



TUGAS AKHIR - TE145561

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN MESIN PENUKAR UANG KOIN KE UANG KERTAS

Nofrialdi
NRP 1031150000029

Dosen Pembimbing
Ir. Hany Boedinugroho, M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TE 145561

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN MESIN PENUKAR UANG KOIN KE UANG KERTAS

Nofrialdi
NRP 1031150000029

Dosen Pembimbing
Ir. Hany Boedinugroho, M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - TE 145561

PLANNING AND MANUFACTURING OF COINS TO PAPER MONEY CHANGER MACHINE

Nofrialdi
NRP 1031150000029

Supervisor
Ir. Hany Boedinugroho, M.T.

ELECTRICAL AND AUTOMATION ENGINEERING DEPARTMENT
Vocational Faculty
Institut Teknolog Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **“PERENCANAAN DAN PEMBUATAN MESIN PENUKAR UANG KOIN KE UANG KERTAS”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 31 Juli 2018



Nofrialdi

NRP 1031150000029

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN MESIN PENUKAR UANG
KOIN KE UANG KERTAS**

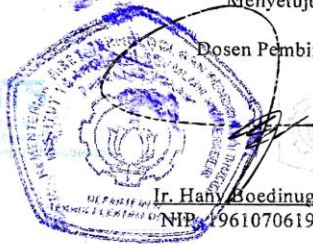
TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik
Pada

Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Ir. Hany Boedinugroho, M.T.

NIP. 196107061987011001

**SURABAYA
JULI, 2018**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN MESIN PENUKAR UANG KOIN KE UANG KERTAS

Nama : Nofrialdi
Pembimbing : Ir. Hany Boedinugroho, M.T.

ABSTRAK

Uang koin merupakan alat tukar dengan nominal kecil yang secara resmi digunakan di Indonesia. Pada saat ini masyarakat hanya dapat menukarkan uang koin yang dimiliki ke seluruh bank yang ada di Indonesia. Pada tugas akhir ini membuat mesin penukar uang koin ke uang kertas. Alat ini dibuat semudah mungkin agar dapat digunakan oleh seluruh kalangan masyarakat. Alat ini menggunakan dua buah sensor untuk mendeteksi uang koin yang masuk ke dalam mesin dan menggunakan mikrokontroler Atmega32 sebagai kendalinya.

Setiap uang koin memiliki diameter dan berat yang berbeda-beda. Uang koin akan ditentukan nominalnya berdasarkan ukuran diameter uang koin tersebut. Pada setiap lubang uang koin, terdapat sensor photodiode yang akan menghitung jumlah dan nominal uang koin yang masuk. Semua uang koin yang masuk akan dihitung beratnya menggunakan sensor loadcell untuk memvalidasi keaslian uang koin. Jika berat dan nominal uang koin sesuai maka uang koin akan masuk ke dalam penyimpanan dan pengguna bisa memilih nominal uang kertas yang akan dikeluarkan, sedangkan jika berat dan nominal tidak sesuai maka uang koin akan keluar kembali.

Alat ini dapat membaca dan menukarkan uang koin dengan nominal Rp 100, Rp 200, Rp 500 dan Rp 1.000 menjadi uang kertas dengan nominal Rp 5.000 dan Rp 10.000 dengan akurat.

Kata Kunci : Uang koin, Photodiode, Uang kertas, Loadcell.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**PLANNING AND MANUFACTURING OF COINS TO PAPER
MONEY CHANGER MACHINE**

Name : Nofrialdi
Supervisor : Ir. Hany Boedinugroho, M.T.

ABSTRACT

coins is a small nominal exchange instrument that can be used in Indonesia. At this time, people can only exchange the money they have to all banks in Indonesia. In this final project to make coins to paper changer machine. This machine is made as easy as possible so that it can be used by all people. This tool uses two sensors to detect the money coming into the machine and use Atmega32 microcontroller as its controller.

Each coin has a different diameter and weight. coins will be determined nominally based on the diameter of the coin. On each coin hole, there is a photodiode sensors that will calculate the amount and nominal coins. coins will be weighed using a loadcell sensor to validate the authenticity of the coin. If the weight and nominal coins are appropriate then the coins will go into storage and users can choose nominal paper money money will be issued, whereas if the weight and the nominal does not match then the coin money will come back out of the machine.

this machine can read and exchange coins with nominal of Rp 100, Rp 200, Rp 500 and Rp 1,000 to paper money with nominal Rp 5,000 and Rp 10,000 accurately.

Keywords: *Coins, Photodiode, Money Paper, Loadcells.*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma-3 pada Program Studi Komputer Kontrol, Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul:
**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN MESIN PENUKAR UANG
KOIN KE UANG KERTAS**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu dan Bapak penulis yang memberikan berbagai bentuk doa serta dukungan tulus tiada henti, Bapak Ir.Hany Boedinugroho,M.T. atas segala bimbingan ilmu, moral dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, 31 Juli 2018

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	vi
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Metodelogi Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Laporan	3
1.7 Relevansi	4
BAB II TEORI DASAR	5
2.1 Uang Koin	5
2.1.1 Ciri Ciri Keaslian dan Bentuk Fisik Uang Koin....	5
2.2 Mikrokontoler ATmega 32.....	6
2.2.1 Arsitektur ATmega 32.....	7
2.2.2 Konfigurasi Pin Atmega 32.....	9
2.3 Sensor Cahaya	11
2.3.1 Jenis Jenis Sensor Cahaya	11
2.4 Sensor Berat.....	12
2.4.1 Prinsip Kerja Sensor Berat	12
2.5 Modul HX711.....	14
2.6 Liquid Crystal Display (LCD)	15
2.7 Motor Servo.....	15
2.7.1 Prinsip Kerja Motor Servo	16
2.8 Motor DC	17
2.8.1 Tiga Komponen Utama Motor DC:.....	17
2.9 Driver Motor.....	18
2.10 Codevision AVR	18

BAB III	PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	21
3.1	Perancangan <i>Hardware</i>	23
3.1.1	Perancangan Mesin Penukar Uang	23
3.1.2	Perancangan Mikrokontroler ATmega 32.....	23
3.1.3	Perancangan LCD dan Mikrokontroler.....	24
3.1.4	Perancangan Driver Motor.....	26
3.1.5	Perancangan Sensor Photodiode	27
3.1.6	Perancangan Sensor Loadcell dan Modul Hx711	28
3.1.7	Rangkaian Catu Daya	29
3.2	Perancangan Software	30
3.2.1	Program Nominal dan Berat Uang Koin.....	32
3.2.2	Program Motor Servo	33
3.2.3	Program Motor DC	33
3.3	Perancangan Perangkat Penunjang.....	34
3.3.1	Perancangan Mekanisme Penerimaan uang koin ..	34
3.3.2	Perancangan Mekanisme Pengeluaran Uang Kertas	35
BAB IV	UJI UKUR DAN UJI ALAT.....	37
4.1	Pengukuran Berat Uang Koin.....	37
4.2	Pengukuran tegangan photodiode	40
4.3	Pengukuran Motor dan Driver Motor.....	41
4.4	Pengujian LCD 16x2.....	43
4.5	Pengujian Rangkaian <i>Push Button</i>	44
4.6	Pengujian Pembacaan Nominal Uang Koin	45
4.7	Pengujian Sistem Penukaran Uang.....	49
4.8	Petunjuk Penggunaan Alat	52
4.9	Pengujian Program	52
4.9.1	Program Awal	52
4.9.2	Program Pembacaan Nominal Uang Koin	54
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran.....	57
	DAFTAR PUSTAKA.....	59
	LAMPIRAN	61
1.	Listing Program.....	61

2.	<i>Data Sheet</i> Atmega 32.....	80
3.	<i>Data Sheet</i> BD 139.....	84
BIODATA PENULIS.....		87

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 2.1	Ciri – Ciri Uang Koin Rp 100 Tahun Emisi 1999	6
Gambar 2.2	Ciri – Ciri Uang Koin Rp 200 Tahun Emisi 2003	6
Gambar 2.3	Ciri – Ciri Uang Koin Rp 500 Tahun Emisi 2003	6
Gambar 2.4	Ciri – Ciri Uang Koin Rp 1.000 Tahun Emisi 2003	6
Gambar 2.5	Mikrokontroler Atmega 32	7
Gambar 2.6	Blok Diagram Atmega 32	8
Gambar 2.7	Konfigurasi Pin Atmega 32	9
Gambar 2.8	Solar Cell	11
Gambar 2.9	Macam – Macam Sensor Photoconductive	12
Gambar 2.10	Macam – Macam Sensor Berat	12
Gambar 2.11	Rangkaian Jembatan Wheatstone	13
Gambar 2.12	Modul Hx711	14
Gambar 2.13	Macam – Macam LCD	15
Gambar 2.14	Motor Servo	16
Gambar 2.15	Bagian dalam Motor Servo	16
Gambar 2.16	Motor DC	17
Gambar 2.17	Bagian dalam Motor DC	18
Gambar 2.18	Tampilan Codevision AVR	19
Gambar 3.1	Diagram Blok Tugas Akhir	21
Gambar 3.2	Rangkaian Minimum System Atmega 32	24
Gambar 3.3	Rangkaian LCD 16x2 dan Mikrokontroler	26
Gambar 3.4	Rangkaian Drive Motor	27
Gambar 3.5	Rangkaian Photiododa	28
Gambar 3.6	Rangkaian Amplifier Hx711	29
Gambar 3.7	Rangkaian Catu Daya	30
Gambar 3.8	Flowchart Perancangan Software	31
Gambar 3.9	Desain Mesin Penukar Uang Kertas ke Uang Koin	34
Gambar 3.10	Mekanisme Penerimaan Uang Koin	35
Gambar 3.11	Mekanisme Pengeluaran Uang Kertas	36
Gambar 4.1	Cara Pengambilan Data Sensor	40
Gambar 4.2	Cara Pengambilan Tegangan dan Arus Motor	41
Gambar 4.3	Cara Pengambilan Tegangan dan Arus Transistor	42

Gambar 4.4	Tampilan Awal LCD	43
Gambar 4.5	Tampilan Awal LCD	43
Gambar 4.6	Tampilan Jumlah Nominal Uang Koin.....	44
Gambar 4.7	Tampilan Jumlah Nominal Uang Koin.....	44
Gambar 4.8	Program awal.....	53
Gambar 4.9	Tampilan Program Awal	53
Gambar 4.10	Tampilan Program Awal	54
Gambar 4.11	Program pembacaan nominal uang koin	54
Gambar 4.12	Tampilan Program Pembacaan Nominal Uang Koin ...	55
Gambar 4.13	Tampilan Program Pembacaan Nominal Uang Koin ...	55

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 4.1	Pengukuran Berat Uang Koin Rp 100 37
Tabel 4.2	Pengukuran Berat Uang Koin Rp 200 38
Tabel 4.3	Pengukuran Berat Uang Koin Rp 500 38
Tabel 4.4	Pengukuran Berat Uang Koin Rp 1.000 39
Tabel 4.5	Pengukuran Nilai Tegangan photodiode..... 40
Tabel 4.6	Pengukuran Tegangan dan Arus Motor 41
Tabel 4.7	Pengukuran Driver Motor..... 42
Tabel 4.8	Pengujian Push Button Kondisi Awal 44
Tabel 4.9	Pengujian Push Button Kondisi Masukkan Uang Koin .. 45
Tabel 4.10	Pembacaan Nominal Uang Koin Rp 100 45
Tabel 4.11	Pembacaan Nominal Uang Koin Rp 200 46
Tabel 4.12	Pembacaan Nominal Uang Koin Rp 500 47
Tabel 4.13	Pembacaan Nominal Uang Koin Rp 1.000 48
Tabel 4.14	Hasil Pengujian Penukaran Uang 49
Tabel 4.15	Hasil Pengujian Penukaran Uang 51

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Uang adalah suatu benda dengan satuan hitung tertentu yang dapat digunakan sebagai alat pembayaran dalam berbagai transaksi barang atau jasa. Uang berdasarkan jenis bahannya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu uang kertas dan uang koin. Uang kertas adalah alat tukar dengan nominal besar yang secara resmi digunakan. uang kertas terbuat dari kapas sehingga tidak mudah rusak, uang kertas memiliki gambar dan ciri ciri tertentu untuk membedakan nilai dari mata uang tersebut. Sedangkan uang koin merupakan alat tukar dengan nominal kecil yang secara resmi digunakan. Uang koin terbuat dari 3 macam logam, yaitu aluminium, nikel dan kuningan. Uang koin sangat tidak praktis karena akan terasa memberatkan jika dibawa dalam jumlah yang banyak, sehingga uang koin dibiarkan berserakan didalam rumah, ditambah lagi uang koin sudah jarang digunakan untuk transaksi barang atau jasa dalam jumlah yang banyak. Saat ini masyarakat hanya dapat menukarkan uang koin yang dimiliki ke seluruh bank yang ada di Indonesia.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penyusun akan membuat mesin penukar uang koin ke uang kertas. Alat ini berfungsi untuk menukarkan uang koin menjadi uang kertas. Dengan alat ini, uang koin yang kita miliki dapat ditukarkan menjadi uang kertas sehingga uang koin tidak lagi dibiarkan berserakan di dalam rumah. Alat ini akan sangat berguna pada saat kita memiliki uang koin dalam jumlah yang banyak. Selain dapat menukarkan uang koin menjadi uang kertas, alat ini juga dapat menghitung jumlah uang koin dengan akurat.

