

MODEL MESIN PENGAMBILAN KARTU TOL OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER AVR ATMEGA 16

M. Ridho Januady¹⁾, Fadhilah Putranto Aji²⁾, Ivan Hanafi³⁾
^{1,2,3)}DIII Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta
 Email: ridhojanuady@gmail.com, ivan.hanafi@unj.ac.id

Abstract

Final Project aims to design and create Making Machine Model toll pass automatically according to the type of vehicle that has ditentukan. Model Making Machine Automatic Toll Card-Based Microcontroller ATmega16 using weight sensor circuit, photodiode and infrared as Level sensors and actuators such as DC motors . Block consists of an input process that includes a sensor; then the process by ATmega microcontroller 16, and actuation form of dc motors and gearbox. Setelah did Testing Model Making Machine Automatic Toll Card, the machine can distinguish classes of vehicles based on weight and height of the vehicle. Group vehicles can be divided into five groups: group 1, group 2, group 3, group 4 and group 5. Each group has a weight and height are different.

Keywords: Toll Card, Weight Sensors, Level Sensors, motor drivers, ATmega16 Microcontroller.

Abstrak

Tugas Akhir bertujuan untuk merancang dan membuat model mesin pengambilan kartu tanda masuk tol secara otomatis sesuai dengan jenis kendaraan yang telah ditentukan. Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMeg16 ini menggunakan rangkaian sensor berat, *photodiode* dan *infrared* sebagai sensor *level* dan aktuator berupa motor DC. Blok proses terdiri dari *input* yang meliputi sensor, kemudian proses oleh mikrokontroler ATMeg16, dan aktuasi berupa motor dc dan *gearbox*. Setelah melakukan Pengujian Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis, mesin dapat membedakan golongan kendaraan berdasarkan pada berat dan ketinggian kendaraan. Golongan kendaraan dibedakan menjadi lima golongan yaitu golongan 1, golongan 2, golongan 3, golongan 4 dan golongan 5. Tiap golongan memiliki berat dan tinggi yang berbeda-beda.

Kata kunci : Kartu Tol, Sensor Berat, Sensor *Level*, *Driver* motor, Mikrokontroler ATMeg16.

PENDAHULUAN

Kemajuan dibidang teknologi terutama dibidang elektronika khususnya dibidang otomasi memungkinkan untuk menciptakan perangkat maupun mesin yang mendukung kinerja manusia lebih praktis atau sebagai alat bantu kerja yang efisien yang kelak banyak

diciptakan. Perkembangan teknologi elektronika khususnya Otomasi dan Kendali telah membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi. Perkembangan teknologi telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi berbagai bidang dan aspek. Teknologi Otomasi dan Kendali

juga telah menjangkau sisi hiburan dan pendidikan bagi manusia.

Di kota-kota berkembang sangat dibutuhkan suatu mobilitas yang tinggi serta efisiensi dan efektifitas dalam melakukan aktifitas sehari-hari, dimana salah satu faktor penunjang dari pada itu adalah akses jalan tol yang lebih praktis dan cepat. Para pengemudi pun menginginkan suatu sistem pengambilan kartu tol yang lebih efektif dan efisien, lebih praktis dan jauh dari *Human Error* serta mengantisipasi tindak kriminal pada gerbang tol. Dalam hal ini kami mencoba membuat suatu mesin yang dapat membantu kinerja atau sistem yang ada pada gerbang tol yang sudah ada. Pada umumnya pintu tol untuk pengambilan kartu dilakukan dengan membagikan kartu tanda masuk tol oleh petugas yang berjaga, namun dalam konsep mencoba mengganti peran petugas penjaga menjadi suatu mesin yang berkerja secara otomatis untuk mengeluarkan kartu tersebut dan mampu membedakan golongan jenis kendaraan. Model mesin Pengambil Kartu Tol Otomatis ini berbasis Mikrokontroler AVR ATmega16.

Jalan bebas hambatan atau sering disebut jalan tol ternyata tidak sepenuhnya terbebas dari hambatan. Kemacetan yang terjadi pada jalan tol sebagian besar diakibatkan oleh sistem pengambilan kartu/tiket tol yang masih konvensional. Kemacetan dapat dikurangi, bahkan bukan tidak mungkin untuk dihilangkan. Dengan pengambilan kartu tol otomatis yang berfungsi untuk mengurangi kemacetan yang sering terjadi tiap gerbang tol yang masih menggunakan metode konvensional yang masih menggunakan petugas untuk memberi tiket atau kartu pada tiap kendaraan,

dikarenakan masih menggunakan petugas maka metode itu masih belum mencapai titik maksimal.

Berdasarkan pemikiran diatas pada penelitian dituntut mencoba merancang suatu sistem kerja mesin yang dapat mengeluarkan kartu tanda masuk tol dengan membedakan golongan kendaraan dan menampilkan berapa besar biaya di layar LCD yang akan dibayar pada gerbang tol berikutnya, dengan berbasis Mikrokontroler AVR ATmega16 menggunakan sensor berat (*Load Cell*) dan sensor *level*, yaitu *Infrared* dan *Photodiode*.

