

- **Pemodelan Kolektor Surya Plat Datar untuk Pemanas Air dengan Variasi Volume Storage**  
(*Modeling of Flat Plate Collector for Solar Water Heater with Storage Volume Variation*)
- **Simulasi Pengujian Tahanan Model Kapal**  
(*The Resistance Ship Model Testing Simulation*)
- **Studi Prediksi Penentuan Daya Mesin Kapal dengan Metode Pengujian Model**  
(*The Determination Prediction Study of Power Engineering Ship Model Testing Methods*)
- **Formulasi Konsentrasi Urea dan Asam Asetat pada Pembuatan Nata dari Limbah Nanas**  
(*Acetic Acid and Urea Concentrate Formula for Nata Making from Pineapple Waste*)
- **Implementasi Pengolah Citra untuk Navigasi Autonomous Mobile Robot**  
(*Implementation of Image Processing for Autonomous Mobile Robot Navigation*)
- **Kekuatan Bending Material Laminasi Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) sebagai Lapisan Luar untuk Konstruksi Kapal Kayu**  
(*Bending Strength Material Laminate Bamboo Betung (*Dendrocalamus Asper*) as External Layer Wood Construction to Ship*)
- **Rancang Bangun Ketel Pemulih Kalor Limbah Penyulingan Minyak Nilam untuk Meningkatkan Proses Pemanasan Ketel**  
(*Design Build Waste Heat Boiler Restoration Patchouli Oil Distillation Process to Improve Heating Boiler*)
- **Analisis Risiko Proses Bangunan Kapal Baru pada Industri Galangan Skala Besar**  
(*Risk Analysis in Process New Building at A Big Shipyard Industries Scale*)
- **Prediksi Asam Amino pada Plasmid *Salmonella typhi* yang Resisten terhadap Kloramfenikol**  
(*Prediction of Amino Acids on the Plasmid of Salmonella typhi Resistant to Chloramphenicol*)
- **Upaya Peningkatan Efektivitas Belajar Lempar Cakram dengan Media Modifikasi Piring Plastik pada siswa kelas VIII MTs. Khadijah Kota Malang**  
(*Efforts to Increase Effectiveness of Learning with Media Disc Throw Modified Plastics Plate VIII grade students MTs. Khadijah Malang*)

**Koordinasi Perguruan Tinggi Swasta (KOPERTIS) Wilayah VII - Jawa Timur**

J. Saintek	Vol. 9	No. 1	Hal. 1–63	Surabaya Juni 2012	ISSN 1693-8917
------------	--------	-------	-----------	-----------------------	-------------------

# SAINTEK

Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa

Volume 9, Nomor 1, Juni 2012

Diterbitkan oleh Kopertis Wilayah VII Jawa Timur sebagai terbitan berkala yang menyajikan informasi dan analisis persoalan ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa.

Kajian ini bersifat ilmiah populer sebagai hasil pemikiran teoretik maupun penelitian empirik. Redaksi menerima karya ilmiah/hasil penelitian atau artikel, termasuk ide-ide pengembangan di bidang ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa. Untuk itu SAINTEK mengundang para intelektual, ekspertis, praktisi, mahasiswa serta siapa saja berdialog dengan penuangan pemikiran secara bebas, kritis, kreatif, inovatif dan bertanggung jawab. Redaksi berhak menyingkat dan memperbaiki karangan itu sejauh tidak mengubah tujuan isinya. Tulisan-tulisan dalam artikel SAINTEK tidak selalu mencerminkan pandangan redaksi. Dilarang mengutip, menterjemahkan atau memperbanyak kecuali dengan ijin redaksi.

#### PELINDUNG

Koordinator Kopertis Wilayah VII Jawa Timur

#### PENASEHAT

Sekretaris Pelaksana Kopertis Wilayah VII Jawa Timur

#### PEMIMPIN REDAKSI

Dra. Ec. Purwo Bekti, M.Si

#### WAKIL PEMIMPIN REDAKSI

Dra. Ec. Indratiningsih, MM

#### SEKRETARIS REDAKSI

Suyono, S.Sos

#### PENYUNTING

Prof. Dr. H. Nadjadji Anwar, M.Sc

Prof. Dr. Ir. Achmadi Susilo, M.S

Dr. Yulfiah

Dr. Ir. Hj. Retno Hastijanti, M.S

Drs. Antok Supriyanto, M.MT

#### REDAKSI PELAKSANA

Adi Palupi Yulianto, S.Sos

#### TATA USAHA/SIRKULASI/IKLAN

Doni Ardianto, ST., Suhari S.Sos., Drs. Ec. Totok Edy Cahyanto, Sutinah, Wiria Pramudia, SE

