

Pengembangan Metode Pengambilan Objek Berbahaya Secara Otomatis Pada *Mobile Robot*

Mohammad Nasrul Mubin, Ronny Mardiyanto, ST.,MT., Ph.D, dan Dr. Ir. Djoko Purwanto, M.Eng
Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: nasrul.mubin12@mhs.ee.its.ac.id, ronny@elect-eng.its.ac.id, djoko@elect-eng.its.ac.id

Abstrak— Penjinakan bom yang dilakukan manusia secara kontak langsung memiliki risiko yang sangat besar. Risiko tersebut seperti meledaknya objek tersebut hingga melukai bahkan membunuh sang penjinak bom. Karena hal inilah robot pengambil objek perlu direalisasikan.

Pada penelitian ini, direalisasikan suatu *mobile robot* autonomous pengambil objek berbahaya sebagai pengembangan penelitian sebelumnya. Fitur robot pada penelitian kali ini telah dikembangkan hingga mampu mengambil objek dalam pose apapun. Dengan memanfaatkan tangkapan gambar dari kamera dan terbatas dengan objek berwarna merah, robot mampu mengestimasi orientasi objek. Estimasi dimulai dengan mengkonversi gambar RGB ke lingkup HSV. Dari gambar HSV, diaplikasikan filter warna merah dan morfologi. Aplikasi deteksi tepi digunakan untuk mempermudah pengaplikasian *hough transform*. Nilai x dan y dari fungsi tersebut digunakan untuk menghitung nilai orientasi objek. Nilai ini kemudian diproses untuk diterapkan pada pergerakan *gripper*.

Beberapa hasil pengujian pada tugas akhir kali ini antara lain masih terdapat kesalahan pada deteksi iluminasi yaitu mencapai 7,7%, terdapat batas bawah nilai iluminansi agar sistem dapat bekerja yaitu 7,1, pergerakan *gripper* sesuai dengan kalkulasi dari orientasi yang terdeteksi, dan lama pengambilan dipengaruhi oleh jarak serta orientasi objek.

Kata kunci : *mobile robot*, filter warna, estimasi orientasi.

I. PENDAHULUAN

DEWASA ini, perkembangan teknologi semakin maju. Perkembangan teknologi dapat dirasakan di berbagai sektor, diantaranya: sektor industri dan sektor pemerintahan yang meliputi pula sektor keamanan, maupun sektor pelayanan masyarakat. Pada sektor keamanan, telah dirancang sistem yang mampu mempermudah manusia dalam menjaga keamanan. Misalnya, sistem keamanan rumah sudah mampu diwujudkan dengan adanya kamera CCTV. Selain itu, sistem keamanan pada kendaraan pun telah mampu diwujudkan dengan pemberian alarm.

Mengenai sektor keamanan, dapat disebut bahwa terorisme merupakan ancaman terbesar pada era sekarang ini. Merujuk pada kata terorisme, selalu tidak terlepas dari istilah bom atau pengeboman. Sehingga, tiap negara satu demi satu membentuk satuan khusus dalam menangani ancaman ini. Berhubungan dengan teror dan bom, satuan khusus ini pun

memiliki tugas dalam menjinakkan bom atau bahan peledak yang menjadi ancaman dalam teror. Awalnya penjinakan bom dilakukan secara manual oleh manusia. Penjinakan dilakukan secara manual oleh orang terlatih pada satuan khusus tersebut. Namun, meskipun terlatih tetaplah besar kemungkinan bahwa bom dapat meledak sewaktu-waktu. Sehingga, risiko akan terkenanya ledakan bom sangat besar bagi penjinak bom. Sekarang ini, manusia telah mampu memodelkan robot yang mampu menjinakkan bom. Robot ini dirancang untuk mengurangi risiko jatuhnya korban saat penjinakan bom.