METODE

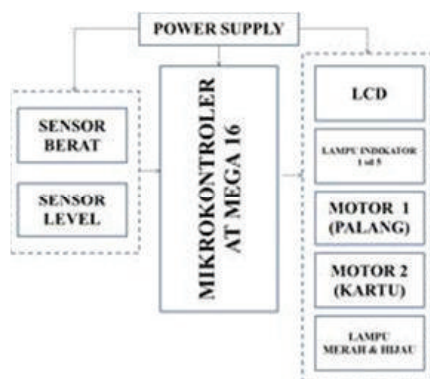
“Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Mikrokontroler AVR ATmega16” adalah mesin untuk pengambilan kartu tol otomatis dengan menggunakan sensor *level* untuk mengetahui golongan apa yang sesuai dengan kendaraan tersebut. Mesin akan aktif ketika kendaran memberikan beban kepada sensor berat dan menghalangi sensor *level* pada gerbang tol tersebut dan kartu tol akan keluar dengan indikator lampu sesuai dengan golongan kendaraan yang telah ditentukan secara otomatis. Sensor yang di pasang pada gerbang tol tersebut berguna untuk mengetahui *level* dan berat, serta membedakan golongan kendaraan dengan indikator.

Pembuatan perangkat mekanik terdiri atas perencanaan desain mekanis yang mendukung kerja sistem mesin sesuai dengan fungsinya. Perencanaan terdiri dari desain pembuatan mekanik untuk mengeluarkan kartu dan indikator-indikator golongan kendaraan.

Sedangkan pada pembuatan perangkat keras elektronik terdiri dari

pembuatan rangkaian sensor, sistem minimum mikrokontroler AT Mega 16 sebagai pusat pengontrol penggerak mesin yang utama, *driver* penggerak motor DC sebagai aktuator pergerakan mesin.

Diagram Blok



Gambar 1. Blok Diagram Alat

Gambar 1 merupakan blok diagram alat yang dimana *Power Supply* mengalir ke Sensor Berat, Sensor Level, Mikrokontroler AT Mega 16, LCD, Lampu Indikator 1-5, Motor 1, Motor 2, dan Lampu Merah dan Hijau. Sensor Berat dan Sensor Level merupakan *input* yang masuk ke Mikrokontroler AT Mega 16 dan sebagai *outputnya* yaitu : LCD, Lampu Indikator 1-5, Motor 1, Motor 2, dan Lampu Merah dan Hijau.

Pembuatan Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahap pertama ialah pembuatan hardware yang terdiri atas pembuatan mekanik Mesin, dan pembuatan rangkaian kontrol. Pada tahap kedua dilakukan perancangan *software* yang terdiri atas penentuan *port* yang akan digunakan, program untuk mikrokontroler yang digunakan, pembuatan program serta tahap terakhir yakni pengujian alat.

Rangkaian *input* dari Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis berupa sensor. Jenis sensor yang digunakan adalah Sensor Berat, *photodiode* dan *Infrared*, dimana sensor akan membaca jenis kendaraan sesuai dengan berat dan tinggi kendaraan yang telah ditentukan. Rangkaian pemroses menggunakan mikrokontroler AVR AT Mega 16 serta Rangkaian *output* menggunakan *driver* L293D untuk Motor untuk menghasilkan putaran motor DC sebagai penggerak motor untuk mengeluarkan kartu tanda masuk tol dari dalam mesin, dan motor untuk penggerak palang pintu tol.

Pembuatan *Hardware*

Dalam perancangan alat yang perlu diperhatikan adalah mulai dari pemilihan bahan untuk maket, desain konstruksi tiap bangun, mekanik yang digunakan untuk menekan sensor berat, dan ketepatan pemasangan tempat sensor berat dan sensor level. Kartu yang keluar didorong oleh motor DC/motor *gearbox* yang sudah disesuaikan untuk menggeser kartu agar jatuh ke tempat pengambilan.

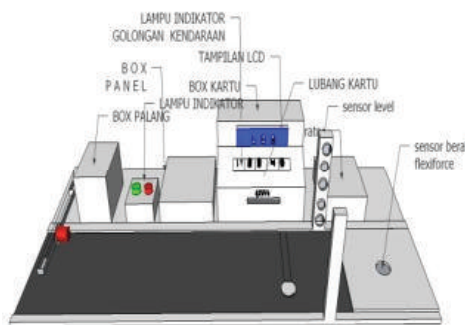
Pembuatan Mekanik Mesin

Pembuatan maket Model Pengambilan kartu tol otomatis menggunakan bahan dasar *acrylic* setebal 3mm yang berfungsi sebagai maket untuk mesin. *Acrylic* tersebut dapat dibentuk sesuai dengan keinginan. *Acrylic* tersebut cukup ringan untuk menopang motor *gearbox* serta motor DC yang digunakan untuk sebagai palang. Gambar 2 menunjukkan bentuk *design* dari model alat.