#### Alamat Redaksi:

Kantor Kopertis Wilayah VII (Sub Bagian Kelembagaan) Jawa Timur

Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No. 177 Surabaya

Telp. (031) 5925418-19, 5947473, Fax. (031) 5947479

Situs Web: <http://www.kopertis7.go.id>, E-mail: [ksbkl@kopertis7.go.id](mailto:ksbkl@kopertis7.go.id)

# SAINTEK

Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa

Volume 9, Nomor 1, Juni 2012

## DAFTAR ISI (CONTENTS)

	Halaman (Page)
1. Pemodelan Kolektor Surya Plat Datar untuk Pemanas Air dengan Variasi Volume Storage ( <i>Modeling of Flat Plate Collector for Solar Water Heater with Storage Volume Variation</i> ) <b>Sutomo, Suryono Adi Waluyo</b> .....	1-6
2. Simulasi Pengujian Tahanan Model Kapal ( <i>The Resistance Ship Model Testing Simulation</i> ) <b>Pramudya Imawan Santosa</b> .....	7-11
3. Studi Prediksi Penentuan Daya Mesin Kapal dengan Metode Pengujian Model ( <i>The Determination Prediction Study of Power Engineering Ship Model Testing Methods</i> ) <b>Pramudya Imawan Santosa</b> .....	12-15
4. Formulasi Konsentrasi Urea dan Asam Asetat pada Pembuatan Nata dari Limbah Nanas ( <i>Acetic Acid and Urea Concentrate Formula for Nata Making from Pineapple Waste</i> ) <b>Juwita Ratna Dewi, Endang Rusdiana Sriwaningsih, Gatut Suliana</b> .....	16-20
5. Implementasi Pengolah Citra untuk Navigasi Autonomous Mobile Robot ( <i>Implementation of Image Processing for Autonomous Mobile Robot Navigation</i> ) <b>Suryadhi</b> .....	21-27
6. Kekuatan Bending Material Laminasi Bambu Betung ( <i>Dendrocalamus Asper</i> ) sebagai Lapisan Luar untuk Konstruksi Kapal Kayu ( <i>Bending Strength Material Laminate Bamboo Betung (Dendrocalamus Asper) as External Layer Wood Construction to Ship</i> ) <b>Nur Yanu Nugroho, Akhmad Basuki Widodo, Nanang Hariyanto</b> .....	28-35
7. Rancang Bangun Ketel Pemulih Kalor Limbah Penyulingan Minyak Nilam untuk Meningkatkan Proses Pemanasan Ketel ( <i>Design Build Waste Heat Boiler Restoration Patchouli Oil Distillation Process to Improve Heating Boiler</i> ) <b>Urip Prayogi dan Bagiyo Suwasono</b> .....	36-43
8. Analisis Risiko Proses Bangunan Kapal Baru pada Industri Galangan Skala Besar ( <i>Risk Analysis in Process New Building at A Big Shipyard Industries Scale</i> ) <b>Minto Basuki, Anggi Suardi Widya Trihasta</b> .....	44-47
9. Prediksi Asam Amino pada Plasmid <i>Salmonella typhi</i> yang Resisten terhadap Kloramfenikol ( <i>Prediction of Amino Acids on the Plasmid of Salmonella typhi Resistant to Chloramphenicol</i> ) <b>Suplana Dian Nurtjahyani</b> .....	48-52

# Implementasi Pengolah Citra untuk Navigasi Autonomous Mobile Robot

## (Implementation of Image Processing for Autonomous Mobile Robot Navigation)

Suryadhi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan,  
Universitas Hang Tuah

### ABSTRAK

*Robot yang bergerak secara otomatis dan memiliki kemampuan untuk memutuskan arah sendiri untuk dilalui, dapat dibuat dengan memberikan penglihatan kepada robot. Penglihatan robot dapat dibuat dengan menyediakan kamera. Arah yang akan dilalui oleh robot dilakukan dengan mengolah gambar yang diambil dengan kamera menggunakan gambar digital. Gambar yang diproses adalah gambar yang memiliki pola tertentu yang telah diberi makna tertentu dalam program sebagai arah. Gambar yang diambil oleh kamera robot secara berkala dikirim ke komputer melalui media nirkabel untuk diproses. Setelah pengolahan citra dilakukan pada hasil komputer akan dikirim ke robot menggunakan nirkabel media. Data dari proses ini komputer akan diproses oleh mikrokontroler dalam robot untuk bergerak maju atau belok kiri atau belok kanan.*