Mayoritas robot telah dirancang dengan kendali radio. Begitu pula dengan penelitian yang telah dilakukan di Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2015 lalu. Namun, kemampuan robot tersebut masih terbatas, terutama dalam pengambilan objek. Robot belum mampu membedakan pose objek berbahaya, sehingga hanya pada pose objek tertentu saja robot dapat bekerja dengan baik. Selain itu, fitur pengambilan otomatis pun dirasa perlu ditambahkan agar kendali robot dapat dilakukan lebih mudah.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan guna mengembangkan robot *mobile* yang sudah ada dengan menambahkan satu kamera lagi. Kamera ini digunakan untuk mendeteksi pose benda berbahaya yang akan diambil. Robot diharapkan mampu dikendalikan dari jarak jauh dengan atau tanpa otomatis untuk menjelajah dan mengambil benda dalam pose apapun.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan *color and edge detection* pada sistem vision suatu *mobile robot* telah diwujudkan oleh Eftimia Kafaela. Dua segmen ini digunakan untuk lokalisasi objek. Sistem vision dengan *color and edge detection* dianggap memiliki kelebihan pada keandalan, fleksibilitas, dan kesukarannya. Pada *color and edge detection*, digunakan analisa ruang warna untuk mengetahui nilai tiap piksel dari gambar yang di dapatkan. Analisa ini dilakukan berdasarkan nilai *hue* dari HSV gambar yang terekam. Dengan menggunakan *hue*, warna yang diterima jauh lebih stabil dibandingkan dengan menggunakan gambar RGB biasa.

Menurut Simardeep Kaur dan Dr. Vijay Kumar Banga, pada penelitiannya tentang RGB dan HSV, gambar HSV

memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan gambar RGB. Akurasi yang dimaksud adalah nilai rata-rata dari *Recall* dan *Precisi*. *Recall* mengukur kemampuan sistem untuk mengambil semua model yang relevan, sementara *presisi* mengukur kemampuan sistem untuk mengambil hanya model yang relevan.

$Recall = \frac{\text{Jumlah gambar relevan yang diambil}}{\text{Jumlah gambar relevan pada database}}$

$Precision = \frac{\text{Jumlah gambar relevan yang diambil}}{\text{Jumlah seluruh gambar yang diambil}}$

Gambar RGB tidak memberikan informasi yang tepat ketika terdapat efek *luminance*. HSV memiliki informasi warna berupa *Hue* (kedalaman warna), *Saturation* (kemurnian warna), dan intensitas dari *Value* (kecerahan). *Hue* mengacu pada warna merah, biru, dan kuning dengan nilai 0-360. *Saturation* dimaksudkan pada kemurnian warna dengan nilai antara 0 sampai 100%. *Value* mengacu pada kecerahan warna dan menyediakan gagasan akromatik dari warna. Pada gambar dengan YCbCr terdapat komponen *luminance*, *blue minus luminance*, *red minus luminance*. Gambar YCbCr ini harusnya lebih mudah dimanfaatkan, namun karena beberapa alasan akurasi dari YCbCr rendah. Hal ini dinyatakan S.Chitra dan G. Balakrishnan dalam penelitiannya.

Hough transform merupakan metode yang efektif untuk mendeteksi garis yang tipis pada gambar SAR (*Synthetic Aperture Radar*). Hal ini ditunjukkan oleh Jacqui Skingley dan A. J. Rye pada penelitian mereka. Pada penelitian tersebut, ditujukan untuk bermacam *post processing problem*, termasuk pada deteksi puncak dan palung pada ruang transform/perubahan. Garis-garis tipis atau kurang jelas pun dapat dideteksi dengan hough transform.

Hough transform juga dapat digunakan untuk general *curve fitting*, dan memberikan interpretasi alternatif. Hal ini dijelaskan pada penelitian yang telah dilakukan Richard O. Duta dan Peter E. Hart. Penelitian mereka fokus pada penggunaan *hough transformation* pada deteksi garis dan kurva pada gambar.

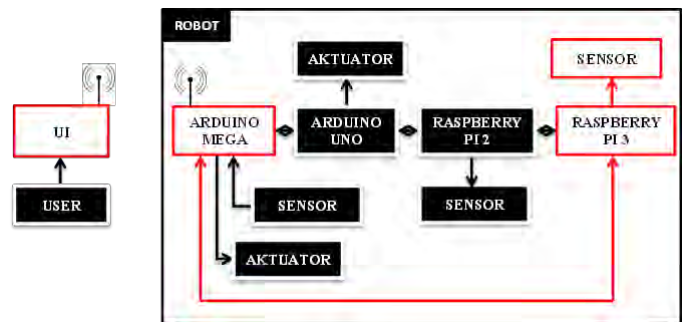
Transformasi garis Hough memerlukan 2 buah parameter yakni *r* dan *teta*, maka dibentuklah sebuah deret array akumulator yang berdimensi dua. Pencarian kemudian dilakukan terhadap sebuah area pixel dengan mencari kemungkinan hubungan atau garis yang ada. Setiap kemungkinan hubungan garis dihitung nilai *r* dan *tetanya* terhadap titik pusat. Selanjutnya, menyimpan nilai *r* dan *tetanya* dari setiap kemungkinan hubungan tersebut pada array akumulator. Nilai-nilai pada akumulator akan dipetakan ke dalam sebuah grafik yang dinamakan grafik akumulator dengan *teta* sebagai absis dan *r* sebagai ordinat.