Blok maket dan mekanik dibagi

menjadi 6 bagian, yaitu :

1. *Box* panel
2. *Box* palang
3. *Box* kartu
4. *Box* lampu indikator
5. Tempat sensor *level*
6. Tempat sensor Berat/*flexiforce*



Gambar 2. Rancangan Design Mesin

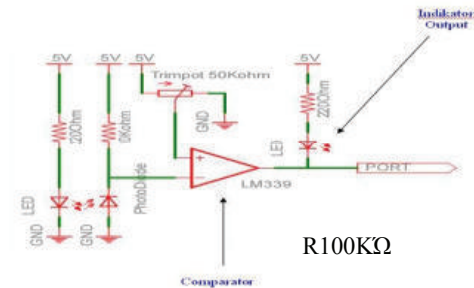
Pembuatan Rangkaian Elektrik

Rangkaian elektrik yang digunakan Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis terdiri rangkaian *input*, rangkaian pemroses dan rangkaian *output*. Pada rangkaian *input* menggunakan sensor pembaca jenis kendaraan sesuai dengan berat dan *level*/ketinggian kendaraan yang telah ditentukan. Rangkaian pemroses menggunakan sistem minimum mikrokontroler AVR ATmega16, sedangkan pada rangkaian *output* menggunakan rangkaian *driver* sebagai penggerak motor dan lampu indikator.

Pembuatan Sensor

Rangkaian sensor yang digunakan untuk sensor *level* atau ketinggian menggunakan sensor *infrared* dan *photodiode*. *LedInfrared* sebagai pemancar (*transmitter*) dan *photodiode* sebagai penerima (*receiver*). Rangkaian sensor di gunakan untuk sensor garis pada jalur mesin, sebagai sensor jarak apabila mesin telah sampai pada letak objek,

dan sebagai sensor pendeteksi adanya barang. Gambar 3 menunjukkan skema rangkaian sensor menggunakan *infrared*.

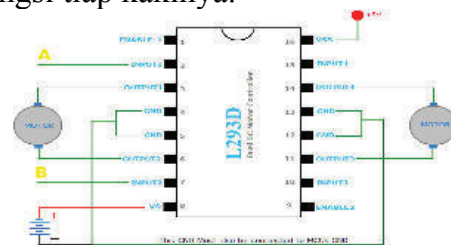


Gambar 3. Rangkaian Sensor *Level*

Pembuatan Driver

Rangkaian *driver* motor yang menggunakan IC L293D difungsikan sebagai pengendali. Kendali yang dilakukan IC L293D adalah untuk mengerakkan motor yang berfungsi sebagai penahan dan pendorong kartu agar dapat keluar. Tegangan *input* yang diperlukan *driver* motor antara 4,5 V-36 V. *Input* pada IC L293D yang diterima berasal dari rangkaian pemroses yakni sistem minimum mikrokontroler yang sebelumnya berasal dari rangkaian sensor.

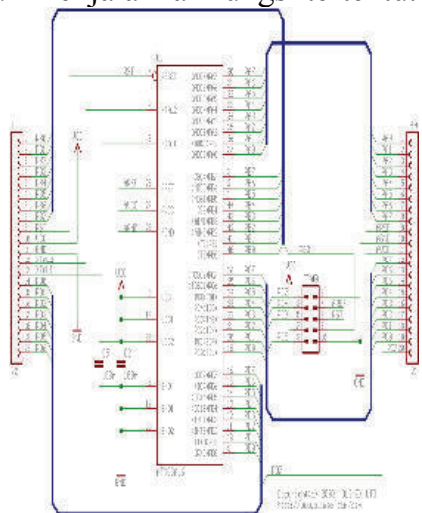
Driver juga digunakan untuk menggerakkan motor DC yang berfungsi untuk menutup dan membuka palang gerbang tol. Gambar 4 menunjukkan rangkaian *driver* dan fungsi tiap kakinya.



Gambar4. Rangkaian *Driver* Motor Pembuatan Sismin

Sistem minimum (*sismin*) mikrokontroler adalah rangkaian elektronik minimum yang diperlukan

untuk beroperasinya IC mikrokontroler. *Sismin* kemudian bisa dihubungkan dengan rangkaian lain untuk menjalankan fungsi tertentu.



Gambar 5. Sistem Minimum AVR ATMega16

Penentuan *port* yang akan dipakai sangat penting sebelum membuat program, yang bertujuan sebagai masukan dari sensor dan keluaran untuk penggerak atau Motor DC. Jumlah *port* yang dipakai pada mikrokontroler ATMega16 sebanyak 4 *port*, berikut adalah *port-port* yang digunakan:

PORT A

Pada *Port A* digunakan sebagai masukan dari sensor *FLEXIFORCE* atau sensor berat dan motor *gearbox* yang berfungsi sebagai palang serta mekanik yang berfungsi mengeluarkan kartu. Keluaran sensor *flexi force* pada *Port A* menjadi *input* mikrokontroler yang berlogika *high*, dan selanjutnya mikrokontroler akan melakukan proses seperti program yang telah dibuat.