Alat ini dapat menerima uang koin dengan nominal Rp 100, Rp 200, Rp 500 dan Rp 1.000 dan dapat mengeluarkan uang kertas dengan nominal Rp 5.000 dan Rp 10.000. Alat ini dapat mendeteksi uang koin yang masuk dengan sensor photodiode. Uang koin yang dimasukkan ke dalam alat ini akan ditentukan nominalnya berdasarkan ukuran diameter dari setiap uang koin. Terdapat sensor *Loadcell* untuk memvalidasi keaslian uang koin yang dimasukkan agar tidak terjadi kesalahan dalam pembacaan jumlah uang koin.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini yaitu :

1. Diameter dan berat uang koin yang berbeda beda
2. Berat uang koin yang dapat terbaca paling ringan 1,79 gr
3. Selisih berat uang koin yang dapat terbaca paling sedikit 0,59 gr

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini yaitu:

1. uang yang dideteksi merupakan uang koin dengan nominal Rp 100 tahun emisi 1999, Rp 200 tahun emisi 2003 dan 2016, Rp 500 tahun emisi 2003 dan 2016 dan Rp 1.000 tahun emisi 2010 dan 2016. mengeluarkan uang kertas dengan nominal Rp 5.000 dan Rp 10.000.
2. sensor berat yang digunakan *loadcell* kapasitas maksimum 1 kg.
3. Maksimal penukaran uang koin dengan jumlah nominal Rp.30.000.
4. Uang kertas yang dikeluarkan dengan nominal Rp.5.000 dan Rp.10.000

1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini yaitu :

1. Mampu membaca nominal uang koin dengan berat dan diameter
2. Mampu membaca berat uang koin dengan berat terkecil 1,79 gr

1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan metodologi, yaitu, tahap persiapan, tahap perencanaan dan pembuatan alat, tahap pengujian dan analisis, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa buku Tugas Akhir.

Pada tahap persiapan akan dipelajari mengenai pembacaan berat uang koin menggunakan sensor *loadcell*, pembacaan nominal uang koin menggunakan sensor photodiode, pengendalian motor DC arus searah dengan bahasa pemrograman CVAVR untuk memprogram mikrokontroler Atmega32. Pada tahap perencanaan dan pembuatan alat, akan dilakukan pembuatan penyortiran uang koin beserta rangkaian elektronik yang menjadi masukan dan keluaran sistem. Setelah pembuatan penyortiran uang koin, maka proses selanjutnya adalah pembuatan tempat penampungan uang koin dan uang kertas serta membuat jalur mekanik

agar semua masukan dan keluaran saling terhubung. Kemudian akan dilakukan pembuatan program untuk mendeteksi nominal uang koin dengan menggunakan sensor photodiode, membuat program untuk membaca berat uang koin dengan sensor *loadcell*, membuat program pengendalian motor DC, membuat program untuk menggerakkan motor servo dan membuat program LCD 16x2 untuk menampilkan kondisi pada mesin penukar uang koin ke uang kertas. Setelah dilakukan perencanaan dan pembuatan alat, akan dilakukan pengukuran dan pengujian alat. Dari hasil pengukuran dan pengujian, akan ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan laporan penelitian.

1.6 Sistematika Laporan

Pembahasan Tugas Akhir ini akan dibagi menjadi lima Bab dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan dan relevansi.

Bab II Teori Dasar

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka, konsep dari Atmega32, Uang Koin dan Motor DC.

Bab III Perancangan dan Pembuatan Alat

Bab ini membahas tentang penjelasan dari metodologi yang digunakan.

Bab IV Uji Ukur dan Uji Alat

Bab ini memuat tentang tujuan serta cara pengukuran dan pengujian alat. Seperti pengujian pembacaan nominal uang koin, mengukur berat setiap uang koin yang dimasukkan, pengukuran arus serta tegangan pada rangkaian elektronik dan pengujian sistem penukaran uang.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan, hasil uji ukur dan uji alat yang telah diperoleh.

1.7 Relevansi

Hasil yang diperoleh dari Tugas Akhir ini diharapkan memberikan manfaat berupa penerapannya pada kalangan masyarakat untuk penukaran uang koin ke uang kertas.

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Uang Koin [1]

Uang koin adalah uang yang terbuat dari bahan logam seperti emas, perak, tembaga, aluminium dan perunggu yang diterbitkan oleh pemerintah Indonesia sebagai alat pembayaran yang sah. Uang koin yang telah diterbitkan di Indonesia sangat banyak, mulai dari Rp. 1 sampai dengan Rp. 1.000. Untuk saat ini uang koin yang masih berlaku di Indonesia mulai dari pecahan Rp. 100 hingga Rp 1.000. Setiap uang koin dengan nominal yang berbeda memiliki ciri-ciri tersendiri yang membedakan antara satu dan lainnya.

2.1.1 Ciri Ciri Keaslian dan Bentuk Fisik Uang Koin

Menurut penjelasan UU No. 23 tahun 1999 tentang Bank Indonesia, ciri uang adalah tanda-tanda tertentu pada setiap uang yang ditetapkan oleh Bank Indonesia dengan tujuan untuk mengamankan uang tersebut dari upaya pemalsuan. Tanda-tanda tersebut dapat berupa warna, gambar, ukuran, berat dan tanda-tanda lainnya yang ditetapkan oleh Bank Indonesia.

Dalam Pasal 1 ayat 5 UU No.7 tahun 2011 tentang Mata Uang disebutkan bahwa ciri rupiah adalah tanda tertentu pada setiap rupiah yang ditetapkan dengan tujuan untuk menunjukkan identitas, membedakan harga atau nilai nominal dan mengamankan rupiah tersebut dari upaya pemalsuan. Secara umum, ciri-ciri keaslian rupiah cukup mudah dikenali oleh masyarakat.

Pecahan uang koin di Indonesia sangat mudah dibedakan antara satu dan lainnya mulai dari berat, diameter, tebal, warna, dan gambar yang tertera pada uang koin tersebut. Adapun ciri-ciri uang koin di Indonesia ditunjukkan pada Gambar 2.1, 2.2, 2.3 dan 2.4



Gambar 2.1 Ciri – Ciri Uang Koin Rp 100 Tahun Emisi 1999



Gambar 2.2 Ciri – Ciri Uang Koin Rp 200 Tahun Emisi 2003



Gambar 2.3 Ciri – Ciri Uang Koin Rp 500 Tahun Emisi 2003



Gambar 2.4 Ciri – Ciri Uang Koin Rp 1.000 Tahun Emisi 2003 [1]

2.2 Mikrokontroler ATmega 32 [2]

Mikrokontroler adalah sebuah mini chip komputer dengan kontroler 8 bit yang berfungsi sebagai pengendali dalam skala kecil. Mikrokontroler Atmega32 memiliki 8 bit dengan pin I/O sebanyak 32 buah dan memiliki 4 port. Didalam mikrokontroler sudah mempunyai ADC, PWM internal, memori dan I/O terdapat dalam satu pak IC.

Mikrokontroler hanya dapat dijalankan menggunakan bahasa C dan *assembly*. Fungsi mikrokontroler pada alat ini yaitu untuk mengendalikan jalannya alur proses penukaran uang. Pada alat ini mikrokontroler mengendalikan motor DC, menerima data dari sensor *loadcell* dan sensor photodiode serta mengirim data ke LCD 16x2. Gambar mikrokontroler ATmega32. Dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Mikrokontroler Atmega 32 [2]

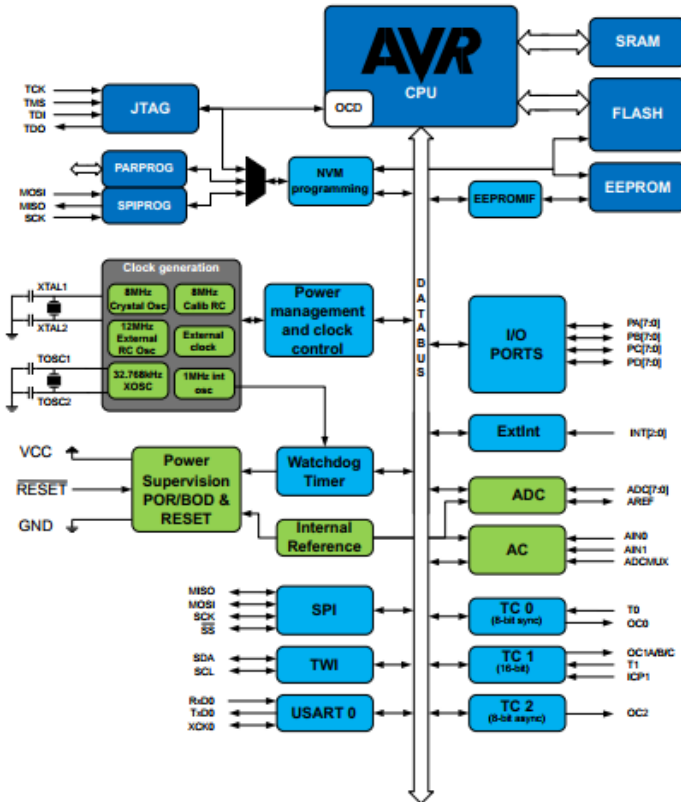
2.2.1 Arsitektur ATmega 32

Mikrokontroler ATmega32 menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan. Secara garis besar mikrokontroler ATmega32 terdiri dari :

1. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16Mhz.
2. Memiliki kapasitas Flash memori 32Kbyte, EEPROM 1024 Byte, dan SRAM 2Kbyte.
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
5. User interupsi internal dan eksternal.
6. Port antarmuka SPI dan Port USART sebagai komunikasi serial.
7. Fitur Peripheral dengan spesifikasi :
 - Dua buah 8-bit timer/counter dengan prescaler terpisah dan mode compare.
 - Satu buah 16-bit timer/counter dengan prescaler terpisah, mode compare, dan mode capture.
 - Real time counter dengan osilator tersendiri.

- Empat pin PWM dan Antarmuka komparator analog.
- 8 pin, 10 bit ADC.
- *Byte-oriented Two-wire Serial Interface.*
- *Watchdog timer* dengan osilator internal.

Blok diagram arsitektur Atmega 32 dapat dilihat pada Gambar 2.6



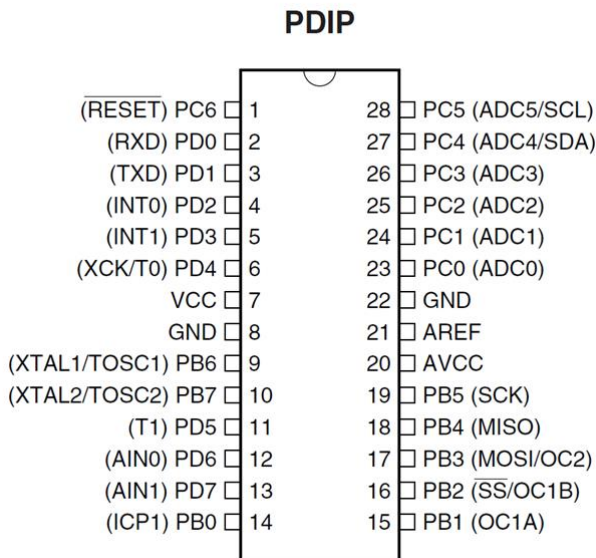
Gambar 2.6 Blok Diagram Atmega 32 [2]

Berdasarkan Gambar 2.6, Atmega 32 menggunakan arsitektur Harvard dengan memisahkan antara memori dan bus untuk program dan data yang bertujuan untuk memaksimalkan kemampuan dan kecepatan.

Instruksi dalam memori program dieksekusi dengan *pipelining single level* (PSL). PSL menggunakan prinsip ketika suatu instruksi dieksekusi, kemudian instruksi berikutnya diambil dari memori program. Konsep ini mengakibatkan instruksi dieksekusi setiap *clock cycle*. *Central processing unit* (CPU) terdiri dari 32x8-bit *general purpose register* yang dapat diakses dengan cepat dalam satu *clock cycle*, yang mengakibatkan operasi *Arithmetic Logic Unit* (ALU) dapat dilakukan dalam satu cycle.