Pada penelitian yang dilakukan F. Chenavier, dkk telah digunakan sistem satu kamera pada *mobile robot*. Kamera pada *mobile robot* digunakan untuk mengestimasi petunjuk (*landmark*) dengan aktuator berupa servo yang diintegrasikan dengan kamera, sehingga posisi kamera mampu beradaptasi

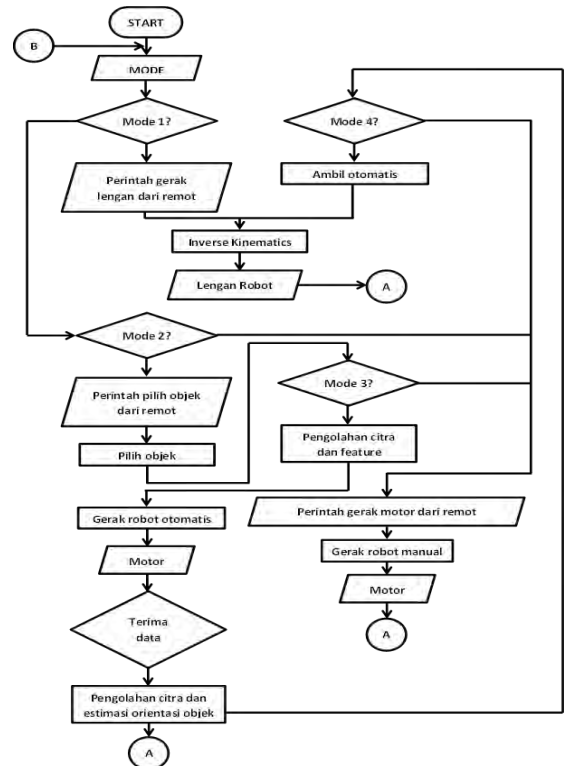
dengan *landmark* yang terdeteksi. Integrasi dengan *mobile robot* pun dilakukan agar robot tetap beradaptasi dengan *landmark* tersebut. Penelitian *mobile robot* dengan *landmark* juga dilakukan oleh Margrit Betke dan Leonid Gurvits. Pada penelitian mereka, mereka memfokuskan pada bagian *position estimator*. Didapatkan hasil bahwa algoritmanya mampu mengestimasi posisi dan orientasi yang cukup dekat dengan posisi aktual robot.

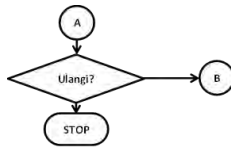
Pada penelitian James R. Allard, dijelaskan bahwa robot memerlukan *user interface* (UI) untuk bisa mengoperasikannya. Pada penelitiannya, James R. Allard menyebutkan bahwa dibutuhkan suatu UI yang intuitif yang dapat mengontrol robot. Masa ini, masyarakat telah mengenal adanya *radio control*. *Radio control* merupakan salah satu alat komunikasi digital. Menurut Widdy Hijriyanthi, dalam makalahnya menyebutkan bahwa komunikasi digital memiliki kelebihan, salah satunya adalah intuitif.

III. URAIAN PENELITIAN



Gambar 1 Diagram Blok Sistem





Gambar 2 Diagram Alir Program Keseluruhan Sistem

Sistem dirancang dengan antarmuka yang dapat digunakan oleh pengguna sebagai pengontrol. Antarmuka yang digunakan berupa radio kontrol dan tampilan layar/LCD dari gambar yang tertangkap kamera. Penerima sinyal dari radio kontrol terhubung dengan Arduino Mega yang digunakan sebagai unit proses pada penelitian ini. Arduino Mega juga terhubung dengan unit proses yang lain. Ada tiga unit proses lain pada sistem ini, yaitu Arduino Uno, Raspberry 2, dan Raspberry 3. Alur kerja sistem ialah pengguna menggerakkan robot secara manual terlebih dahulu hingga terlihat objek yang ingin diambil. Setelah itu, mode pemilihan objek dipilih untuk menentukan objek yang akan diambil. Setelah objek ditentukan, mode dipindahkan ke mode pengambilan otomatis. Saat mode ini dijalankan robot akan berjalan dengan otomatis dan mencari letak objek yang telah dipilih. Setelah objek terambil robot, kembali dijalankan secara manual untuk membawa objek berbahaya tersebut menjauh/ke tempat yang lebih aman.