Tabel 1. Penentuan *Port* Mikrokontroler Pada *port A*

PORT A	KET.
<i>PORT A.0</i>	Sensor <i>Flexi Force</i>
<i>PORT A.1</i>	Sensor <i>Flexi Force</i>
<i>PORT A.2</i>	Motor <i>gearbox</i> maju
<i>PORT A.3</i>	Motor <i>gearbox</i> mundur
<i>PORT A.4</i>	Mekanik CD maju
<i>PORT A.5</i>	Mekanik CD mundur

PORT B

Pada *Port* digunakan sebagai masukan dari sensor *infrared photodiode*. Keluaran sensor pada *port B* menjadi *input* mikrokontroler yang berlogika *high*, dan selanjutnya mikrokontroler akan melakukan proses seperti program yang telah dibuat.

Tabel 2. Penentuan *Port* Mikrokontroler Pada *port B*

PORT B	KET.
<i>Port B.0</i>	Sensor 1
<i>Port B.1</i>	Sensor 2
<i>Port B.2</i>	Sensor 3
<i>Port B.3</i>	Sensor 4
<i>Port B.4</i>	Sensor 5
<i>Port B.5</i>	Sensor 6

PORT C

Pada *port C* digunakan untuk LCD (*Liquid Crystal Display*).

PORT D

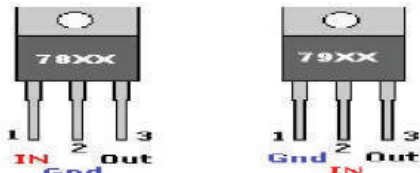
Port D digunakan untuk lampu indikator golongan kendaraan dan lampu indikator merah dan hijau.

Tabel 3. Penentuan *Port* Mikrokontroler Pada *Port D*

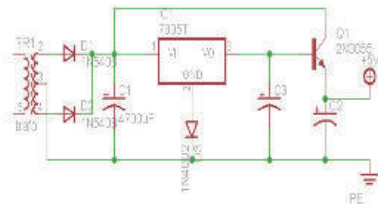
PORT	KET.
<i>Port D.0</i>	Indikator 1
<i>Port D.1</i>	Indikator 2
<i>Port D.2</i>	Indikator 3
<i>Port D.3</i>	Indikator 4
<i>Port D.4</i>	Indikator 5
<i>Port D.5</i>	Indikator Merah
<i>Port D.6</i>	Indikator Hijau

Pembuatan Power Supply

Power supply yang digunakan yakni dengan memakai IC 7805. IC 7805 berfungsi memberikan sumber tegangan pada tiap rangkaian sebesar +5 Volt, namun tegangan yang diberikan dari sumber asli tidak sebesar +5Volt. Untuk dapat menurunkan tegangan yang terdapat pada supply, maka dibutuhkan rangkaian-rangkaian penurun tegangan. Salah satunya adalah IC 7805 (*Linear Voltage Regulator*).



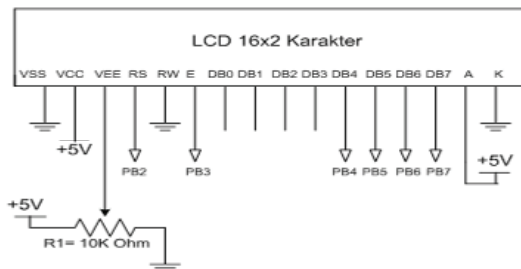
Gambar 6. Linear Voltage Regulator L7805



Gambar 7. Rangkaian Power Supply

Rangkaian LCD

LCD yang digunakan adalah tipe LMB162 dengan tampilan 16 x 2 karakter. Dari gambar dapat dilihat pin-pin LCD dihubungkan dengan Port C dari mikrokontroler AVR ATmega16, untuk dapat menampilkan teks. Gambar 8 menunjukkan rangkaian skematik LCD.



Gambar 8. Rangkaian Skematik LCD

Pengaplikasian Software

Pembuatan Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis berbasis Mikrokontroler AVR ATmega16, selain terdapat rangkaian berupa *input* dan *output*, terdapat juga sebuah proses yang memberi perintah pada setiap gerakan, proses tersebut diatur oleh program. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C yang dibangun melalui *software Code Vision AVR* yang kemudian *download* melalui *AVR ISP Programmer Cable*.

Code Vision AVR ATmega16

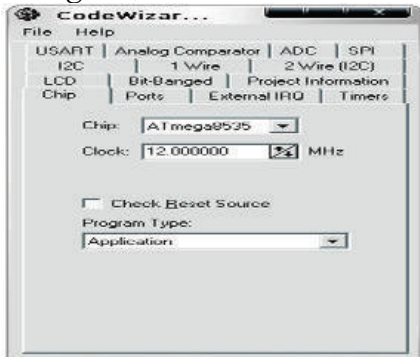
Code Vision AVR C Compiler pada dasarnya merupakan perangkat lunak pemrograman mikrokontroler keluarga AVR berbasis bahasa C. Ada tiga komponen penting yang telah diintegrasikan dalam perangkat lunak: *Compiler C*, *IDE* dan *Program Generator*. Pada *tool Code Vision AVR* bisa ditentukan *port-port* dari Mikrokontroler AVR yang berfungsi sebagai *input* maupun *output*, serta bisa juga ditentukan tentang penggunaan fungsi-fungsi internal dari AVR. Dalam program terdapat sebuah pemroses yang akan memerintahkan setiap pergerakan aksi mesin dengan pemrograman bahasa C. Adapun langkah-langkah dalam pembuatan program, Gambar 9 menunjukkan bentuk *frame file type*.