2.2.2 Konfigurasi Pin Atmega 32

IC Atmega32 memiliki 40 pin I/O (*Input/Output*). Konfigurasi pin Atmega32 dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Konfigurasi Pin Atmega 32 [2]

Berdasarkan gambar 2.7, Atmega 32 memiliki 8 pin untuk masing masing port A, port B, port C dan port D. Berikut ini adalah penjelasan masing masing port Atmega32 :

- Port A (PA0-PA7)

Port A berfungsi sebagai *input* analog pada analog to digital *converter* (ADC). Port A juga sebagai suatu port I/O 8-bit dua arah, jika ADC tidak digunakan. Pin-pin Port dapat menyediakan resistor internal *pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit). Ketika pin PA0 sampai PA7 digunakan sebagai input dan secara eksternal diset rendah ketika arus sumber resistor *pull-up* diaktifkan. Pin Port A dapat dalam keadaan *tri-stated*, yaitu suatu kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu sudah habis. Dalam Port A ini juga dapat digunakan sebagai ADC 8 channel berukuran 10 bit.

- Port B (PB0-PB7)
Port B adalah suatu port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal *pull-up*. Sebagai *input*, pin-pin Port B secara eksternal dapat diset rendah ketika arus sumber resistor *pull-up* diaktifkan. Pin Port B dapat dalam keadaan *tri-stated*, yaitu suatu kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu sudah habis.
- Port C (PC0-PC7)
Port C adalah suatu port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal *pull-up*. Sebagai *input*, pin-pin Port C secara eksternal dapat diset rendah ketika arus sumber resistor *pull-up* diaktifkan. Pin Port C dapat dalam keadaan *tri-stated*, yaitu suatu kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu sudah habis.
- Port D (PD0-PD7)
Port D adalah suatu port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal *pull-up*. Sebagai *input*, pin-pin Port D secara eksternal dapat diset rendah ketika arus sumber resistor *pull-up* diaktifkan. Pin Port D dapat dalam keadaan *tri-stated*, yaitu suatu kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu sudah habis. Port D ini juga bisa digunakan untuk jalur komunikasi serial dengan perangkat luar.
- Reset
Pin reset berfungsi untuk me-reset mikrokontroler agar mengeksekusi program mulai dari awal.
- XTAL 1 dan XTAL 2
Pin XTAL merupakan *input* dari *clock external*.

- AVCC
AVCC merupakan pin *input* untuk tegangan ADC.
- AREF
AREF merupakan pin *input* untuk tegangan referensi ADC.

2.3 Sensor Cahaya [3]

Sensor cahaya merupakan komponen elektronika yang dapat memberikan perubahan besaran elektrik pada saat terjadi perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor cahaya tersebut. Sensor cahaya dalam kehidupan sehari-hari dapat kita temui pada penerima remote televisi dan pada lampu penerangan jalan otomatis.

2.3.1 Jenis Jenis Sensor Cahaya

1. *Photovoltaic*

Photovoltaic merupakan sensor cahaya yang dapat mengubah perubahan besaran optik (cahaya) menjadi perubahan tegangan. Salah satu sensor cahaya jenis *Photovoltaic* yaitu solar cell. Gambar fotovoltaiac dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Solar Cell [3]

2. *Photoconductive*

Photoconductive merupakan sensor cahaya yang dapat mengubah perubahan besaran optik (cahaya) menjadi perubahan nilai resistansi. Contoh sensor cahaya jenis *photoconductive* adalah

(*Light Dependent Resistor*) LDR, photodioda dan *phototransistor*. Gambar sensor cahaya photoconductive dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Macam – Macam Sensor *Photoconductive* [3]

2.4 Sensor Berat [4]

Sensor berat merupakan suatu transduser yang merubah besaran massa menjadi besaran listrik. Sensor berat bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material akibat adanya tegangan mekanis yang bekerja, kemudian merubah gaya mekanik menjadi sinyal listrik. Bentuk fisik macam macam sensor berat dapat dilihat pada Gambar 2.10.

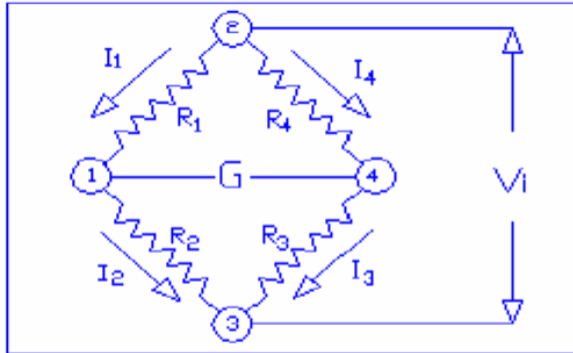


Gambar 2.10 Macam – Macam Sensor Berat [4]

2.4.1 Prinsip Kerja Sensor Berat

Selama proses penimbangan akan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada *loadcell* yang mengakibatkan gaya secara elastis.

Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini dikonversikan kedalam sinyal elektrik oleh *strain gauge* (pengukur regangan) yang terpasang pada *loadcell*. Prinsip kerja load cell berdasarkan rangkaian Jembatan *Wheatstone* dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Rangkaian Jembatan *Wheatstone* [4]

Jembatan disebut setimbang bila beda potensial pada G (galvanometer) adalah 0 V. Kondisi ini terjadi bila tegangan dari node 1 ke 2 sama dengan tegangan dari node 4 ke 2. Atau dengan mendasarkan pada terminal lainnya, jika tegangan dari node 1 ke 3 sama dengan tegangan dari node 4 ke 3.

Jadi jembatan dalam keadaan setimbang jika:

$$I_1 R_1 = I_4 R_4 \dots \dots \dots (1)$$

Jika arus pada galvanometer adalah 0 V, kondisi berikut juga terpenuhi:

$$I_1 = I_2 = \frac{V}{R_1 + R_2} \dots \dots \dots (2)$$

$$I_3 = I_4 = \frac{V}{R_3 + R_4} \dots \dots \dots (3)$$

Dengan mensubstitusi persamaan persamaan diatas maka diperoleh:

$$I_1 R_1 + I_4 + R_4 \dots \dots \dots (4)$$

$$\frac{V}{R1+R2} R1 = \frac{V}{R3+R4} R4 \dots\dots\dots(5)$$

$$\frac{R1}{R1+R2} = \frac{R4}{R3+R4} \dots\dots\dots(6)$$

$$R1(R3 + R4) = R4(R1 + R2) \dots\dots\dots(7)$$

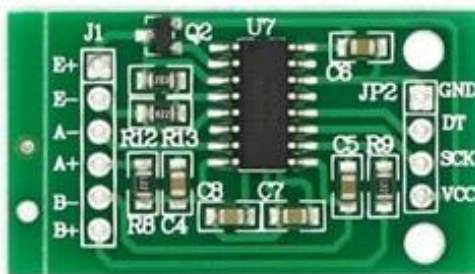
$$R1R3 + R1R4 = R4R1 + R4R2 \dots\dots\dots(8)$$

$$\frac{R1}{R2} = \frac{R4}{R3} \dots\dots\dots(9)$$

Persamaan diatas merupakan bentuk yang telah dikenal dalam kesetimbangan jembatan *wheatstone*.

2.5 Modul HX711 [4]

Hx711 merupakan sebuah ic penguat sinyal untuk sebuah sensor *loadcell*. Dengan adanya ic ini maka mikrokontroller dapat membaca sebuah sinyal dari sensor beban tersebut. Karena sensor *loadcell* sensor hanya mampu memberikan sebuah sinyal tegangan yang sangat kecil sehingga membutuhkan sebuah amplifier untuk menguatkan sinyalnya menjadi batas minimum sebuah mikrokontroller 0V-5V. Hx711 biasanya digunakan pada bidang *aerospace*, mekanik, elektrik, kimia, konstruksi, farmasi dan lainnya, digunakan untuk mengukur gaya, tekanan, perpindahan, tarikan, torsi, dan percepatan. Gambar modul hx711 dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Modul Hx711 [4]

2.6 *Liquid Crystal Display (LCD)* [5]

LCD (*Liquid Cristal Display*) merupakan salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. Macam macam jenis LCD dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.13 Macam – Macam LCD [5]

2.7 **Motor Servo** [6]

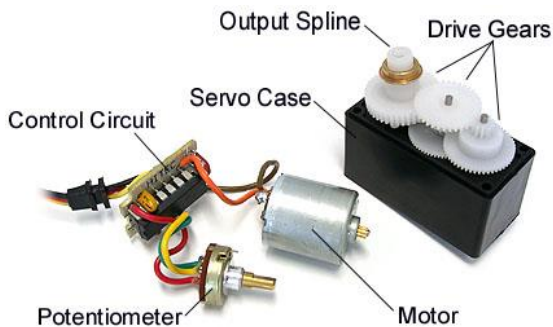
Motor servo merupakan sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed loop* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor servo disusun dari sebuah motor DC, *gearbox*, variabel resistor (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (*axis*) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang pada pin kontrol motor servo. Motor servo dibagi dalam 2 jenis, yaitu motor servo standar dan motor servo *continuous*. Motor servo standar hanya mampu berputar 180°, sedangkan untuk motor servo *continuous* dapat berputar 360°. Bentuk motor servo dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.14 Motor Servo [6]

2.7.1 Prinsip Kerja Motor Servo

Pada bagian dalam motor servo terdapat motor DC, *gearbox* dan rangkaian kontroller. Rangkaian kontroller pada motor servo digunakan untuk mengendalikan motor DC yang ada pada motor servo tersebut. Oleh karena itu untuk mengendalikan motor servo hanya cukup memberikan pulsa pada rangkaian kontrollernya. Sedangkan fungsi *gearbox* pada motor servo berfungsi untuk menaikkan torsi dari motor servo itu sendiri. Untuk melihat lebih jelas bagian dalam motor servo dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.15 Bagian dalam Motor Servo [6]

Cara mengatur posisi motor servo sangat mudah, pengguna hanya memberikan pulsa (PWM) ke rangkaian kontroller motor servo. Secara umum, untuk mengatur posisi motor servo pada kondisi 0° , pengguna

hanya memberikan pulsa sebesar 1.5ms. pada saat kondisi pulsa yang diberikan dibawah 1.5ms, maka motor servo akan berada pada posisi 0° sampai (-90°). Sebaliknya pada saat kondisi pulsa yang diberikan diatas 1.5ms, maka motor servo akan berada pada posisi 0° sampai 90°.

2.8 Motor DC [6]

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplay tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar. Bentuk fisik motor DC dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.16 Motor DC [6]

2.8.1 Tiga Komponen Utama Motor DC:

1. Kutub Medan

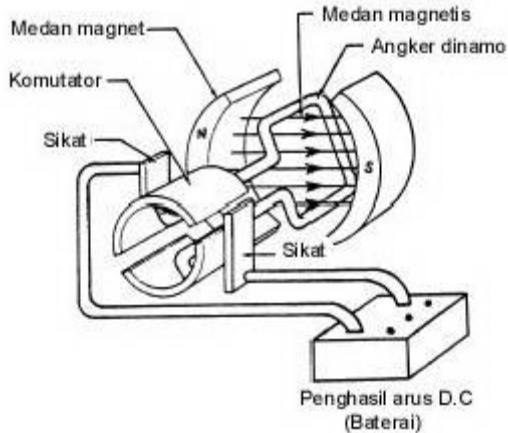
Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.

2. *Current Elektromagnet* atau Dinamo

Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.

3. Komutator

Komutator memiliki fungsi untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Komutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya. Selain itu komutator berfungsi untuk menyearahkan tegangan yang dihasilkan rotor menjadi tegangan DC. Bentuk bagian dalam motor DC dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.17 Bagian dalam Motor DC [6]

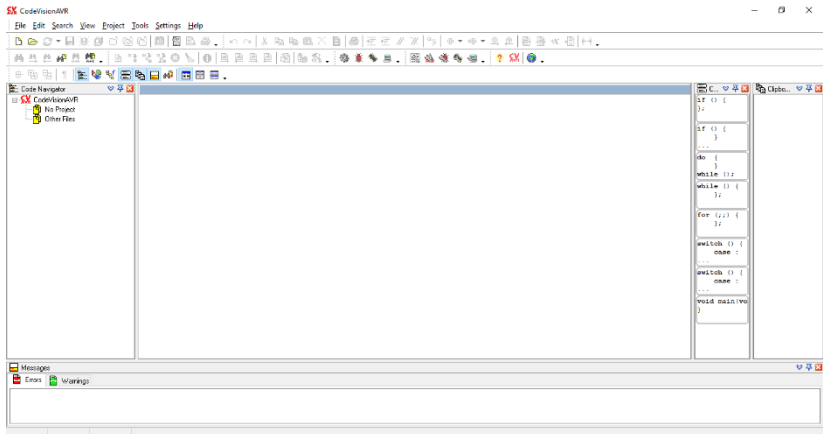
2.9 Driver Motor [8]

Driver motor merupakan sebuah rangkaian elektronik dengan prinsip penguatan arus. Penguatan arus disini dapat diasumsikan bahwa sinyal kontrol dengan arus yang sangat kecil dapat digunakan untuk menggerakkan sebuah motor DC dengan arus yang besar. Driver motor biasanya digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC dan mengatur arah putar motor DC.