**Kata kunci:** penglihatan robot, pengolah citra, mikrokontroler

### ABSTRACT

*Robots that move automatically and have the ability to decide its own direction to be passed, can be made by giving sight to the robot. Robot vision can be made by providing a camera. Direction to be traversed by the robot is done by processing the images captured by the camera uses image processing technology. The processed image is an image that has a certain pattern that has been given a specific meaning within the program as the directions. Pictures taken by the robotic camera is periodically sent to the computer via the wireless media to be processed. After image processing is done on the computer results will be sent to the robot using the media wireless. Data from this computer process will be processed by the microcontroller in the robot to move forward or turn left or turn right.*

**Key words:** robot vision, image processing, microcontroller

### PENDAHULUAN

Penggantian fungsi manusia dengan robot dalam berbagai bidang pekerjaan saat ini sudah mencapai tingkatan yang lebih tinggi. Hal ini diharapkan dengan adanya robot dapat jauh memperingan pekerjaan manusia dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam proses produksi, hiburan atau pekerjaan sehari-hari. Di negara-negara maju, robot tidak hanya digunakan untuk kebutuhan industri, akan tetapi sudah mengarah sebagai alat pembantu manusia. Sehingga beban yang ditanggung oleh manusia akan semakin ringan. Ini dapat kita lihat pada sebuah perangkat yang bekerja sendiri secara otomatis tanpa bantuan manusia. Seperti contoh yaitu sebuah mobil autopilot komputer yang ada. Mobil tersebut dapat mengenali dan mengetahui arah jalan dan mengambil keputusan yang terbaik atas perintah manusia. Prinsip dari mobil autopilot ini sendiri adalah dengan bantuan pengolahan citra dalam pengambilan keputusan.

Penggunaan kamera (digital) dalam dunia robotik dikenal sebagai *robotics vision*. Seperti halnya pada mata manusia, kamera dapat didisain sebagai mata

pada robot. Dengan mata, robot dapat lebih leluasa “melihat” lingkungannya sebagaimana manusia. Dalam dua dasawarsa terakhir ini teknologi *robotics vision* berkembang sangat pesat. Kemajuan ini dicapai berkat perkembangan teknologi chip IC yang makin kompak dan cepat dan kemajuan di bidang komputer (sebagai pengolah), baik perangkat keras maupun perangkat lunak.<sup>1</sup>

Agar objek yang ditangkap oleh kamera dapat dimengerti oleh robot maka dibutuhkan pengolahan citra (*Image Processing*). Pengolahan Citra akan merubah objek yang ditangkap oleh kamera menjadi citra digital yang berbentuk data numeris yang dapat diolah dengan komputer. Suatu citra digital melalui pengolahan citra digital menghasilkan citra digital yang baru, termasuk di dalamnya adalah perbaikan citra dan peningkatan kualitas citra (*image enhancement*). Sedangkan analisis citra digital (*digital image analysis*) menghasilkan suatu keputusan atau suatu data, termasuk di dalamnya adalah pengenalan pola (*pattern recognition*).<sup>2</sup>

Dalam penelitian ini menggunakan metode pengenalan gambar yang diidentifikasi sebagai bentuk

pola untuk diproses datanya, serta mengidentifikasi pola gambar sebagai penuntun robot dalam mengambil arah. Untuk pengendalian mobile robot jarak jauh menggunakan sistem *wireless*, sehingga pergerakan robot sendiri akan lebih fleksibel.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dibagi dalam tiga bagian. Pada bagian pertama dibahas mengenai perencanaan sistem pergerakan robot. Yang kedua adalah perencanaan perangkat keras (hardware) yang dibuat. Perencanaan perangkat keras dimulai dengan perencanaan secara diagram blok terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan merancang rangkaian dari masing-masing blok dan mengintegrasikannya menjadi suatu rangkaian yang lengkap. Sedangkan pada bagian yang ketiga akan dibahas tentang perangkat lunak (software) yang digunakan untuk mengontrol atau mengendalikan perangkat keras dari keseluruhan sistem.

### Perencanaan Sistem Pergerakan Robot

Mobile robot memerlukan suatu penggerak agar dapat berpindah. Beberapa jenis penggerak pada mobile robot antara lain: Mobile robot yang digerakkan dengan roda dan terdapat dua penggerak yang bekerja secara diferensial. Ini adalah model yang umum untuk mobile robot dengan biaya yang murah, misal menggunakan motor DC atau servo motor; Mobile robot yang digerakkan dengan rodadan terdapat satu penggerak serta satu kemudi; Mobile robot yang digerakkan dengan pergerakan seperti kaki.<sup>3</sup>

Pada penelitian ini digunakan motor DC sebagai penggerak yang akan menggerakkan roda pada robot.