1. Jalankan *Code Vision AVR*, kemudian klik *File->New*, Pilih *Project*.



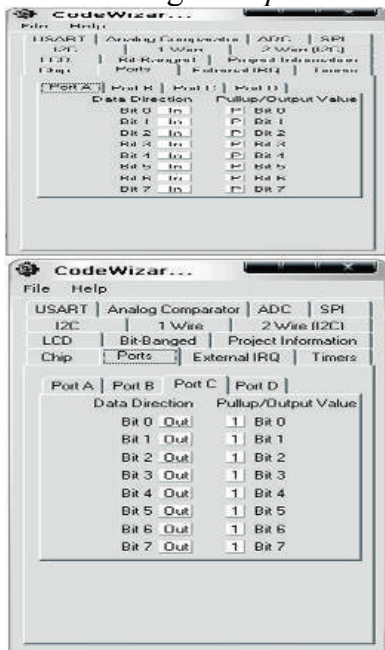
Gambar 9. File Type

2. "Do you want to use the Code WizardAVR?" Klik Yes.
3. Pilih Chip yang digunakan, chip: ATmega16, clock: 12.000000 MHz.



Gambar 10. Code Wizard AVR untuk Penggunaan Chip

4. Lakukan setting sebagai berikut:
Port A = Sebagai Input Pullup
Port C = Sebagai Output

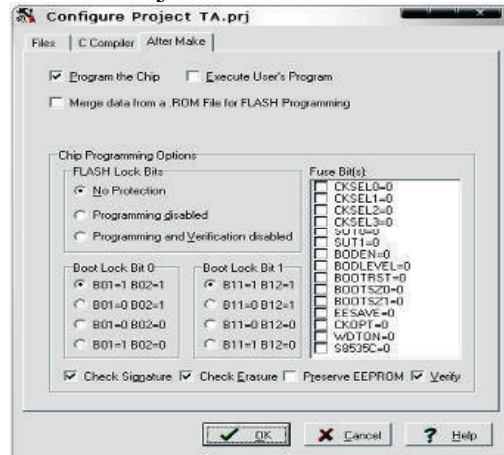


Gambar 11. Code Wizard AVR untuk Penentuan Port

Gambar 11 menunjukkan menu untuk menentukan port yang digunakan sebagai input atau output.

5. Klik File->Generate, Save and Exit.
6. Buatlah source code seperti pada lampiran.

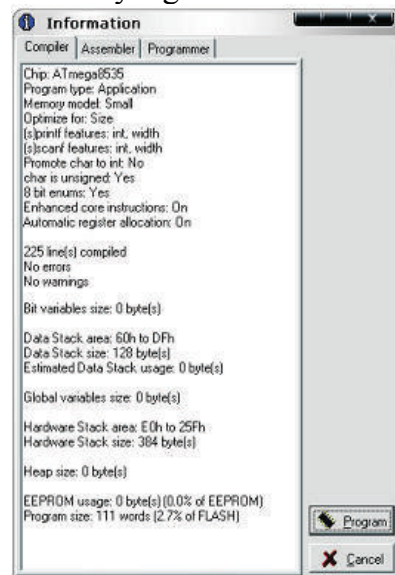
7. Setelah selesai membuat source code, klik Setting->Programmer.
8. Pilih AVR Chip Programmer Type: Ganda System STK200+/300 dan pilih Printer Port pada LPT1:378h
9. Klik Project ->Configure, kemudian pilih menu After Make dan aktifkan Program the Chip. Klik OK jika sudah.



Gambar 12. Konfigurasi Chip

Gambar 12 menunjukkan menu untuk menentukan jenis chip yang digunakan.

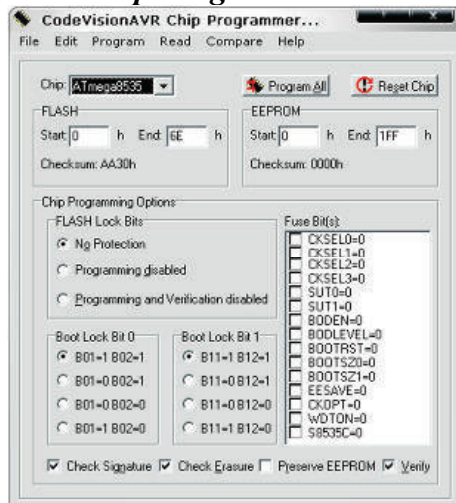
10. Untuk meng-compile project, klik Project ->Make. Pastikan program tidak ada yang error.



Gambar 13. Tampilan Compiler

Gambar 13. menunjukkan proses *flashing* program kedalam mikrokontroler.

11. Jika tidak ada *error* maka *file* siap *download* ke *chip*. Pastikan koneksi kabel *downloader* dan *chip* sudah terpasang dengan benar, klik **Tools -> Chip Programmers**.