2.10 Codevision AVR [2]

Codevision AVR adalah salah satu alat bantu pemrograman yang bekerja dalam lingkungan pengembangan perangkat lunak yang terintegrasi (*Integrated Development Environment*, IDE). Seperti aplikasi IDE lainnya, Codevision AVR dilengkapi dengan *source code editor*,

compiler dan *linker*. Tampilan Codevision AVR dapat dilihat pada gambar 2.17.



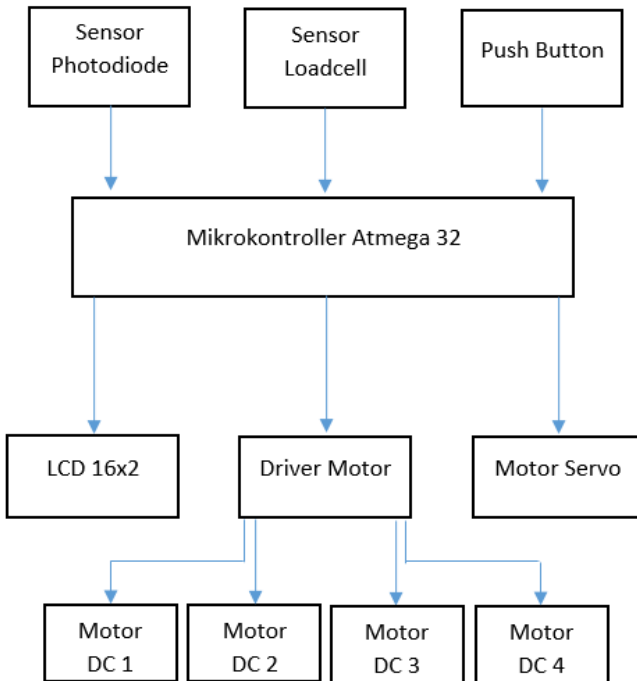
Gambar 2.18 Tampilan Codevision AVR [2]

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas tentang tahapan yang dilakukan terhadap perancangan dan pembuatan Tugas Akhir Perencanaan dan Pembuatan Mesin Penukar Uang Koin ke Uang Kertas. Bagian awal dari bab ini akan dibahas mengenai diagram blok dari Tugas Akhir pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Tugas Akhir

Penjelasan diagram blok:

1. Mikrokontroler Atmega 32 digunakan untuk menerima data digital dari sensor photodiode, sensor *loadcell*, dan *push button*, mengirim data untuk menampilkan karakter ke LCD 16x2, menggerakkan motor servo dan menggerakkan motor DC.

2. *Push button* digunakan untuk memilih pecahan uang kertas yang akan dikeluarkan.
3. LCD 16x2 digunakan sebagai penampil nominal uang koin yang telah dimasukkan ke dalam mesin penukar uang koin ke uang kertas.
4. Driver motor digunakan untuk mengatur kecepatan putaran motor DC.
5. Motor DC digunakan untuk mengeluarkan uang kertas.
6. Motor Servo digunakan untuk mengeluarkan uang koin jika nominal dan berat uang koin tidak sesuai dan menerima uang koin jika nominal dan berat uang koin sesuai.
7. Sensor photodiode digunakan untuk mendeteksi uang koin yang masuk ke dalam mesin.
8. Sensor *loadcell* digunakan untuk menentukan keaslian dengan cara mengukur berat uang koin yang masuk ke dalam mesin.

Secara umum sistem yang terdapat pada gambar 3.1 merupakan sistem kerja mesin penukar uang koin ke uang kertas. Uang koin yang dimasukkan pada mesin penukar uang koin ke uang kertas dengan nominal Rp 100, Rp 200, Rp 500, Rp 1.000. uang koin dimasukkan satu persatu dan akan disortir melalui ukuran masing masing uang koin tersebut. Disetiap masing masing ukuran lubang uang koin, terdapat LED dan photodiode. Pada saat uang koin melewati sensor photodiode, sinar LED akan terhalang sehingga sensor photodiode akan mengirim data ke mikrokontroler yang akan menentukan nominal uang koin yang telah dimasukkan. Setelah uang koin melewati sensor photodiode selanjutnya semua uang koin akan jatuh diatas sensor *loadcell* yang akan menimbang berat jumlah uang koin yang dimasukkan. Sensor *loadcell* disini bertindak sebagai validator, apakah berat dan nominal uang koin yang telah dimasukkan sesuai. Jika nominal dan berat semua uang koin yang dimasukkan sesuai, maka mikrokontroler siap menerima data dari *push button* untuk memilih pecahan uang kertas yang akan dikeluarkan dan mikrokontoller akan memerintahkan motor servo untuk berputar 45° searah jarum jam untuk menerima uang koin yang masuk serta menggerakkan driver motor untuk menggerakkan dua dari empat motor yang akan mengeluarkan uang kertas, tetapi jika berat dan nominal uang

koin yang dimasukkan tidak sesuai, maka mikrokontroler akan memerintahkan driver motor untuk menggerakkan motor servo 45° berlawanan arah jarum jam yang akan mengeluarkan seluruh uang koin yang telah dimasukkan.

3.1 Perancangan *Hardware*

Pada perancangan *Hardware* terdapat beberapa rangkaian yang diperlukan untuk menunjang tugas akhir yang disebutkan di bawah ini :

1. Perancangan Sistem Minimum Mikrokontroler Atmega32
2. Perancangan LCD dan Sistem Minimum Mikrokontroler Atmega 32
3. Perancangan Driver Motor
4. Perancangan Sensor Photodiode
5. Perancangan Modul Hx711
6. Perancangan Catu Daya

3.1.1 Perancangan Mesin Penukar Uang

Mesin penukar uang koin ke uang kertas yang dibuat pada tugas akhir ini harus sesuai dengan tujuan yang telah dibuat pada tugas akhir ini. Mesin penukar uang koin ke uang kertas ini harus mampu menukarkan uang koin ke uang kertas dengan akurat. Untuk menukarkan uang dengan akurat, maka harus dipilih komponen-komponen yang baik untuk merancang mesin penukar uang koin ke uang kertas ini. Komponen-komponen yang digunakan pada alat ini yaitu sensor *loadcell* 1 kg, sensor photodiode, rangkaian *push button*, mikrokontroler Atmega 32, rangkaian driver motor, rangkaian LED, motor servo dan motor DC. Sumber listrik dari alat ini menggunakan listrik dc 12 dan 5 volt yang sudah diturunkan tegangannya dari 220 volt ac.

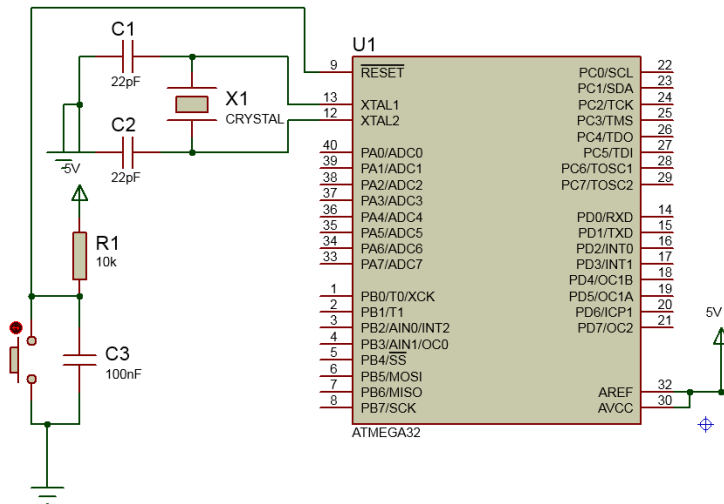
3.1.2 Perancangan Mikrokontroler ATmega 32

Sistem Minimum Mikrokontroler merupakan 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. Minimum system yang digunakan pada Tugas Akhir ini menggunakan Atmega32. Dalam Mikrokontroler Atmega32 terdapat 4

buah Port, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D. Ada juga pin MISO, MOSI, SCK beserta RESET, VCC dan GND yang dapat langsung dihubungkan ke *downloader* atau USB ASP. Komponen sistem minimum ATmega32 yaitu :

1. *Integrated Circuit (IC)* Atmega32
2. Soket Atmega32
3. Papan PCB
4. *Crystal Oscillator* 12 MHz
5. Kapasitor 100 nf
6. Kapasitor 22pf
7. Resistor 2k2
8. *Push Button*

Gambar rangkaian sistem minimum Atmega 32 dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rangkaian Minimum System Atmega 32

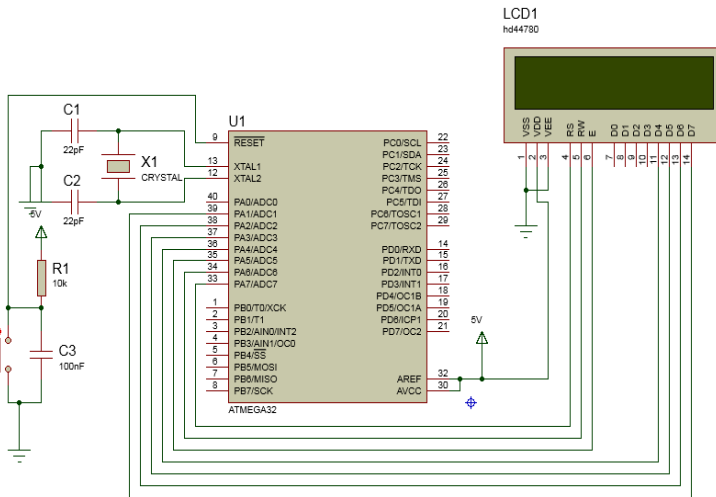
3.1.3 Perancangan LCD dan Mikrokontroler

Pada tugas akhir ini menggunakan LCD 16x2 sebagai penampil pada mesin penukar uang koin ke uang kertas. LCD 16x2 memiliki 16

buah pin. Setiap pin pada LCD 16x2 memiliki konfigurasi yang berbeda beda yang di jelaskan sebagai berikut:

1. Pin 1 terhubung dengan Ground.
2. Pin 2 terhubung dengan VCC (+5v).
3. Pin 3 merupakan kontras dari LCD 16x2, untuk mengatur kecerahannya dengan cara merubah tegangan yang diberikan pada pin 3 dengan rentang tegangan 0-5v DC.
4. Pin 4 merupakan pin Register/Select. Pada pin ini hanya terdapat logika HIGH dan LOW. Jika bernilai HIGH maka memerintahkan LCD untuk memasukkan data, tetapi jika bernilai LOW maka memerintahkan LCD untuk menginstruksikan data.
5. Pin 5 merupakan pin *Read/Write* pada pin ini hanya terdapat logika HIGH dan LOW. Jika bernilai HIGH maka memerintahkan LCD untuk membaca data dari mikrokontroller, tetapi jika bernilai LOW maka memerintahkan LCD untuk menulis data ke mikrokontroller.
6. Pin 6 merupakan pin *enable* yang berguna untuk mengaktifkan sinyal agar mikrokontroller dapat mengirim data ke LCD 16x2.
7. Pin 7 sampai pin 14 adalah DB 0-DB 7 yang berfungsi sebagai jalur untuk mengirimkan data. DB 0 – DB 7 merupakan data bit ke-1 sampai dengan data bit ke-7.
8. Pin 15 merupakan anoda yang berfungsi untuk menyalakan *back light* yang digunakan untuk penerangan LCD 16x2. Pin 15 dihubungkan ke vcc (+5v).
9. Pin 16 merupakan katoda yang dihubungkan ke Ground.