### Perencanaan Perangkat Keras

Sistem perangkat keras di sini dibagi menjadi 2 bagian yaitu pada pengontrol dan pada robot. Pada sistem pengontrol terdiri dari rangkaian switching driver rangkaian transmitter mobil RC serta rangkaian transmitter mobil RC sendiri. Pada bagian robot terdiri dari sensor GP2D12, perangkat mikrokontroler, driver motor, rangkaian receiver mobil RC.

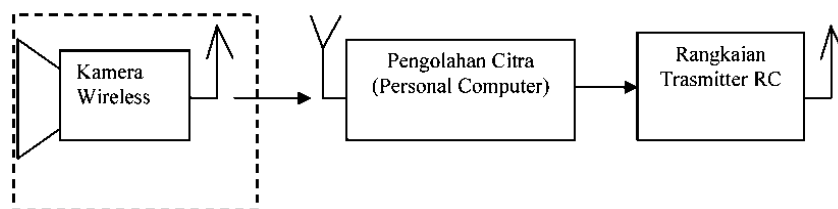
Piranti pendukung untuk penelitian ini berupa kamera digital yang berfungsi sebagai indera penglihatan bagi komputer untuk mengenali pola, di sini jenis kamera sangat berpengaruh terhadap proses pengolahan image. Kemampuan kamera digital diukur dari resolusi tangkapan gambarnya dalam pixels/inch atau pixels/cm. Makin besar resolusinya makin ukuran hasil tanggapan gambarnya. Namun untuk aplikasi kontrol dalam robotic vision, resolusi yang makin besar justru membuat kecepatan akses controller menjadi menurun. Makin tinggi resolusinya akan makin besar data gambar (citra) yang harus diidentifikasi dan diolah oleh komputer, sehingga program akan bekerja lebih lama.<sup>1</sup>

### Perencanaan Rangkaian ADC 0804

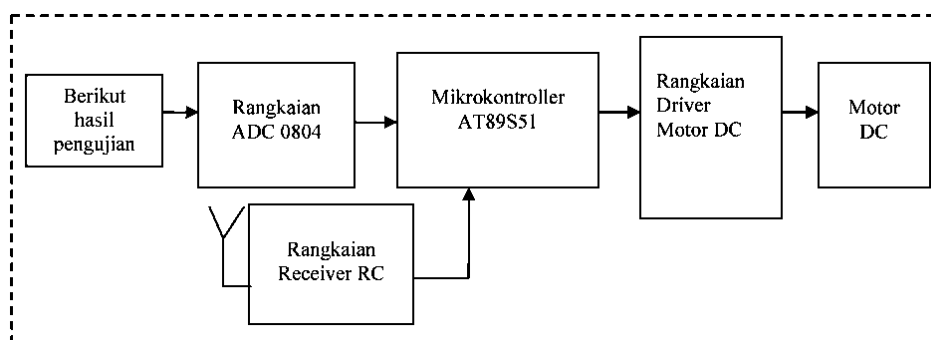
Dalam perancangan dan pembuatan alat ini menggunakan ADC 0804. IC ini berfungsi untuk mengubah besaran analog menjadi digital 8 bit.

Secara Prinsip ADC mempunyai pin-pin penting sebagai berikut:<sup>4</sup>

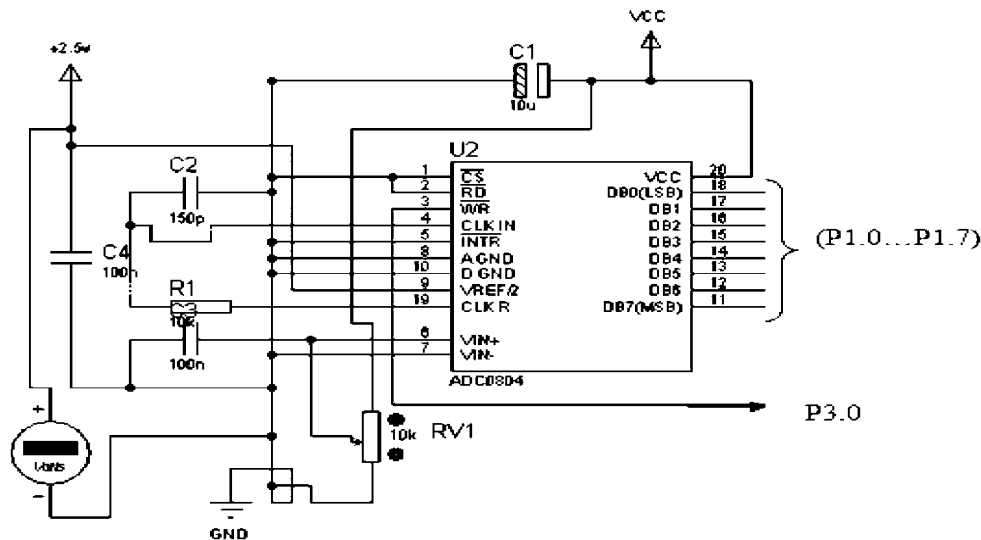
- CS : Chip Select, digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan ADC. Pada ADC0804, CS aktif low sehingga perlu diberi sinyal low untuk aktif.