Gambar 14. Menunjukkan proses *download* program ke mikrokontroler.

12. Nyalakan *power supply* dan klik **Program All**. Tunggu hingga proses *download* selesai.

Perancangan Program

Program yang digunakan sebagai pemrograman bekerjanya mesin Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis berbasis Mikrokontroler AVR ATmega16 ialah *Code Vision AVR*. Proses pembuatan program tersebut terdiri atas :

Inisialisasi Program

Inisialisasi ialah bagian yang terdapat pada program utama yang berfungsi untuk melakukan persiapan penggunaan *port-port*. Dimana *port-port* yang akan dipakai dikoneksikan pada program yang dibuat dapat menggerakkan suatu sistem yang

dirancang untuk penginisialisasian *port* masukan dan *port* keluaran.

Pada tahap inisialisasi, alamat awal yang digunakan adalah FFh. Jumlah *port* yang digunakan sebanyak dua *port*. alamat pada *port* dituliskan alamat tertinggi, dikarenakan *port* tersebut *active high*. Begitu juga sebaliknya, alamat pada *port* dituliskan alamat terendah, maka *port* tersebut *active low*.

Program Utama

Program utama adalah program keseluruhan mesin yang didalamnya terdapat program agar motor dapat bergerak. Untuk program keseluruhan, dapat dilihat pada lembar lampiran.

Spesifikasi Alat

Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis dirancang untuk dapat melaksanakan fungsi-fungsi sesuai dengan algoritma yang mengeluarkan kartu sesuai dengan jenis kendaraan dan golongannya. Dalam pembuatan Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis, hal yang perlu diperhatikan adalah penempatan sensor, desain konstruksi, sistem mekanik, dan pemasangan *gearbox* pada mesin, sehingga kartu akan keluar dengan baik.

Pada Tugas Akhir pembuatan Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis, kerangka mesin terbuat dari bahan *acrylic* (3mm). Mekanisme untuk mengeluarkan kartu, digunakan motor DC yang berasal dari mekanik CD dan *gearbox* 12 Volt untuk menggerakkan palang. Mekanik CD yang sudah disambungkan dengan motor DC berfungsi untuk mendorong kartu keluar, mekanik pendorong yang sudah disambungkan ke motor mekanik CD berfungsi menjadi

pendorong untuk mengeluarkan kartu ke lubang yang telah ditentukan.

Pada Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis, dipasang 5 sensor *photodiode* sebagai sensor *level* pembaca ketinggian kendaraan dan 1 sensor lagi sebagai penggerak palang. Peletakkan sensor *level*, diletakkan berderet dan menyusun keatas, dengan jarak antara sensor yang lainnya 3 cm. Pemasangan sensor dilakukan agar kerja sensor dapat bekerja dengan baik sesuai dengan tinggi kendaraan yang telah ditentukan. Sensor berat di dibuatkan mekanik khusus agar dapat tertekan oleh beban. Pada bagian depan mesin terdapat 1 sensor sebagai indikator untuk menutup dan membuka palang serta *driver* untuk lampu indikator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai yang dihasilkan, yakni berupa tegangan dari sensor berat, sensor *level* dan *output IC L293D* serta rangkaian sistem minimum. Instrumen yang digunakan untuk mengukur tegangan adalah dengan menggunakan multimeter analog serta multimeter digital.

Pengujian alat dilakukan dengan cara mengukur tiap-tiap titik komponen yang terjadi perubahan tegangan karena aktif atau tidaknya suatu rangkaian. Alat yang digunakan dalam pengukuran tegangan dan arus pada tiap-tiap titik adalah *multimeter digital merk Sanwa CD800A* dan *multimeter analog Heles SP-38D* dengan spesifikasi: DCV = 0.25-2.5-10-50-250-500-1KV \pm 3% FS 4 K Ω /V, ACV = 10-50-250-500-1KV \pm 5% FS 4K Ω /V, DCA = 0.25-25-500mA \pm 3% FS < 0,4V, Ω = X 1, X10-X1K \pm 3 FS, BATT = 0,8 - 1.6V. *Netbook* dengan

spesifikasi *Prosesor Intel Arom Inside N550*. Program bantu berupa *AVR Code Vision versi V2.05*

Instrumen yang digunakan

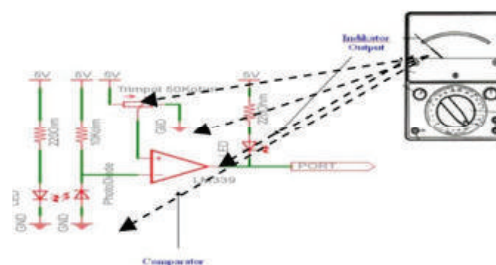
Multimeter adalah suatu alat yang dipakai untuk menguji atau mengukur komponen disebut juga *Avometer*, dapat dipakai untuk mengukur *ampere*, *volt* dan *ohm meter*. *Multimeter digital* mempunyai keunggulan, karena nilai yang dihasilkan melalui *multimeter digital* lebih akurat serta mudah dalam pembacaan. Pada pengukuran alat tersebut, rangkaian yang diukur menggunakan *multimeter* adalah rangkaian sensor *level*, sensor berat dan *driver*.