A. Antarmuka dan Pengguna

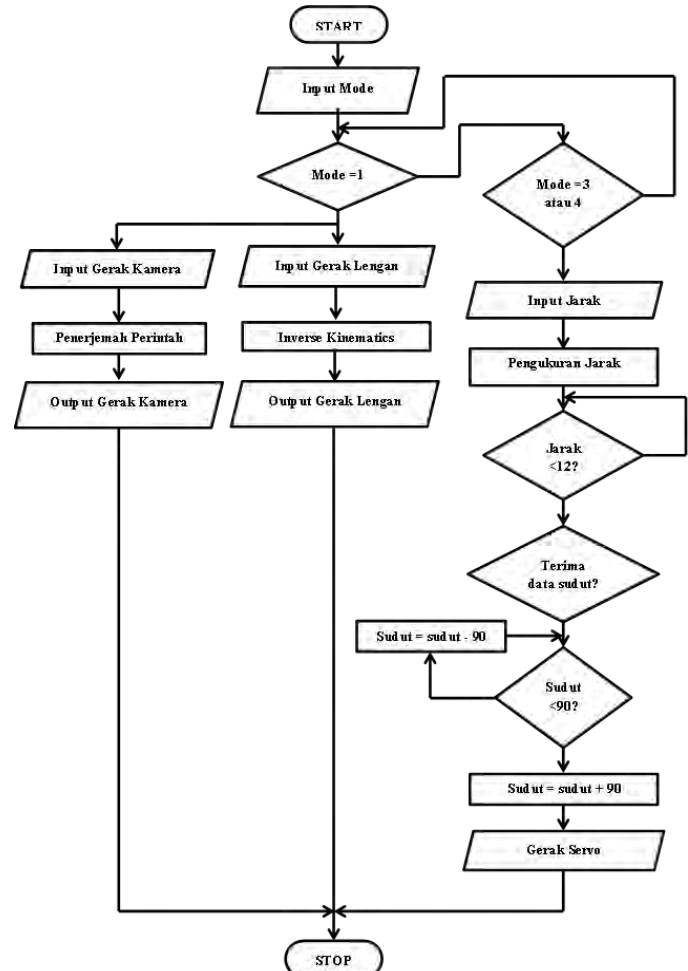
Antarmuka yang digunakan berupa radio kontrol dan layar monitor. Radio kontrol yang digunakan merupakan radio kontrol dengan merek Radiolink AT9 dengan receiver Radiolink RD9. Layar yang digunakan dihubungkan dengan receiver RC832 untuk menerima data rekam gambar yang dikirim dengan transmitter TS832.

Pengguna mampu mengontrol sistem menggunakan radio kontrol. Radio kontrol digunakan untuk mengontrol pergerakan robot, termasuk mengatur mode. Ada tiga mode yang digunakan, yaitu mode manual, pemilihan objek, dan pengambilan otomatis. Saat mode manual difungsikan, robot dapat dikendalikan secara manual. Mode pemilihan objek digunakan untuk memilih objek yang akan diambil. Mode pengambilan objek adalah mode yang digunakan agar robot mampu mendekati dan mengambil objek secara otomatis. Pada mode manual dan pengambilan otomatis, layar berguna seperti mata manusia, yaitu agar kita mengetahui jalan mana yang harus dilewati. Dengan kata lain, layar digunakan sebagai data visual hasil tangkapan kamera yang berfungsi sebagai indera penglihatan robot. Pada mode pemilihan objek, layar digunakan sebagai data visual sehingga dapat ditentukan objek yang akan diambil.

B. Arduino Mega

Arduino Mega pada sistem difungsikan seperti otak manusia. Hal ini karena unit proses yang lain juga terhubung ke Arduino Mega, baik langsung ataupun tidak. Data mode dari radio kontrol diterima dan diolah oleh Arduino Mega. Kemudian, data ini diberikan pada unit proses yang lain

sehingga sistem mampu bekerja terintegritas. Saat mode manual, Arduino Mega mampu mengirimkan data ke lengan robot dan servo kamera sebagai aktuatornya sehingga dapat digerakkan manual oleh pengguna. Selain itu, Arduino Mega juga memberitahu mode tersebut kepada Arduino Uno. Sehingga, aktuator dari Arduino Uno pun dapat digerakkan secara manual, dalam hal ini motor. Arduino Mega juga mengirimkan data pada multiplexer untuk memilih hasil kamera yang akan ditampilkan. Pada mode ini, dipilih kamera untuk navigasi.