Gambar 1. Diagram Blok pada Pengontrol



Gambar 2. Diagram Blok pada Robot



**Gambar 3.** Rangkaian ADC 0804

- WR : Write, jika pada pin ini diaktifkan maka memerintahkan ADC untuk mulai mengkonversi nilai analog yang diberikan ke ADC menjadi bit-bit digital. Pada ADC0804, WR bersifat aktif low.
- RD : Read, jika pin ini diaktifkan berarti akan mengambil/membaca hasil konversi yang telah dilakukan ADC, pulsa RD diberikan jika ADC sudah diberikan sinyal interrupt pada pin INTR yang menandakan proses konversi sudah selesai. Namun adakalanya tidak perlu menunggu sinyal INTR dari ADC, cukup diberi delay pada program dengan asumsi selama delay tersebut ADC sudah selesai mengkonversi, baru kemudian dikeluarkan sinyal RD untuk mengambil hasil konversi. Pada ADC0804, RD bersifat aktif low.
- INTR : Interrupt, sering juga disebut EOC (End of Conversion). Pin ini akan mengeluarkan pulsa aktif jika ADC sudah selesai mengkonversi data analog ke digital. Sehingga bisa menjadi pemicu bagi pin RD untuk mulai membaca hasil konversi.

Mode kerja IC ini ada beberapa macam di antaranya adalah mode WR-RD, yaitu:

WR = 1, RD = 1  
 WR = 0, RD = 1  
 WR = 1, RD = 1

Apakah INT = 0, jika tidak tunggu dan jika ya ambil datanya dengan memberi WR = 1, RD = 1

WR = 1, RD = 1

Output dari ADC akan dikirim ke port 1 mikrokontroler dan clock dari ADC diatur oleh port 3.0 yang ada di mikrokontroler.

#### Perancangan Interfacing I/O

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 40 kaki, 32 kaki di antaranya untuk keperluan Port paralel. Satu Port paralel terdiri dari 8 kaki, dengan demikian 32 kaki

tersebut membentuk 4 buah port paralel, yang masing-masing dikenal sebagai Port 0, Port 1, Port 2 dan Port 3. Nomor dari masing-masing jalur (kaki) dari Port paralel mulai dari 0 sampai 7, jalur (kaki) pertama Port 0 disebut sebagai P0.0 dan jalur terakhir untuk Port 3 adalah P3.7.<sup>5</sup>

Rangkaian I/O dari mikrokontroler mempunyai kontrol direksi yang tiap bitnya dapat dikonfigurasi secara individual, maka dalam pengkonfigurasi I/O yang digunakan ada yang berupa operasi port ada pula yang dikonfigurasi tiap bit I/O. Berikut ini akan diberikan konfigurasi dari I/O mikrokontroler tiap bit yang ada pada masing-masing port yang terdapat pada mikrokontroler AT89S51.

#### Port 1

Pin-pin pada port ini digunakan untuk menerima input dari ADC, sehingga mikrokontroler mengolah data biner ADC untuk sensor GP2D12.

#### Port 2

Port ini digunakan untuk input dari rangkaian receiver RC.

Port 2.0 untuk input motor berjalan mundur

Port 2.1 untuk input motor belok kanan

Port 2.2 untuk input motor belok kiri

Port 2.3 untuk input motor berhenti

#### Port 3

Pada port ini mikrokontroler mengatur driver motor DC yaitu L293D, agar sesuai dengan program dan memberikan clock pada ADC.