Rangkaian Input

Rangkaian *input* yang akan diuji adalah rangkaian sensor *level* dan sensor berat.

Pengukuran Rangkaian Sensor Level

Pengukuran dilakukan pada *input IC LM339*, pengukuran dilakukan pada dua kondisi yaitu pada saat sensor terhalang kendaraan dan pada saat tidak terhalang. Apabila sensor terhalang kendaraan maka nilai yang dihasilkan berlogika rendah. Sebaliknya, jika sensor tidak terhalang maka nilai yang dihasilkan akan berlogika tinggi.



Gambar 15. Skema dan susunan peralatan untuk pengujian blok rangkaian sensor

Pengukuran sensor berat

Pengukuran dilakukan pada dua kondisi yaitu pada saat sensor diberi beban dan pada saat tidak diberi beban. Apabila sensor diberi beban maka nilai yang dihasilkan berlogika 1. Sebaliknya, jika sensor tidak diberi beban maka nilai yang dihasilkan akan berlogika 0.

$$\text{Nilai ADC} = \frac{V_{in}}{V_{Ref}} \times 255$$

Keterangan :

1. Nilai *range* ADC tiap golongan yang tampil pada LCD dengan bilangan (Desimal).
2. Nilai ADC yang ditetapkan untuk (Golongan 1) = $\geq 0 \leq 75$. Dengan Beban Benda = 1 Kg.
3. Nilai ADC yang ditetapkan untuk (Golongan 2) = $\geq 76 \leq 130$. Dengan Beban Benda = 2 Kg.
4. Nilai ADC yang ditetapkan untuk (Golongan 3) = $\geq 131 \leq 170$. Dengan Beban Benda = 3 Kg.
5. Nilai ADC yang ditetapkan untuk (Golongan 4) = $\geq 171 \leq 193$. Dengan Beban Benda = 4 Kg.
6. Nilai ADC yang ditetapkan untuk (Golongan 5) = $\geq 194 \leq 255$. Dengan Beban Benda = 5 Kg

Rangkaian proses

Rangkaian proses terletak pada rangkaian sistem minimum. Nilai yang diukur adalah keluaran dari mikrokontroler, yang terdapat pada *port*.

Pengukuran Rangkaian Proses

Pengukuran rangkaian proses dilakukan untuk dapat mengetahui nilai tegangan yang dihasilkan pada *port* dari mikrokontroler. Diukur untuk *input* yang ada pada *port* A dan *output* pada *port* B dan D. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui nilai

tegangan yang dihasilkan pada *port* A, B dan D yang berlogika tegangan *high* atau *low*.

Tabel4. Pengukuran rangkaian proses *Input logika High portA*

Tegangan <i>input</i> berlogika <i>high</i>	Ket.
,6	Sensor 1
,6	Sensor 2
,6	Sensor 3
,6	Sensor 4
,6	Sensor 5
,6	Sensor 6

Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran pada rangkaian proses *input* yang dilakukan pada *port* A.

Tabel 5. Pengukuran Rangkaian Proses *Input Logika Low Pada PortA*

Tegangan <i>input</i> berlogika <i>low</i>	Ket.
,5	Sensor 1
,5	Sensor 2
,5	Sensor 3
,5	Sensor 4
,5	Sensor 5
,5	Sensor 6

Tabel 5 menunjukkan hasil pengukuran pada rangkaian proses *input* logika *low* yang dilakukan pada *port* A.

Tabel 6. Pengukuran Rangkaian Proses *Output Logika High Pada Port B*

Tegangan <i>input</i> berlogika <i>low</i>	Ket.
	Indikator 1

									Indikator 2
								,7	Indikator 3
								,7	Indikator 4
								,7	Indikator 5
								,7	Indikator Merah
								,7	Indikator Hijau

Tabel 6 menunjukkan hasil pengukuran pada rangkaian proses *output* logika *high* yang dilakukan pada *port* B.

Tabel 7. Pengukuran Rangkaian Proses *Output* Logika *Low* Pada *Port* B

Tegangan <i>input</i> berlogika <i>low</i>								Kete.
7	6	5	4	3	2	1	0	
								Indikator 1
								Indikator 2
								Indikator 3
								Indikator 4
								Indikator 5
								Indikator Merah
								Indikator Hijau

Tabel 7 menunjukkan hasil pengukuran pada rangkaian proses *output* logika *low* yang dilakukan pada *port* B.

Tabel 8. Pengukuran Proses *Output* Logika *Low* Pada *Port* D

Tegangan <i>input</i> berlogika <i>low</i>								Ket.
7	6	5	4	3	2	1	0	
							0	Indikator 1
							0	Indikator 2
							0	Indikator 3
							0	Indikator 4
							0	Indikator 5
							0	Indikator Merah
							0	Indikator Hijau

Hijau

Tabel 8. Menunjukkan hasil pengukuran pada Rangkaian Proses *Output* logika *Low* yang dilakukan pada *Port* D.