Gambar 3 Diagram Alir Arduino Mega

Pada mode pemilihan objek, Arduino Mega mengaktifkan hasil gambar dari kamera yang terhubung ke Raspberry Pi 2. Kamera pada unit proses ini dapat disebut sebagai sensor karena digunakan untuk *tracking object*. Pada mode pengambilan objek, Arduino Mega mengaktifkan sensor ultrasonik untuk mengetahui keberadaan objek di depan robot. Arduino Mega juga memberikan informasi kepada Arduino Uno, sehingga saat belum ada objek terdeteksi motor akan berputar untuk menggerakkan robot mendekati objek. Saat objek telah terdeteksi di depan robot, motor akan berhenti dan Arduino Mega mengirimkan data orientasi ke lengan robot dan menggerakkannya menurut rumus *inverse kinematics* yang digunakan.

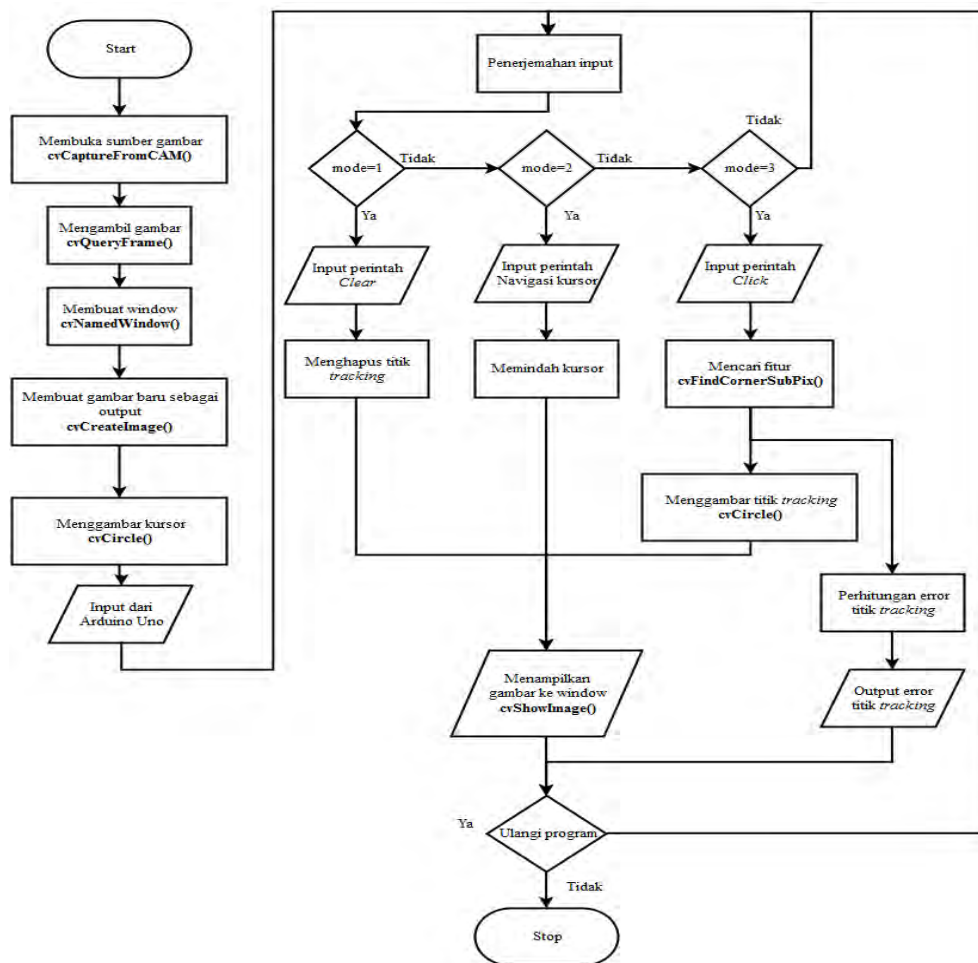
C. Arduino Uno

Arduino Uno memiliki empat output, yaitu output motor robot, output perintah klik, output perintah *clear*, dan juga output navigasi kursor. Arduino Uno memiliki empat input. Dua input pertama dapat dilihat pada diagram alir, sedangkan dua input yang kedua terdapat dalam proses "Mode navigasi robot mendekati objek". Pada saat Arduino Uno pertama kali dijalankan, Arduino Uno lebih dahulu mengenali input mode dari Arduino Mega.