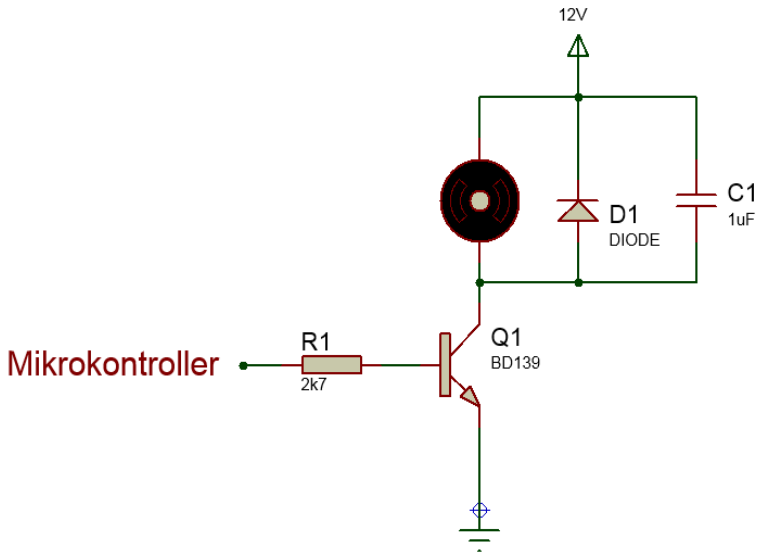
Pada tugas akhir ini akan dirancang dan dibuat rangkaian LCD ke mikrokontroller yang berfungsi untuk menampilkan perintah perintah yang dapat dilakukan mesin dan menampilkan nominal uang koin yang sudah dimasukkan ke dalam mesin. Rangkaian LCD dan mikrokontroller dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Rangkaian LCD 16x2 dan Mikrokontroler

3.1.4 Perancangan Driver Motor

Pada tugas akhir ini akan dirancang dan dibuat rangkaian driver motor dengan menggunakan transistor tipe BD 139. Transistor BD 139 digunakan karena arus maksimum kolektor mencapai 1,5 A dengan penguatan arus $\beta=250$. Pada tugas akhir ini akan dirancang 4 buah driver motor untuk menggerakkan motor pengeluaran uang kertas Rp. 5.000 dan Rp. 10.000. Masing masing pecahan uang kertas membutuhkan 2 buah driver motor. Rangkaian driver motor dapat dilihat pada gambar 3.4

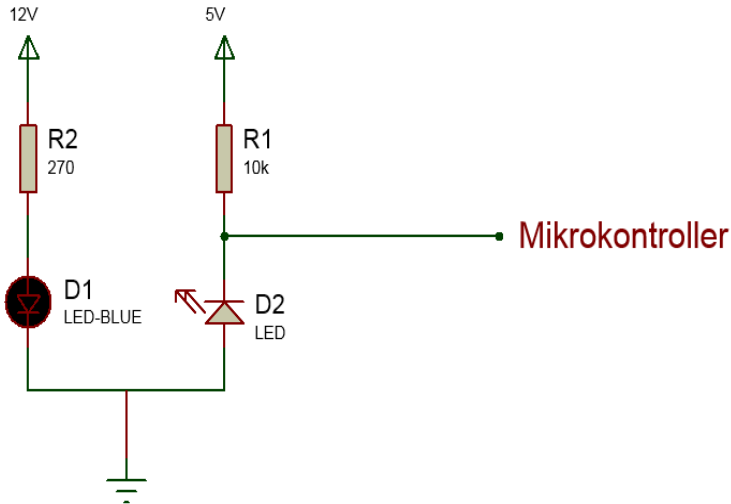


Gambar 3.4 Rangkaian Drive Motor

3.1.5 Perancangan Sensor Photodioda

Sensor photodioda merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, sensor photodioda akan mengalami perubahan resistansi apabila menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara forward sebagaimana dioda pada umumnya. Photodioda akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Pada saat intensitas cahaya yang diterima photodioda besar maka resistansi pada photodioda menjadi kecil, sedangkan jika intensitas cahaya yang diterima photodioda kecil maka resistansi yang dimiliki photodioda menjadi besar.

Rangkaian photodioda menggunakan prinsip pembagian tegangan. Output tegangan dari photodioda akan diteruskan ke pin digital mikrokontroller atmega 32. pada tugas akhir ini akan dirancang dan dibuat rangkaian photodioda yang digunakan untuk mendeteksi nominal uang koin yang masuk ke dalam mesin. Rangkaian photodioda dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian Photodioda

3.1.6 Perancangan Sensor *Loadcell* dan Modul Hx711

1. Sensor *Loadcell*

Sensor berat pada tugas akhir ini menggunakan sensor *loadcell* 1kg dengan spesifikasi :

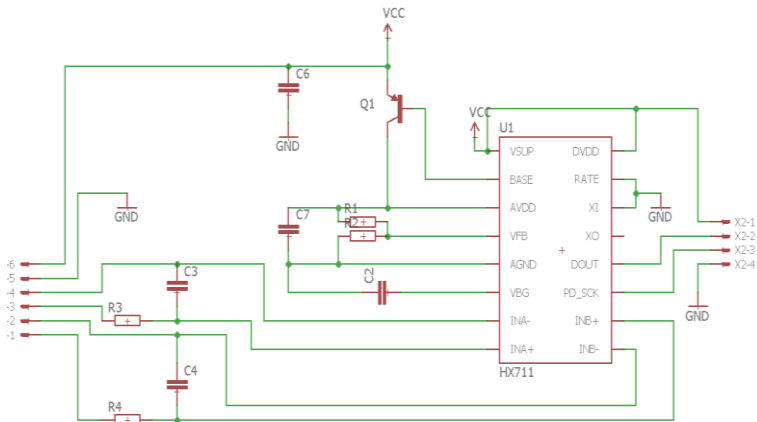
- Kapasitas 1 Kg
- Bekerja pada tegangan rendah 5-10 VDC
- Dimensi Sensor 12.7mm x 12.7mm x 75mm
- Non linearitas 0.05%
- Histerisis 0.03%
- Range temperatur kerja -20°C sampai 60°C
- Maksimum tegangan kerja 10v

2. Modul Hx711

Hx711 merupakan sebuah ic penguat sinyal yang menggunakan prinsip konversi sinyal analog ke sinyal digital. Pada tugas akhir ini digunakan modul penguat sinyal hx711 yang dapat mengkonversi tegangan keluaran sensor *loadcell* yang sangat kecil menjadi 0V dan 5V. Modul hx711 memiliki spesifikasi :

- 24 bit *analog to digital conversion*
- Tegangan kerja 4,8 - 5,5VDC
- Membutuhkan arus 1,6 mA
- Temperatur kerja -20 – 85 °C
- Dimensi modul 36mm x 21mm x 4mm

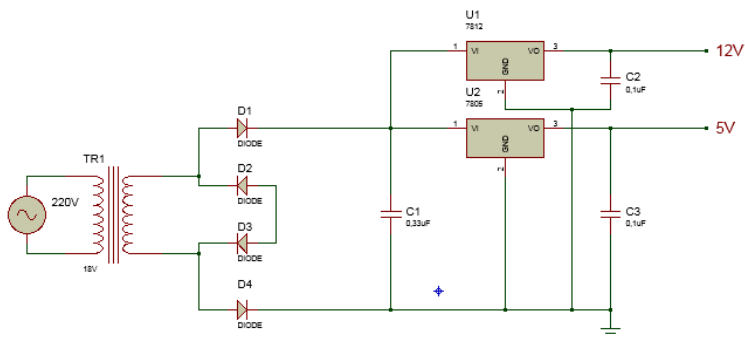
Gambar rangkaian modul hx711 dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Rangkaian Amplifier Hx711 [4]

3.1.7 Rangkaian Catu Daya

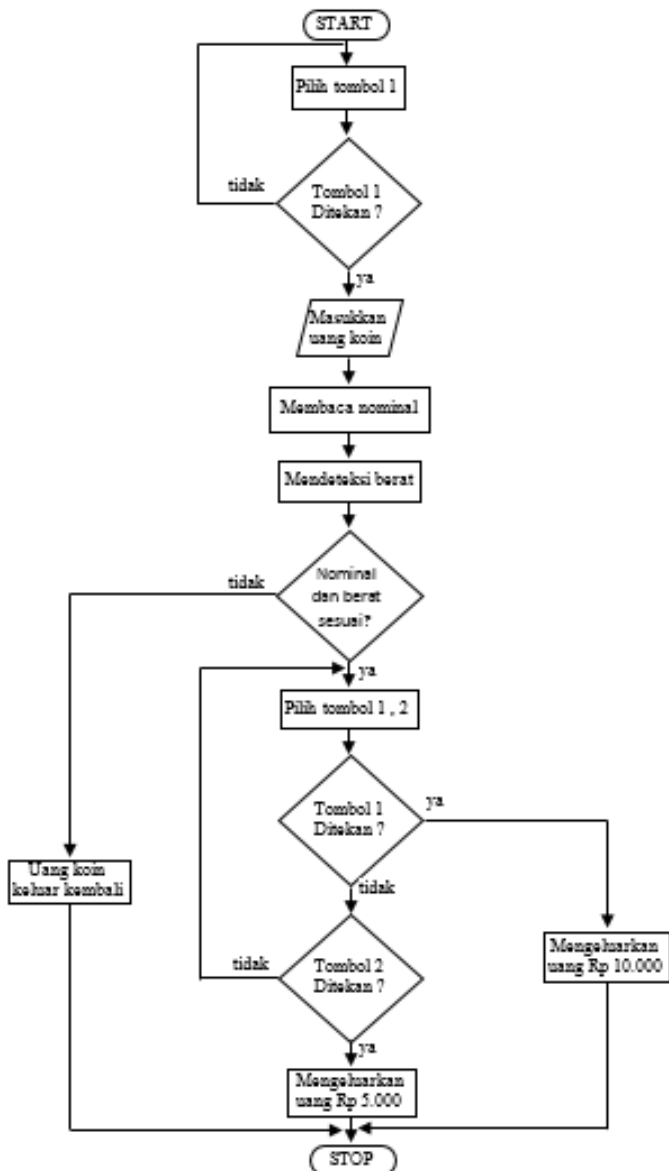
Catu daya merupakan sebuah hardware komponen elektronika yang mempunyai fungsi sebagai supplier arus listrik yang merubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Pada tugas akhir ini akan dirancang dan dibuat catu daya dengan tegangan output sebesar 12v dan 5v. Rangkaian catu daya yang akan dibuat menggunakan ic regulator 7805 dan 7812. Rangkaian catu daya dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Rangkaian Catu Daya

3.2 Perancangan Software

Perancangan software ini dibuat agar mesin penukar uang koin ke uang kertas dapat bekerja sesuai dengan tujuan pengerjaan tugas akhir. Selain perancangan rangkaian rangkaian elektronik, diperlukan juga pemrograman pada mikrokontroler untuk membaca sensor dan menggerakkan aktuator yang digunakan pada mesin penukar uang ini. Sebelum memulai pemrograman mikrokontroler, disusun flowchart sistem dari cara kerja sistem secara keseluruhan mulai dari awal hingga akhir. Flowchart sistem dibuat untuk menggambarkan alur pemrograman pada mikrokontroler. Berikut ini merupakan flowchart dari pemrograman mikrokontroler pada tugas akhir ini :



Gambar 3.8 Flowchart Perancangan Software

Penjelasan *Flowchart* :

Berdasarkan gambar 3.5, Pada sistem ini akan dilakukan proses penukaran uang dimana uang koin dengan nominal Rp.100, Rp.200, Rp.500 dan Rp.1.000 akan ditukar dengan uang Kertas dengan nominal Rp.5.000 dan Rp.10.000. Sebelum terjadi proses penukaran uang, uang koin sebagai uang yang akan ditukar, akan dimasukkan ke dalam mesin yang akan dideteksi nominalnya dengan cara melewati uang koin berdasarkan ukuran uang koin tersebut, setelah melewati masing masing lubang, uang koin akan menghalangi cahaya LED ke sensor photodiode, menyebabkan sensor photodiode mengirim data ke mikrokontroler yang akan menentukan nominal uang yang masuk. Setelah diketahui nominal uang yang dimasukkan, selanjutnya semua uang koin akan ditimbang beratnya untuk menentukan apakah uang koin yang dimasukkan berat dan nominalnya sesuai. Jika tidak sesuai maka mesin akan mengeluarkan semua uang koin yang telah dimasukkan, tetapi jika berat dan nominalnya sesuai maka uang koin akan masuk ke dalam penampungan uang. Setelah proses tersebut selesai, maka selanjutnya pengguna akan memilih berapa nominal uang kertas yang ingin di keluarkan. Pengguna dapat memilih tombol 1 untuk mengeluarkan uang kertas pecahan Rp 10.000 atau memilih tombol 2 untuk mengeluarkan uang kertas pecahan Rp 5.000.

Dibawah ini akan dijelaskan beberapa program pokok untuk menjalankan sistem ini. Diantaranya adalah program menggerakkan servo untuk mengeluarkan atau mengambil uang koin, program motor untuk mengeluarkan uang kertas, program deklarasi perintah lcd, program deklarasi nominal & berat uang koin dan program membaca nominal dan berat uang koin yang masuk.

