana.____. "IDENTIFIKASI DAN TRACKING OBJEK BERBASIS IMAGE PROCESSING SECARA REAL TIME".
- [2] Bradsky, Gary., dan Kaehler, Adrian. 2008. "Learning OpenCV".
- [3] Kumar, K. Kishore., M.siva Krishna., D.Ravitej., dan D.Bhavana. 2012. "DESIGN OF AUTOMATIC GUIDED VEHICLES". Issue 1, Volume 3, January- April (2012).
- [4] Winarno, Edy. 2011."Aplikasi Deteksi Tepi pada Realtime Video menggunakan Algoritma Canny Detection". Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK. Volume16, No.1, Januari 2011 : 44-49.
- [5] Mulyawan, Hendy., M Zen Hadi Samsono, dan Setiawardhana. 2011. "Identifikasi dan tracking objek berbasis *image processing* secara *real time*".
- [6] Parker, J.R. 2011. "Algorithms for Image Processing and Computer Vision". Second Edition.
- [7] <http://www.intel.com/content/www/us/en/nuc/nuc-kit-nuc5cpyh.html>
- [8] Shalahuddin, M., dan A. S, Rossa. 2009."Belajar Pemrograman dengan Bahasa C++ dan Java". Bandung: Informatika Bandung.