D. Raspberry Pi 2

Raspberry Pi 2 digunakan sebagai unit proses pengolahan citra untuk *tracking object*. Pada mode pemilihan objek, Arduino Mega mengaktifkan fungsi dari kamera yang terhubung pada Raspberry Pi 2. Raspberry Pi 2 juga menerima data dari Arduino Uno seperti disebutkan pada bagian sebelumnya. Saat mode pengambilan otomatis diaktifkan robot akan berusaha mempertahankan posisi terhadap objek yang telah dipilih.

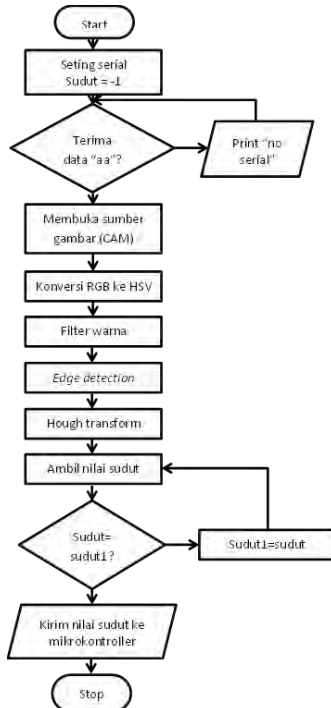
1. Mengonversi gambar RGB yang ditangkap ke dalam ruang warna HSV. Dalam ruang warna HSV, nilai warna merah, kuning, hijau dan lain-lain jauh lebih presisi daripada dalam ruang RGB.
2. Filter warna. Dari ruang warna HSV, difilter/disaring satu warna yaitu merah. Pemilihan warna merah karena salah satu objek berbahaya berwarna merah, yaitu dinamit.
3. Morfologi. Gambar hasil filter warna diberikan fungsi morfologi.
4. Deteksi tepi. Gambar yang telah disaring, kemudian dideteksi tepinya menggunakan *Canny edge detection*.
5. Hough Transform. Setelah didapatkan tepi-tepi objek pada gambar, diaplikasikan fungsi *hough transform*. Pada penelitian kali ini, digunakan *hough line transform*. Hal ini dimaksudkan untuk mendeteksi garis dari benda yang memiliki panjang (berbentuk kotak).
6. Ambil data sudut. Dari fungsi *hough line transform*, dapat diperoleh nilai sudut. *Hough line transform* yang ada pada opencv sudah memiliki unsur sudut objek yang dideteksi di dalamnya. Data sudut inilah yang dipakai untuk estimasi pose objek.



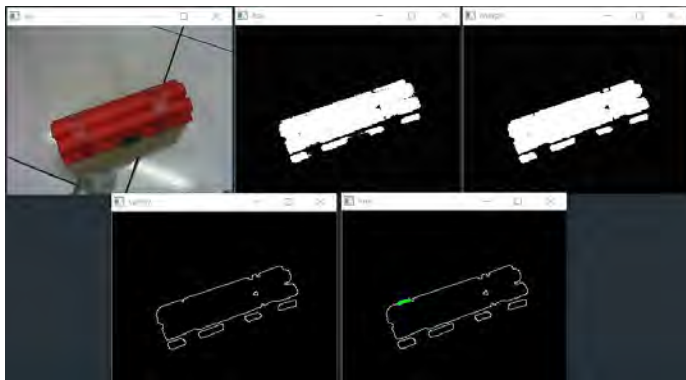
Gambar 4 Diagram Blok Raspberry Pi 2

E. Raspberry Pi 3

Secara mendetail metode yang digunakan untuk mengestimasi pose objek dengan kamera adalah:



Gambar 5 Diagram Alir Raspberry Pi 3



Gambar 6 Hasil Kamera

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Pengujian Estimasi Orientasi Objek



Gambar 7 Grafik Data Pengujian Estimasi Orientasi Objek

Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa

nilai estimasi yang berbeda dengan seharusnya, seperti terlihat pada gambar 7. Selisih nilai antara estimasi dengan nilai sebenarnya berkisar pada nilai 1 derajat ke atas dan 1 derajat ke bawah. Pada pengujian orientasi objek 0 dan 180 derajat, nilai estimasi berada pada titik seharusnya, yaitu 0 dan 180 derajat.