3.2.1 Program Nominal dan Berat Uang Koin

Program deklarasi nominal dan berat uang koin berfungsi untuk mendeklarasikan variable yang dipanggil pada program utama untuk membaca nominal dan berat uang koin yang masuk. Program nominal dan berat uang koin pada perancangan *software* sebagai berikut :

Start

```
For j = 0 to 10 Do //j merupakan inialisasi perulangan loop  
    Total=seratus+duaratus+limaratus+seribu //variable deklarasi
```



```

                                                    nominal uang koin
e=a+b+c+d // variable deklarasi berat uang koin
ulang=ulang+1 // variable pengulangan pengambilan data
Weight = Get_Weight() // fungsi pengambilan data berat dari
                        sensor
End For
End

```

3.2.2 Program Motor Servo

Program motor servo berfungsi untuk mengeluarkan atau menerima uang koin yang masuk ke dalam mesin. Program motor servo pada perancangan *software* sebagai berikut :

```

Start
For i = 0 to 200 Do // i merupakan inialisasi perulangan loop
    Port A 0 = 1 // A merupakan port mikrokontroller mengirim
                Pulsa high low
    Delay 1287 microseconds
    Port A 0 = 0 // A merupakan port mikrokontroller mengirim
                Pulsa high low
    Delay 18713 microseconds
If (Pin B 0=0) Then // B merupakan inialisasi input push button
    Tukar=1 // tukar merupakan variable penukaran uang koin
End If
End For
End

```

Program motor servo dilakukan dengan mengirim pulsa dengan panjang gelombang 2000 microseconds.

3.2.3 Program Motor DC

Program untuk menjalankan motor DC berfungsi untuk mengeluarkan uang kertas pada mesin penukar uang koin ke uang kertas. Program motor DC menggunakan fungsi PWM (pulse width modulation) yang terdapat pada mikrokontroller. Program motor DC pada perancangan *software* sebagai berikut :

```

Start

```

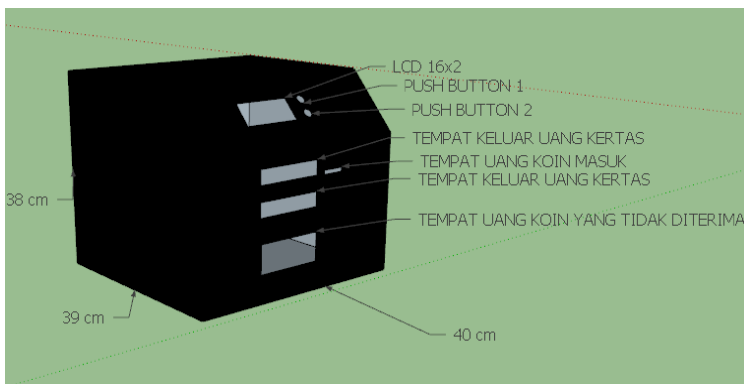
```

Input w // w merupakan variable inialisasi pulse width modulation
If (w<1) Then
OCR1A = 70
OCR1B = 255
And = 0 // and merupakan variable untuk memberhentikan putaran
        motor
End If
End

```

Jika motor DC diberikan sinyal PWM, maka motor DC akan berputar dengan kecepatan konstan sesuai dengan sinyal PWM yang diberikan.

3.3 Perancangan Perangkat Penunjang



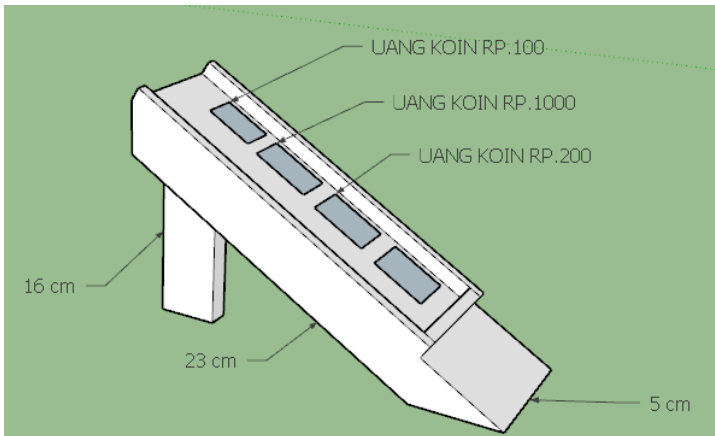
Gambar 3. 9 Desain Mesin Penukar Uang Kertas ke Uang Koin

Desain dari mesin penukar uang koin ke uang kertas dibuat menggunakan bahan akrilik 3mm agar konstruksi dari mekanik kokoh namun tetap ringan bila di bawa kemana mana. Desain mekanik dapat dilihat pada gambar 3.6.

3.3.1 Perancangan Mekanisme Penerimaan uang koin

Mekanisme penerimaan uang koin ini bertujuan untuk memisahkan tempat masuknya uang koin dengan nominal Rp.100, Rp.200, Rp.500 dan Rp.1.000. mekanisme penerimaan uang koin dibuat

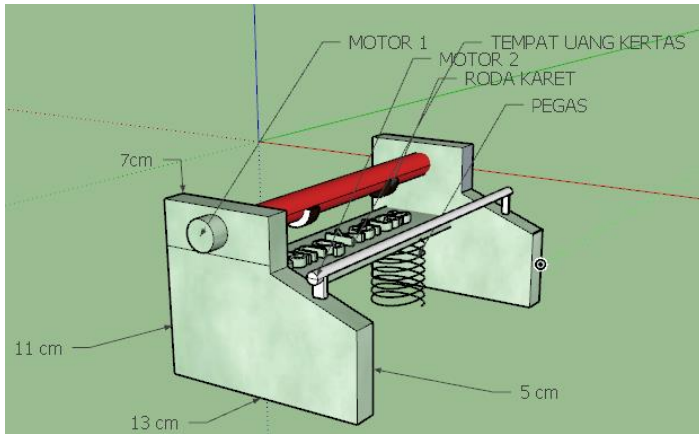
miring agar uang koin dapat meluncur dan masuk melalui 4 lubang yang telah didesain sesuai ukuran masing masing uang koin. Uang yang telah masuk nantinya akan ditempatkan di atas sensor *loadcell*. Pada setiap lubang uang koin terdapat LED dan sensor photodiode yang bertujuan untuk mendeteksi uang koin yang masuk pada setiap lubang. Desain mekanisme penerimaan uang koin dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.10 Mekanisme Penerimaan Uang Koin

3.3.2 Perancangan Mekanisme Pengeluaran Uang Kertas

Mekanisme dari pengeluaran uang kertas bertujuan untuk mengeluarkan uang kertas yang yang didesain menggunakan akrilik ukuran 3mm. Uang kertas yang akan dikeluarkan dijepit menggunakan pegas agar posisi uang tetap berada diatas sehingga roda karet dapat menggeser uang kertas keluar. Pada mekanisme pengeluaran uang kertas menggunakan 4 buah motor DC 12V. Sistem kendali dari motor DC menggunakan fungsi PWM (*Pulse Width Modulation*) pada mikrokontroller Atmega32 yang dapat diatur kecepatannya sesuai dengan yang diinginkan. Gambar desain mekanisme pengeluaran uang koin dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.11 Mekanisme Pengeluaran Uang Kertas

BAB IV

UJI UKUR DAN UJI ALAT

Untuk pengujian dan pengukuran sistem dalam menentukan berat dan nilai mata uang koin Rupiah, diambil sampel berat dan nominal uang koin Rp. 100, Rp. 200, Rp. 500 dan Rp. 1.000 agar dapat dipertanggung jawabkan keakuratan mesin dalam menukarkan uang, juga akan dilakukan pengujian dan pengukuran komponen-komponen elektronika yang digunakan yaitu Catu Daya, LCD, sensor Photodiode, dan Driver Motor.

4.1 Pengukuran Berat Uang Koin

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan mesin dalam membaca berat uang koin. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan berat uang koin dengan berat yang terbaca oleh sensor *loadcell*. Nantinya akan didapat error dari pembacaan sensor *loadcell* sehingga dapat diketahui keakuratan sensor *loadcell* dalam membaca berat uang koin.

Tabel 4.1 Pengukuran Berat Uang Koin Rp 100

No.	Nominal	Berat	Berat yang terbaca	Error pembacaan
1	Rp. 100	1,79 gr	1,69 gr	5,58%
2			1,81 gr	1,11%
3			1,77 gr	1,11%
4			1,85 gr	3,35%
5			1,87 gr	4,46%
6			1,62 gr	9,49%
7			1,74 gr	2,79%
8			1,72 gr	3,91%
9			1,79 gr	0%
10			1,70 gr	5,02%
11			1,89 gr	5,58%
12			1,75 gr	2,23%
13			1,88 gr	5,02%
14			1,82 gr	1,67%

15			1,77 gr	1,11%
----	--	--	---------	-------

Tabel 4.2 Pengukuran Berat Uang Koin Rp 200

No.	Nominal	Berat	Berat yang terbaca	Error pembacaan
1	Rp. 200	2,38 gr	2,44 gr	2,52%
2			2,45 gr	2,94%
3			2,38 gr	0%
4			2,39 gr	0,42%
5			2,40 gr	0,84%
6			2,34 gr	1,68%
7			2,36 gr	0,84%
8			2,38 gr	0%
9			2,47 gr	3,78%
10			2,49 gr	4,62%
11			2,47 gr	3,78%
12			2,43 gr	2,10%
13			2,41 gr	1,26%
14			2,39 gr	0,42%
15			2,45 gr	2,94%

Tabel 4.3 Pengukuran Berat Uang Koin Rp 500

No.	Nominal	Berat	Berat yang terbaca	Error pembacaan
1	Rp. 500	3,1 gr	3,34 gr	7,74%
2			3,29 gr	6,12%
3			3,25 gr	4,83%
4			3,30 gr	6,45%
5			3,34 gr	7,74%
6			3,29 gr	6,12%
7			3,28 gr	5,80%
8			3,31 gr	6,77%
9			3,22 gr	3,87%
10			3,28 gr	5,80%
11			3,35 gr	8,06%

12			3,36 gr	8,38%
13			3,24 gr	4,51%
14			3,34 gr	7,74%
15			3,32 gr	7,09%

Tabel 4.4 Pengukuran Berat Uang Koin Rp 1.000

No.	Nominal	Berat	Berat yang terbaca	Eror pembacaan
1	Rp. 1.000	4,5 gr	4,80 gr	6,66%
2			4,77 gr	6%
3			4,82 gr	7,11%
4			4,61 gr	2,44%
5			4,42 gr	1,78%
6			4,49 gr	0,22%
7			4,51 gr	0,22%
8			4,56 gr	1,33%
9			4,62 gr	2,67%
10			4,44 gr	1,33%
11			4,42 gr	1,78%
12			4,39 gr	2,44%
13			4,55 gr	1,11%
14			4,50 gr	0%
15			4,36 gr	3,11%

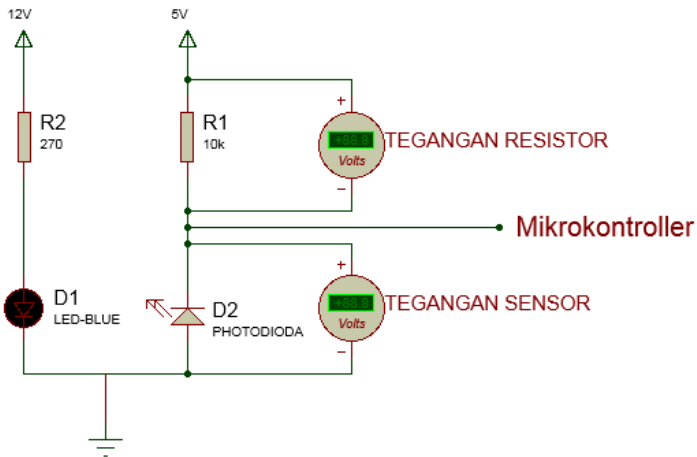
Berdasarkan tabe 4.1 , tabel 4.2, tabel 4.3 dan tabel 4.4 didapatkan % error antara berat uang koin yang terbaca sensor *loadcell* dan berat uang koin sebenarnya yang didapatkan berdasarkan rumus :

$$\%error = \frac{\text{berat yang terbaca} - \text{berat uang koin}}{\text{berat uang koin}} \times 100\%.$$

% error yang terjadi dikarenakan sensor yang digunakan merupakan sensor yang murah dan tidak tahan panas. sehingga saat digunakan dalam kondisi yang lama, pembacaan sensor tidak sesuai dengan berat objek yang sesungguhnya.

4.2 Pengukuran tegangan photodiode

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui tegangan sensor dan output tegangan sensor photodiode saat kondisi sensor ada atau tidak ada uang. Pengukuran ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada sensor photodiode dan mengukur tegangan antara photodiode dan resistor, pada alat ini digunakan empat photodiode dan empat led karena terdapat empat jenis uang koin yang dapat diterima oleh mesin. Gambar cara pengukuran sensor photodiode dapat dilihat pada gambar 4.1. Data pengukuran dari sensor photodiode dapat dilihat pada tabel 4.5.