Port 3.0 untuk input WR pada ADC

Port 3.1 untuk input EN1 pada L293D

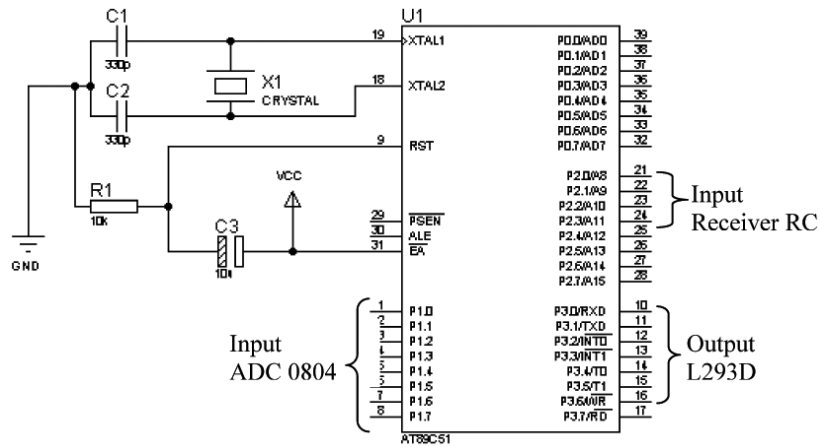
Port 3.2 untuk input IN1 pada L293D

Port 3.3 untuk input IN2 pada L293D

Port 3.4 untuk input EN2 pada L293D

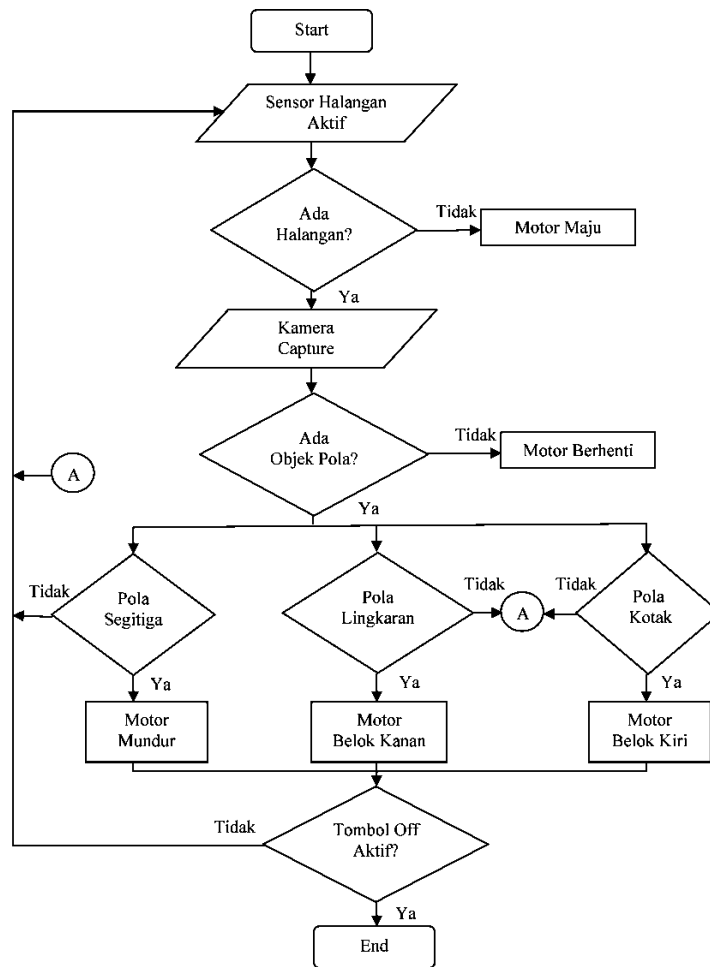
Port 3.5 untuk input IN3 pada L293D

Port 3.6 untuk input IN4 pada L293D



Gambar 4. Rangkaian Minimum Sistem

Perencanaan Perangkat Lunak

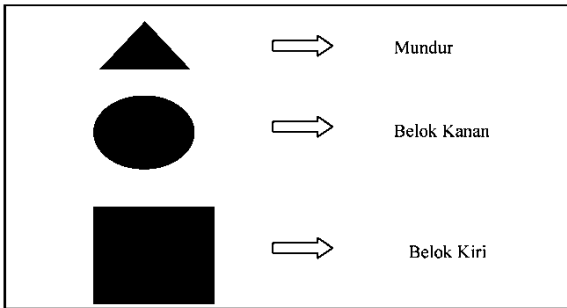


Gambar 5. Diagram alir gerak robot

Algoritma Sistem

Ketika robot aktif, robot akan memproses sensor halangan, apakah ada halangan atau tidak. Jika tidak ada robot akan maju tapi jika ada halangan robot akan memproses kamera, pola apakah yang dimaksud. Jika