B. Pengujian Iuminansi Cahaya

Tabel 1 Presentase Kesalahan Pengujian Estimasi Orientasi Menurut Iuminansi Cahaya

Nilai Iuminansi	Sudut sebenarnya (°)	Sudut yang terdeteksi (°)	Kesalahan (%)
3,5	138	0	-100
4,5	150	0	-100
6,5	170	0	-100
7,1	178	180	1,123595506
7,3	82	81	-1,219512195
7,5	146	147	0,684931507
7,5	168	169	0,595238095
7,7	113	112	-0,884955752
8,2	16	15	-6,25
8,2	65	65	0
8,5	45	45	0
9,4	0	0	0
9,5	162	162	0
9,9	36	36	0
10	90	90	0
12,3	135	135	0
12,4	180	180	0
27,3	13	12	-7,692307692
28,4	144	143	-0,694444444
28,5	127	128	0,787401575
30,2	106	105	-0,943396226
30,3	152	151	-0,657894737
31,7	162	161	-0,617283951
35,2	90	90	0
35,4	38	39	2,631578947
38,6	73	73	0
39,8	175	175	0
40,2	55	55	0
41,5	180	180	0
45,9	0	0	0
46,1	28	28	0

Dari data di atas, terlihat bahwa kesalahan terjadi pada sebagian besar nilai iluminansi cahaya. Namun, kesalahan yang terjadi berkisar pada selisih 1 dan 2 derajat. Secara presentase, kesalahan terbesar ada pada angka -7,69%. Pada nilai iluminansi cahaya 7,1, selisih nilai sudut sebenarnya dengan nilai sudut yang terdeteksi oleh robot adalah 2 derajat. Pada nilai iluminansi 6,5 saja, robot sudah tidak mampu mengestimasi nilai orientasi dari objek. Dengan kata lain, semakin kecil nilai iluminansi cahaya, kemungkinan kesalahan terjadi semakin besar.

C. Pengujian Pergerakan Gripper



Gambar 8 Grafik Pengujian Pergerakan Gripper

Dari gambar 8 dapat diketahui bahwa pergerakan servo gripper sesuai dengan rumus yang berlaku pada Arduino Mega. Rumus/kondisi tersebut ialah jika sudut yang terdeteksi bernilai kurang dari 90° , maka sudut ditambahkan 90° . Apabila sudut yang terdeteksi di atas 90° , maka sudut tersebut dikurangkan 90° . Dari perhitungan itulah kemudian nilai hasil digunakan sebagai nilai pergerakan servo gripper.

D. Pengujian Jarak Kamera dengan Objek

Tabel 2 Tabel Pengujian Jarak Kamera dengan Objek

Jarak (cm)	Sudut sebenarnya ($^\circ$)	Sudut terdeteksi ($^\circ$)	Sudut sebenarnya ($^\circ$)	Sudut terdeteksi ($^\circ$)	Sudut sebenarnya ($^\circ$)	Sudut terdeteksi ($^\circ$)
5,5	18	18	45	45	165	165
8,5		19		45		166
11,5		18		45		164
18,5		20		46		164
24		19		48		163
26		17		45		164
28		19		44		165
29,5		17		44		167

Tabel 2 menunjukkan hasil estimasi orientasi berdasarkan jarak yang terukur. Tabel dengan warna kuning menunjukkan nilai sudut yang terdeteksi sesuai dengan sudut sebenarnya. Pada jarak 5,5 cm didapatkan nilai sudut terdeteksi sesuai dengan nilai sudut sebenarnya. Hasil yang didapat cukup memuaskan, berdasarkan teori nilai sudut yang terdeteksi/terukur melalui *hough transform* akan mengalami kesalahan yang semakin besar jika objek semakin jauh dari kamera. Pada jarak 29,5 cm, kamera dapat memperoleh nilai sudut yang presisi pada nilai 165° . Hal ini dapat terjadi, karena nilai estimasi orientasi memiliki range pada tiap jarak yang dideteksi. Pada jarak 5,5 cm, sistem dapat secara pasti mengestimasi nilai orientasi objek dengan tepat. Saat jarak kamera dan objek adalah 29,5 cm, sistem memiliki nilai range orientasi yang terdeteksi.