Gambar 4. 1 Cara Pengambilan Data Sensor

Tabel 4.5 Pengukuran Nilai Tegangan photodiode

No	Kondisi ruangan	Kondisi sensor	Tegangan resistor	Tegangan sensor
1	Sangat sedikit cahaya	Tidak ada uang	0,08 V	4,78 V
		Ada uang	4,94 V	0,01 V
2	Sedikit cahaya	Tidak ada uang	0,08 V	4,78 V
		Ada uang	4,97 V	0,01 V
3	Terang	Tidak ada uang	0,08 V	4,78 V
		Ada uang	4,79 V	0,09 V
4	Sangat terang	Tidak ada uang	0,08 V	4,78 V

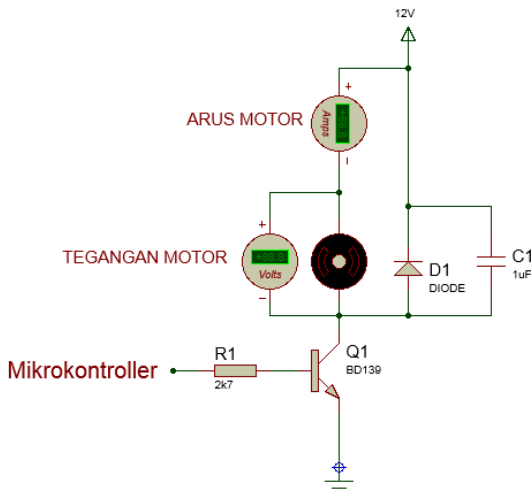
		Ada uang	3,97 V	0,96 V
--	--	----------	--------	--------

Berdasarkan tabel 4.5. didapatkan nilai tegangan sensor photodiode dan tegangan resistor. Pengambilan data bertujuan untuk membandingkan pengambilan data percobaan dengan perhitungan rumus:

$$V1 = \frac{R1}{R1+R2} x V.$$

4.3 Pengukuran Motor dan Driver Motor

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui tegangan dan arus motor pada saat PWM bernilai 255 dan 110, pembaca juga akan mengetahui tegangan base, arus base, tegangan kolektor, arus kolektor pada saat PWM bernilai 255 dan 110. Pengukuran ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan motor, arus motor, tegangan base, arus base, tegangan kolektor arus kolektor saat motor berputar.



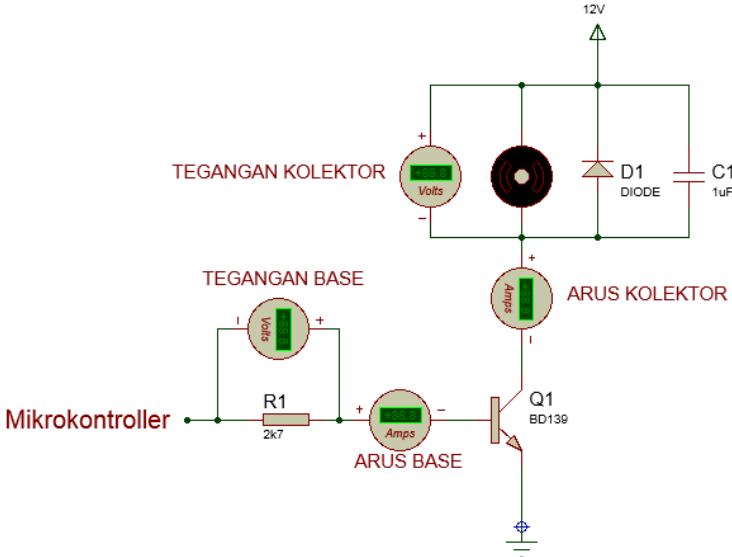
Gambar 4. 2 Cara Pengambilan Tegangan dan Arus Motor

Tabel 4.6 Pengukuran Tegangan dan Arus Motor

No	Tegangan motor (V)	Arus Motor (A)	PWM
----	--------------------	----------------	-----

1	11,87	0,4	255
2	5,21	0,196	110

Berdasarkan tabel 4.6 didapatkan tegangan motor dan arus motor DC. Pengambilan data bertujuan untuk mendapatkan nilai arus dan tegangan yang diperlukan untuk merancang rangkaian driver motor.



Gambar 4. 3 Cara Pengambilan Tegangan dan Arus Transistor

Tabel 4.7 Pengukuran Driver Motor

No	Tegangan base (V)	Tegangan kolektor (V)	Arus kolektor (A)	Arus base (mA)	PWM
1	4,97	11,86	0,39	1,53	255
2	2,31	5,23	0,193	0,72	110

Berdasarkan tabel 4.7 didapatkan nilai tegangan dan arus kaki base dan kolektor transistor bd 139. Pengambilan data bertujuan untuk membandingkan pengambilan data dengan rumus:

$$i_c = \beta i_b.$$

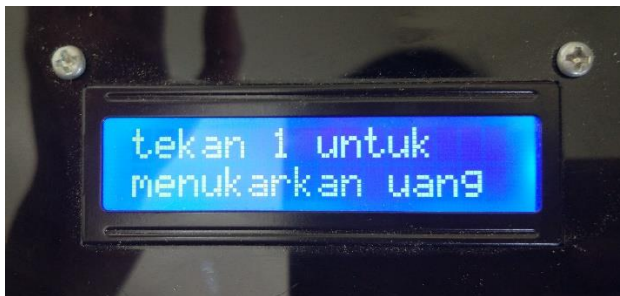
Dimana i_c merupakan arus yang mengalir pada kaki kolektor, β merupakan penguatan arus pada transistor dan i_b merupakan arus pada kaki base transistor. Pengambilan data juga dibandingkan dengan rumus:

$$V_b = \frac{v_{cc} - v_{be}}{R_b}$$

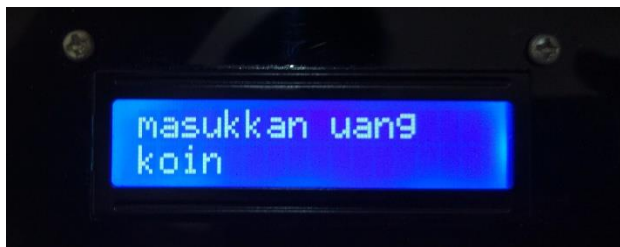
V_b merupakan tegangan pada kaki basis, v_{be} merupakan tegangan pada kaki dioda base emitter transistor dan R_b merupakan resistor pada kaki base transistor.

4.4 Pengujian LCD 16x2

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perintah perintah yang akan dilakukan oleh mesin dan ditampilkan oleh LCD. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengamati tampilan LCD yang muncul saat mesin digunakan. Gambar 4.1 dan gambar 4.2 dibawah ini merupakan tampilan awal dari LCD 16x2.



Gambar 4.4 Tampilan Awal LCD



Gambar 4.5 Tampilan Awal LCD

Untuk tampilan jumlah nominal uang koin yang masuk dapat dilihat pada gambar 4.3 dan gambar 4.4



Gambar 4.6 Tampilan Jumlah Nominal Uang Koin



Gambar 4.7 Tampilan Jumlah Nominal Uang Koin

Dari hasil gambar pengujian LCD, dapat disimpulkan bahwa proses yang dilakukan oleh mesin dapat ditampilkan di LCD, sehingga memudahkan pengguna untuk menggunakan alat ini.

4.5 Pengujian Rangkaian *Push Button*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perintah yang akan dilakukan mesin saat *push button* ditekan pada setiap kondisi. Pengujian ini dilakukan dengan cara menekan *push button* 1 dan 2 secara bergantian pada setiap kondisi yang terdapat pada mesin. Untuk melihat hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.14 dan tabel 4.15.

Tabel 4.8 Pengujian Push Button Kondisi Awal

No	Pb 1	Pb 2	Proses yang terjadi
1	1	0	Masukan uang koin
2	0	1	Tidak terjadi proses

Tabel 4.9 Pengujian Push Button Kondisi Masukkan Uang Koin

No	Pb 1	Pb 2	Jumlah Nominal Uang koin	Proses yang terjadi
1	1	0	Kelipatan Rp. 10.000	Uang kertas keluar
2	0	1	Kelipatan Rp. 5.000	Uang kertas keluar
3	1	0	>Rp. 10.000 & tidak kelipatan Rp. 10.000	Uang kertas keluar
4	0	1	>Rp. 10.000 & tidak kelipatan Rp. 10.000	Masukkan uang koin
5	1	0	>Rp. 5.000 & tidak kelipatan Rp. 5.000	Uang kertas keluar
6	0	1	>Rp. 5.000 & tidak kelipatan Rp. 5.000	Masukkan uang koin
7	1	0	<Rp. 10.000	Uang koin ditolak
8	0	1	<Rp. 5.000	Uang koin ditolak

4.6 Pengujian Pembacaan Nominal Uang Koin

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan mesin dalam membaca nominal uang koin. Pengujian ini dilakukan dengan cara memasukkan uang koin nominal Rp. 100, Rp. 200, Rp. 500 dan Rp. 1.000 masing masing sebanyak 25 kali.

Tabel 4.10 Pembacaan Nominal Uang Koin Rp 100

No. Pengujian	Nominal	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Rp. 100	√	—
2		√	—
3		√	—

4		√	–
5		√	–
6		–	√
7		√	–
8		√	–
9		√	–
10		√	–
11		√	–
12		√	–
13		√	–
14		√	–
15		–	√
16		√	–
17		√	–
18		√	–
19		√	–
20		√	–
21		√	–
22		√	–
23		√	–
24		√	–
25		√	–

Berdasarkan tabel 4.10 pengujian pembacaan nominal uang koin Rp.100 yang dilakukan sebanyak 25 kali. Didapatkan % error pembacaan sebanyak 8%. %error didapatkan dari rumus:

$$\%error = \frac{\text{kesalahan pembacaan}}{\text{banyak pengujian}} \times 100\%.$$

Tabel 4.11 Pembacaan Nominal Uang Koin Rp 200

No. Pengujian	Nominal	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Rp. 200	√	–
2		√	–
3		√	–
4		√	–

5		√	–
6		√	–
7		√	–
8		√	–
9		√	–
10		–	√
11		√	–
12		√	–
13		√	–
14		√	–
15		√	–
16		√	–
17		√	–
18		√	–
19		√	–
20		√	–
21		√	–
22		√	–
23		√	–
24		√	–
25		√	–

Berdasarkan tabel 4.10 pengujian pembacaan nominal uang koin Rp.200 yang dilakukan sebanyak 25 kali. Didapatkan % error pembacaan sebanyak 4%. %error didapatkan dari rumus:

$$\%error = \frac{\text{kesalahan pembacaan}}{\text{banyak pengujian}} \times 100\%.$$

Tabel 4.12 Pembacaan Nominal Uang Koin Rp 500

No. Pengujian	Nominal	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Rp. 500	√	–
2		√	–
3		√	–
4		√	–

5		√	–
6		√	–
7		√	–
8		√	–
9		√	–
10		√	–
11		√	–
12		√	–
13		√	–
14		√	–
15		√	–
16		√	–
17		√	–
18		√	–
19		√	–
20		√	–
21		√	–
22		√	–
23		√	–
24		√	–
25		√	–

Berdasarkan tabel 4.10 pengujian pembacaan nominal uang koin Rp.500 yang dilakukan sebanyak 25 kali. Didapatkan % error pembacaan sebanyak 0%. %error didapatkan dari rumus:

$$\%error = \frac{\text{kesalahan pembacaan}}{\text{banyak pengujian}} \times 100\%.$$

Tabel 4.13 Pembacaan Nominal Uang Koin Rp 1.000

No. Pengujian	Nominal	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Rp. 1.000	√	–
2		√	–
3		–	√
4		√	–

5		√	—
6		√	—
7		—	√
8		√	—
9		√	—
10		√	—
11		√	—
12		√	—
13		√	—
14		√	—
15		—	√
16		—	√
17		√	—
18		√	—
19		√	—
20		√	—
21		√	—
22		√	—
23		—	√
24		√	—
25		√	—

Berdasarkan tabel 4.10 pengujian pembacaan nominal uang koin Rp.100 yang dilakukan sebanyak 25 kali. Didapatkan % error pembacaan sebanyak 20%. %error didapatkan dari rumus:

$$\%error = \frac{\text{kesalahan pembacaan}}{\text{banyak pengujian}} \times 100\%.$$

4.7 Pengujian Sistem Penukaran Uang

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan mesin dalam menukarkan uang koin ke uang kertas. Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan uang koin dengan jumlah nominal Rp. 5.000, Rp. 10.000, Rp. 15.000, Rp. 20.000 dan Rp. 30.000 masing masing sebanyak 10 kali.