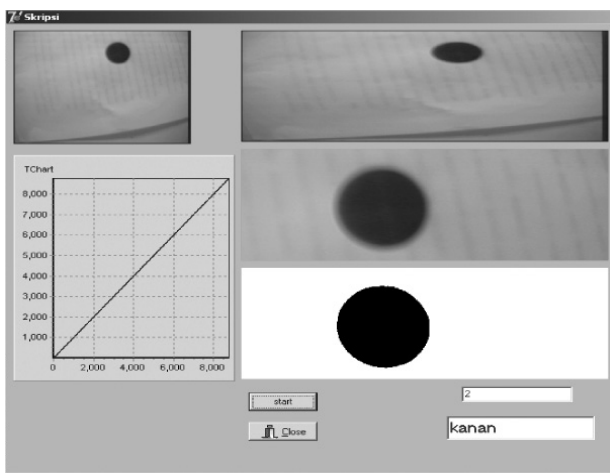
pola segitiga maka robot akan mundur, jika pola lingkaran robot akan belok kanan, jika pola yang dimaksud kotak robot akan belok kiri, tapi jika tidak ada pola robot akan berhenti. Berikut pola yang akan diproses oleh kamera.



Gambar 6. Pola yang akan digunakan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

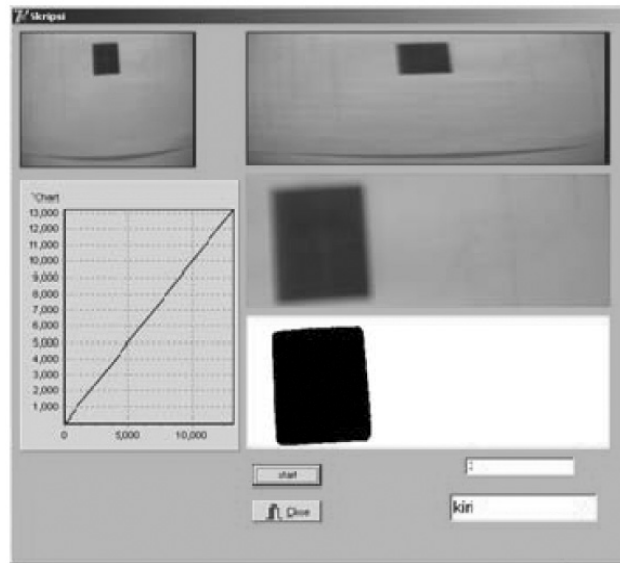
Berikut hasil pengujian software yang di buat terhadap pengenalan pola lingkaran dengan menscanning warna hitamnya.



Gambar 7. Tampilan pengolahan lingkaran pada program

Dari hasil percobaan sebanyak 10 kali dapat dilihat persentase pada Tabel 1 bahwa nilai ralat nisbi yang didapat dalam pengujian tersebut adalah 4,89% dengan kata lain persentase kesaksamaan adalah hanya 95,11%.

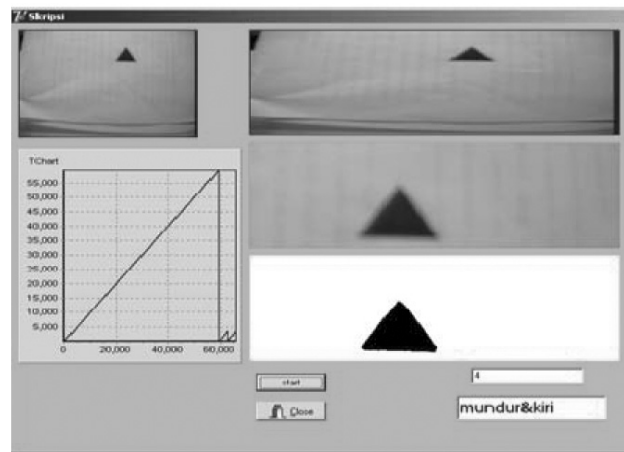
Berikut tampilan pengujian pengenalan kotak beserta analisisnya.



Gambar 8. Tampilan pengolahan kotak pada program

Dari hasil percobaan sebanyak 10 kali dapat dilihat persentase pada Tabel 2 bahwa nilai ralat nisbi yang didapat dalam pengujian tersebut adalah 2,27% dengan kata lain persentase kesaksamaan adalah hanya 97,73%.

Berikut tampilan pengujian pengenalan segitiga beserta analisisnya.