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Kesimpulan dari tugas akhir ini adalah:

1. Kesalahan terbesar estimasi orientasi objek adalah -7,7%.
2. Batas nilai iluminansi pendeteksian orientasi objek 7,1.
3. Kesalahan pergerakan gripper adalah 0%.
4. Semakin jauh jarak objek dengan robot, semakin lama pula waktu pengambilan objek.
5. Dibutuhkan waktu pengambilan yang lebih lama pada orientasi objek 90 derajat dibandingkan orientasi objek yang

lain. Hal ini dikarenakan pergerakan lengan jauh lebih lambat ketika orientasi bernilai 90° derajat.

6. Semakin besar jarak kamera sistem dengan objek, semakin besar kemungkinan kesalahan estimasi nilai orientasi. Hal ini sesuai dengan teori penggunaan fungsi *hough transform*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengabadikan ucapan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penyempurnaan tugas akhir didalam kata pengantar yang singkat ini. Semoga kasih dan sayang dari Allah selalu tercurahkan kepada:

1. Nabi Muhammad SAW, yang selalu menjadi sosok panutan penulis, termasuk dalam menghadapi tantangan hidup.
2. Keluarga penulis yang tiada henti mendukung penulis.
3. Bapak Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D. dan Dr. Ir. Djoko Purwanto, M.Eng. yang tidak pernah lelah dan selalu sabar membimbing penulis.
4. Seluruh dosen bidang studi elektronika.
5. Rekan E52 sebagai teman seperjuangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Qomaruzzaman, Muhammad. *Semi Autonomous Mobile Robot dengan Lengan untuk Mengambil Objek*. 2016. Surabaya: ITS
- [2] Bradski, Gary dan Adrian Kaehler. *LEARNING OPENCV*. 2008. U.S : O'Reilly Media
- [3] Andriessen, Daniel Richard dkk. *PENGENDALIAN MOBILE ROBOT BERBASIS WEBCAM MENGGUNAKAN PERINTAH ISYARAT TANGAN*. 2011. Surabaya: STIKOM Surabaya.
- [4] MathWorks. *Morphological Dilation and Erosion*. < <http://www.mathworks.com/help/images/morphological-dilation-and-erosion.html>>. Mei 2016
- [5] *PWM Controller*, <URL: <http://www.best-microcontroller-projects.com/pwm-pic.html>>. Mei 2016
- [6] Fujiwara, Y. "Self-Synchronizing Pulse Position Modulation With Error Tolerance," IEEE Explore.2013.
- [7] Departemen Pendidikan Nasional, "KBBI," badanbahasa.kemdikbud.go.id, 2008
- [8] John J. Craig, "Introduction to Robotics: Mechanics and Control", 3rd Edition, Prentice-Hall. 2004
- [9] Eithimia Kafaela. *Object Localization and Recognition for a Grasping Robot*, Industrial Electronics Society, 1998. IECON '98. Proceedings of the 24th Annual Conference of the IEEE (Volume:4), Aachen, 31 Aug-4 Sep 1998. pp 2057 - 2062 vol.4.
- [10] Simardeep Kaur , Dr. Vijay Kumar Banga. *Content Based Image Retrieval : Survey and Comparison between RGB and HSV model*. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT). V4(4):575-579 Apr 2013. ISSN:2231-5381.
- [11] S. Chitra and G. Balakrishnan. *Comparative Study for Two Color Spaces HSCbCr and YCbCr in Skin Color Detection*. Applied Mathematical Sciences, Vol. 6, 2012, no. 85, 4229 – 4238. March 2012.
- [12] F. Chenavier ; LETI-DSYS, CEA-CENG, Grenoble, France ; J. L. Crowley. *Position estimation for a mobile robot using vision and odometry*. Robotics and Automation, 1992. Proceedings., 1992 IEEE International Conference on, Nice, 12-14 May 1992. pp 2588 - 2593 vol.3.
- [13] M. Betke, L. Gurvits. *Mobile robot localization using landmarks*. Intelligent Robots and Systems '94. 'Advanced Robotic Systems and the Real World', IROS '94. Proceedings of the IEEE/RSJ/GI International Conference on (Volume:1), Munich, 12-16 Sep 1994. pp 135 - 142 vol.1.
- [14] Jacqui Skingley and A.J. Rye. *The Hough transform applied to SAR images for thin line detection*. Third International Conference on Pattern Recognition of the British Pattern Recognition Association. Volume 6, Issue 1, June 1987, Pages 61-67.