Tabel 9. Pengukuran Proses *Output* Logika *High* Pada *Port* D

Tegangan <i>input</i> berlogika <i>low</i>								Keterangan
7	6	5	4	3	2	1	0	
							4,7	Indikator 1
							4,7	Indikator 2
							4,7	Indikator 3
							4,7	Indikator 4
							4,7	Indikator 5
							4,7	Indikator Merah
							4,7	Indikator Hijau

Rangkaian *Output*

Pengukuran *output* dilakukan pada *input* IC L293D dan *output* IC L293D. Pengukuran dilakukan saat *input* atau *output* ber kondisikan *high* (1) dan *low* (0). Tegangan yang diberikan untuk motor ialah sebesar +12V dan tegangan untuk IC L293D adalah sebesar +5V.

Tabel 10. Pengukuran *output* IC L293D

<i>Output</i> L293D	Kondisi	
	<i>High</i> (1)	<i>Low</i> (0)
Motor <i>gearbox</i> buka	9	0,6
Motor <i>gearbox</i> tutup	9	0,6
Mekanik CD maju	9	0,6
Mekanik CD mundur	9	0,6

Hasil Analisa Sistem

Tahap pengujian analisa sistem dapat dilakukan dengan cara melakukan pengujian melalui program.

Pengujian dilakukan dengan tujuan agar dapat diketahui apakah sistem mekanik mesin yang dibuat telah melakukan fungsinya dengan benar sesuai dengan apa yang telah diprogram. Mesin dapat memberikan indikasi kartu sesuai golongan kendaraan dan menentukan golongan kendaraan berdasarkan pada Berat dan Tinggi Kendaraan.

Implementasi Alat

Hasil penelitian diharapkan mempunyai implementasi pada beberapa bidang, yaitu:

Bidang Keteknikan

Penelitian pembuatan Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis diharapkan dapat dijadikan sebagai aplikasi nyata dari kemajuan teknologi kendali secara otomatis menggunakan Mikrokontroler.

Bidang Transportasi

Pembuatan Model Mesin Pengambilan kartu tol otomatis diharapkan dapat dikembangkan untuk membantu proses transaksi dalam gerbang tol agar lebih efektif dan efisien.

Bidang Pendidikan

Sistem Model Mesin Pengambilan kartu tol otomatis diharapkan dapat dipelajari dan dapat dipraktikkan sebagai alat bantu pembelajaran, serta dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan meski khususnya aplikasi Mikrokontroler guna menjadi salah satu acuan bagi para pengembang sesudahnya yang berkeinginan mengembangkan sistem mesin dan mikrokontroler.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian pada Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis berbasis Mikrokontroler AVR Atmega16, maka dapat mengambil kesimpulan dari hasil pengujian sebagai berikut:

1. Model Mesin dapat memberikan indikasi golongan kendaraan berupa lampu indikator sesuai golongannya masing-masing
2. Model mesin dapat membedakan golongan kendaraan berdasarkan pada berat dan tinggi kendaraan yang telah ditentukan.

Saran

Dari hasil penyusunan proposal penelitian dan juga pembuatan terhadap Model Mesin Pengambilan Kartu Tol Otomatis berbasis Mikrokontroler AVR ATmega16, masih terdapat banyak kekurangan, baik dari segi sistem mekanik mesin, elektronik maupun insialisasi program. Maka, terdapat beberapa saran serta masukan, agar dalam proses pengerjaan Tugas Akhir nantinya akan dapat lebih baik lagi. Berikut saran dan masukan diantaranya:

1. Kemungkinan adanya kekurangan yakni pada bagian mekanik mesin, dimana mekanisme cara motor untuk mengeluarkan kartu.
2. Memaksimalkan penggunaan *port* yang ada pada mikrokontroler AVR ATmega16 agar dapat memaksimalkan kerja mesin sesuai aplikasi yang digunakan.
3. Penyusunan program yang baik dan benar sehingga mesin dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

DAFTAR RUJUKAN

- _. 2004. Application Notes. "Innovative Electronics". <http://indoware.com/index.php?tf=news&aksi=lihat&id=20> (diunduh pada :15 Juni 2011)
- Budiharto, Widodo. 2006. *Belajar Sendiri Membuat Mesin Cerdas*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Budiharto, Widodo. 2005 *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*. Jogja, Peberbit: ANDI
- Clyton , George dan Steve Winder. 2005. *Operational Amplifier*. Jakarta: Erlangga.
- Malvino. 1981. *Prinsip-prinsip Elektronik*. Jakarta : Erlangga.
- Rosyidi, Lukman. 2003. *Modul Trang Mikrokontroler AVR Level Basic*. Jakarta: Prasimax.
- Sandy Halim. 2007. *Merancang Mobile Mesin Pembawa Objek Menggunakan OOPic-R*. Jakarta: Elexmedia Komputindo.
- Wasito S. 1983. *Pelajaran Elektronika IA Sirkuit Arus Searah*. Jakarta: Karya Utama.
- William Cooper, *Instrumentasi Elektronika*. Terjemahan Penerbit Erlanga. Jakarta. 1994.