Gambar 9. Tampilan pengolahan segitiga pada program

**Tabel 1.** Tabel hasil pengujian pengenalan pola lingkaran.

Percobaan	Pola	Keterangan	Hasil Scanning	(x-X)	(x-X) <sup>2</sup>
1	Lingkaran	Belok kanan	7125	-1502.9	2258708
2	Lingkaran	Belok kanan	7167	-1460.9	2134229
3	Lingkaran	Belok kanan	7877	-750.9	563850,8
4	Lingkaran	Belok kanan	7934	-693.9	481497,2
5	Lingkaran	Belok kanan	8099	-528.9	279735,2
6	Lingkaran	Belok kanan	7544	-1083.9	1174839
7	Lingkaran	Belok kanan	9901	1273.1	1620784
8	Lingkaran	Belok kiri	10202	1574.1	2477791
9	Lingkaran	Belok kiri	10226	1598.1	2553924
10	Lingkaran	Belok kiri	10204	1576.1	2484091



**Tabel 2.** Tabel hasil pengujian pengenalan kotak.

Percobaan	Pola	Keterangan	Hasil Scanning	(x-X)	(x-X) <sup>2</sup>
1	Kotak	Belok kiri	11051	93,1	8667,61
2	Kotak	Belok kiri	10899	-58,9	3469,21
3	Kotak	Belok kiri	11011	53,1	2819,61
4	Kotak	Belok kiri	10888	-69,9	4886,01
5	Kotak	Belok kiri	11899	941,1	885669,2
6	Kotak	Belok kanan	9995	-962,9	927176,4
7	Kotak	Belok kanan	9987	-970,9	942646,8
8	Kotak	Belok kanan	9996	-961,9	925251,6
9	Kotak	Belok kiri	11877	919,1	844744,8
10	Kotak	Belok kiri	11976	1018,1	1036528

**Tabel 3.** Tabel hasil pengujian pengenalan segitiga.

Percobaan	Pola	Keterangan	Hasil Scanning	(x-X)	(x-X) <sup>2</sup>
1	Segitiga	Mundur	2508	-1619,7	2623428
2	Segitiga	Mundur	2689	-1438,7	2069858
3	Segitiga	Mundur	2779	-1348,7	1818992
4	Segitiga	Mundur	2899	-1228,7	1509704
5	Segitiga	Mundur	2855	-1272,7	1619765
6	Segitiga	Mundur	2764	-1363,7	1859678
7	Segitiga	Mundur	3763	-364,7	133006,1
8	Segitiga	Belok kanan	7007	2879,3	8290368
9	Segitiga	Belok kanan	7009	2881,3	8301890
10	Segitiga	Belok kanan	7004	2876,3	8273102

Dari hasil percobaan sebanyak 10 kali dapat dilihat persentase pada Tabel 3 bahwa nilai error ralat nisbi didapat dalam pengujian tersebut adalah 15,34% dengan kata lain persentase kesaksamaan adalah hanya 84,57%.

#### Pengujian Sistem Keseluruhan

Berikut adalah tabel hasil pengujian sistem secara keseluruhan setelah robot diintegrasikan dengan kamera.

**Tabel 4.** Tabel hasil pengujian sistem secara keseluruhan.

No.	Pola	Keterangan
1	Lingkaran	Robot belok kanan
2	Kotak	Robot belok kanan
3	Segitiga	Robot mundur
4	Lingkaran	Robot belok kiri
5	Kotak	Robot belok kiri
6	Segitiga	Robot mundur
7	Lingkaran	Robot tidak bergerak
8	Kotak	Robot bergerak kanan
9	Kotak	Robot belok kiri
10	Segitiga	Robot mundur

#### KESIMPULAN

1. Ralat nisbi dari 10 kali percobaan adalah lingkaran 4,89%, kotak 2,27% dan segitiga 15,34%. Sedangkan tingkat keseksamaan dari percobaan tersebut adalah lingkaran 95,11%, kotak 97,73% dan segitiga 84,57%.
2. Error disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya:
  - Faktor pencahayaan sangat menentukan keakuratan dalam pengolahan *image*.
  - Posisi kamera dengan pola yang dicapture sangat memengaruhi hasil pengolahan *image*.
3. Meskipun pada kondisi yang telah ditentukan, terkadang juga terjadi error pada pengolahan *image* di antaranya sumber tegangan pada komponen elektroniknya, juga kondisi mekanik yang memengaruhi pergerakan robot.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Pitowarno, Endra. *Robotika: Desain, Kontrol dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset. 2006
2. Achmad, Balza dan Firdausy, Kartika, *Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi*, Yogyakarta, Ardi Publishing. 2005.

3. Budiharto, Widodo. **Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas**. Jakarta: Elex Media Komputindo. 2006.
4. Widodo, Romy Budhi dan Irawan, Joseph Dedy. **Interfacing Paralel dan Serial Menggunakan Delphi**. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2007.
5. Putra, Agfianto Eko, **Mikrokontroler AT89C51/52/55 (Teori dan Aplikasi)**. Yogyakarta: Gava Media. 2003.