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Penukaran Uang

No.	Jumlah uang kertas uang keluar
-----	--------------------------------

	Jumlah uang koin yang akan ditukar	Nominal uang kertas yang keluar	Banyak uang kertas yang keluar
1	Rp. 5.000	Rp. 5.000	1
2			1
3			1
4			1
5			1
6			2
7			1
8			1
9			1
10			1
11	Rp. 10.000		2
12			2
13			2
14			2
15			3
16			2
17			2
18			2
19			3
20			2
21	Rp. 15.000		3
22			3
23			3
24			3
25			3
26			3
27			3
28			3
29			3
30			3

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Penukaran Uang

No.	Jumlah uang koin yang akan ditukar	Jumlah uang kertas uang keluar	
		Nominal uang kertas yang keluar	Banyak uang kertas yang keluar
1	Rp. 10.000	Rp. 10.000	1
2			1
3			1
4			1
5			1
6			1
7			3
8			1
9			1
10			1
11	Rp. 20.000	Rp. 10.000	2
12			2
13			2
14			2
15			2
16			2
17			2
18			3
19			2
20			2
21	Rp. 30.000	Rp. 10.000	3
22			3
23			3
24			3
25			3
26			3
27			3

28			3
29			3
30			3

4.8 Petunjuk Penggunaan Alat

Mesin penukar uang koin ke uang kertas menggunakan 2 buah *push button* untuk memilih pilihan yang terdapat pada alat ini. Berikut petunjuk penggunaan mesin penukar uang koin ke uang kertas :

1. Hubungkan steker pada stop kontak untuk menyalakan alat.
2. Tekan tombol 1 untuk mulai memasukkan uang koin.
3. Tunggu perintah pada LCD untuk memasukkan uang koin.
4. Masukkan uang koin satu persatu secara perlahan.
5. Tekan tombol 1 saat uang koin yang dimasukkan sudah lebih dari Rp.10.000 untuk mengeluarkan uang kertas pecahan Rp.10.000 atau Tekan tombol 2 saat uang koin yang dimasukkan sudah melebihi pecahan Rp.5.000 untuk mengeluarkan uang kertas pecahan Rp.5.000.

Perhatian :

1. Jika uang koin yang dimasukkan kurang dari Rp.10.000 dan pengguna menekan tombol 1, maka mesin akan mengeluarkan uang koin kembali.
2. Jika uang koin yang dimasukkan kurang dari Rp.5.000 dan pengguna menekan tombol 2, maka mesin akan mengeluarkan uang koin kembali.

4.9 Pengujian Program

Pengujian program mesin penukar uang koin ke uang kertas ini dilakukan untuk mengetahui bahwa mikrokontroller telah bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan mengamati tampilan LCD 16x2.

4.9.1 Program Awal

Program awal merupakan program inialisasi untuk mulai melakukan penukaran uang. Program awal dapat dilihat pada gambar 4.5.

```

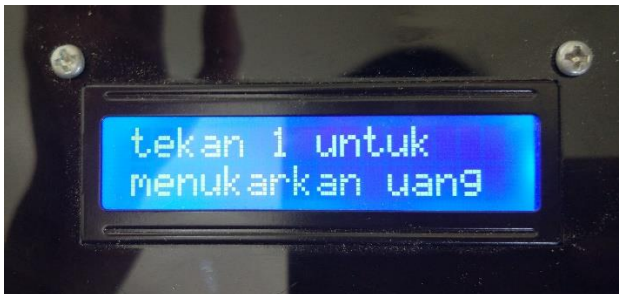
-
while (1)
{
OCR0=0;
OCR2=0;
OCR1A=0;
OCR1B=0;
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("tekan 1 untuk");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("menukarkan uang");
stabil();

KOIN : while(tukar==1){
for(i=0; i<10; i++){
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("masukkan uang");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("koin          ");
delay_ms(100);
if(i==9){
lcd_clear();
}
}
}
}

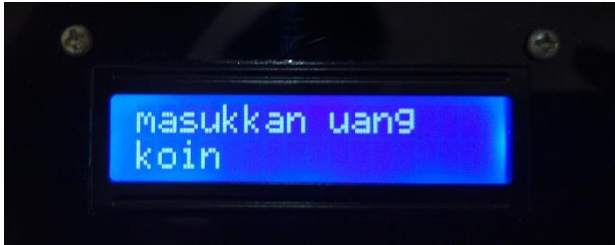
```

Gambar 4. 8 Program awal

Dari program 4.5 dilakukan pengujian dengan cara menjalankan program tersebut. Gambar 4.6 dan gambar 4.7 merupakan hasil tampilan LCD dari program gambar 4.5.



Gambar 4. 9 Tampilan Program Awal



Gambar 4. 10 Tampilan Program Awal

4.9.2 Program Pembacaan Nominal Uang Koin

Program pembacaan nominal uang koin merupakan program untuk membaca nilai nominal uang koin yang telah dimasukkan dan program menampilkan perintah untuk mengeluarkan uang kertas. Program pembacaan nominal uang koin dapat dilihat pada gambar 4.8.

```
while(i>=9) {  
    for(textjalan=0; textjalan<=96; textjalan++){  
        for(textlcd=0; textlcd<=15; textlcd++){  
            sprintf(array_pilih_uang,"%c",pilih_uang[textjalan+textlcd]);  
            lcd_gotoxy(textlcd,1);  
            lcd_puts(array_pilih_uang);  
        }  
        for(j=0; j<=10; j++){  
            total=seratus+duaratus+limaratus+seribu;  
            e=a+b+c+d;  
            ulang=ulang +1;  
            Weight = Get_Weight();  
            datamax=datamax+Weight;  
        }  
    }  
}
```

Gambar 4. 11 Program pembacaan nominal uang koin

Dari program 4.8 dilakukan pengujian dengan cara menjalankan program tersebut. Gambar 4.9 dan gambar 4.10 merupakan hasil tampilan LCD dari program gambar 4.8.



Gambar 4. 12 Tampilan Program Pembacaan Nominal Uang Koin



Gambar 4. 13 Tampilan Program Pembacaan Nominal Uang Koin

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Hasil dari pengukuran berat uang koin Rp. 100, Rp. 200, Rp. 500 dan Rp. 1.000 didapatkan error yang cukup besar, hal ini dikarenakan komponen yang digunakan merupakan komponen kelas bawah yang tidak tahan gangguan temperatur sehingga memiliki error yang cukup besar.
- Hasil dari pengukuran tegangan sensor photodiode didapatkan bahwa cahaya tidak terlalu mempengaruhi nilai tegangan dari sensor photodiode karena sensor photodiode diletakkan di dalam box.
- Pengujian tegangan motor didapatkan dapat disimpulkan bahwa Nilai PWM berbanding lurus dengan nilai tegangan dan arus.
- Arus pada kaki base transistor memiliki error 4,37 jika dibandingkan dengan perhitungan. Hal ini dikarenakan transistor yang digunakan merupakan komponen kelas bawah yang buruk.
- Dari hasil pengujian LCD dan *push button* didapatkan bahwa LCD dan *push button* dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.
- Hasil pengujian nominal uang koin didapatkan error cukup besar, hal ini dikarenakan pemasangan konstruksi mekanik yang tidak pas, sehingga uang koin yang jatuh tidak selalu menghalangi sensor photodiode.
- Hasil dari pengujian sistem penukaran uang didapatkan error yang cukup besar. Hal ini disebabkan karena konstruksi mekanik yang kurang baik sehingga jumlah uang kertas yang keluar tidak seperti yang diharapkan.

5.2 Saran

- Untuk pembangunan alat selanjutnya membaca nominal uang koin menggunakan limit switch karena lebih mudah mendeteksi uang koin yang jatuh dan memiliki error pembacaan yang lebih sedikit dibandingkan photodiode. Dan sebaiknya rangkaian catu daya dipisah dari rangkaian

kontroller, karena akan menyebabkan sedikit gangguan sinyal ke mikrokontroller.

- Sebaiknya pengemasan alat menggunakan bahan yang keras dan kokoh agar tidak mudah rusak saat ditempatkan di luar ruangan.
- Sebaiknya alat harus diberikan pengaman agar tidak mudah dicuri

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zakaria Prasetya(1), Abidin(2), Yudi Aris(3), 2010, *Perancangan Sistem Pendeteksi Uang Logam Untuk Keperluan Mesin Penjual Minuman*, ITS:Surabaya
- [2] Andrianto, Heri, 2015, *Pemrograman Mikrokontroller AVR Atmega 16 menggunakan Bahasa C (revisi kedua)*, Informatika Bandung:Bandung
- [3] Fahmi, Reza, 2014, *Perancangan Sistem Parkir Otomatis Menggunakan Sensor Photodiode*, PENS:Surabaya.
- [4] Sutoyo, T, dkk. 2016, *Penerapan Sensor Loadcell Menggunakan Modul Hx711*, Universitas Diponegoro:Semarang.
- [5] www.indo-ware.com_lcd_16x2.pdf Data diakses pada tanggal 25 mei 2018.
- [6] Karina Eka(1), Erwin Ramadhani(2), 2016, *AMC (Automatic Money Changer)*, ITS:Surabaya.
- [7] Soebhakti, Hendrawan , 2009 , *Pengenalan Codevision AVR* , STMIK AMIKOM:Yogyakarta
- [8] Purwanto, Dwi, *Rancang Bangun Loadcell sebagai Sensor Gaya Pada Sistem Uji*, Universitas Andalas:Padang
- [9] Instructable, Tutorial To Interface Hx711 Balance Module With Load Cell, <http://www.instructables.com/id/How-to-Interface-HX711-Balance-Module-With-Load-Ce/>, 14 April 2016
- [10] Luki Notes, Rangkaian Sensor Infrared dengan Photo Diode, <https://www.lukinotes.com/2012/06/rangkaian-sensor-infrared-dengan-photo.html>, 29 Juni 2012

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN

1. Listing Program

```
#include <mega32a.h>
#include <delay.h>
#include <alcd.h>
#include <stdbool.h>
#include <stdio.h>

// program deklarasi untuk LCD
unsigned char pilih_uang[]="          pilih 1 untuk mengeluarkan uang
10.000 atau pilih 2 untuk mengeluarkan uang 5.000          ";
unsigned char ambil_uang_koin[]="          silahkan ambil kembali
uang koin anda          ";
unsigned char kurang_sepuluh[]="          maaf, uang anda kurang
dari Rp 10.000          ";
unsigned char tidak_kelipatan_sepuluh[]="          uang anda tidak
kelipatan Rp 10.000. tekan 1 untuk melanjutkan pengeluaran uang dan
mengikhhlaskan kelebihan uang yang anda masukkan atau tekan 2 untuk
menambahkan uang koin          ";
unsigned char tidak_kelipatan_lima[]="          uang anda tidak
kelipatan Rp 5.000. tekan 1 untuk melanjutkan pengeluaran uang dan
mengikhhlaskan kelebihan uang yang anda masukkan atau tekan 2 untuk
menambahkan uang koin          ";
unsigned char kurang_lima[]="          maaf, uang anda kurang dari Rp
5.000          ";
unsigned char terlalu_banyak[]="          uang anda terlalu banyak,
ambil kembali uang koin anda          ";
unsigned char array_terlalu_banyak[70];
unsigned char array_kurang_lima[40];
unsigned char array_tidak_kelipatan_lima[194];
unsigned char array_tidak_kelipatan_sepuluh[194];
unsigned char array_kurang_sepuluh[60];
unsigned char array_ambil_uang_koin[60];
unsigned char array_pilih_uang[105];
unsigned char text[16];
int textjalan, textlcd;

#define HX711_SCK PORTB.7
#define HX711_DT PINB.6
```

```

#define HIGH 1
#define LOW 0

int total=0,tukar=0, i=0, j=0, w=0 ,x=0,y=0 ,z=0, and=1;

//program deklarasi berat uang koin yang masuk
float a=0, b=0, c=0, d=0, e=0;
//a=3,1 gr
//b=2,38 gr
//c=4,5 gr
//d=1,79 gr

// program deklarasi nominal uang koin yang masuk
unsigned int seratus=0, duaratus=0, limaratus=0, seribu=0;
//seratus= Rp 100
//duaratus= Rp 200
//limaratus= Rp 500
//seribu= Rp 1.000

long HX711_Buffer = 0;
float Weight_Maopi = 0,Weight_Shiwu = 0;
float Weight = 0;
int ulang=0;
float datamax, datamaxx;
unsigned long HX711_Read(void)
{
unsigned long count;
unsigned char i;
HX711_DT= HIGH;
delay_us(1);
HX711_SCK=LOW;
delay_us(1);
count=0;
while(HX711_DT);
for(i=0;i<24;i++)
{
HX711_SCK=HIGH;
delay_us(1);

```

```

count=count<<1;
HX711_SCK= LOW;
delay_us(1);
if(HX711_DT)
count++;
}
HX711_SCK= HIGH;
count ^= 0x800000;
delay_us(1);
HX711_SCK= LOW;
delay_us(1);
return(count);
}
void Get_Maopi()
{
HX711_Buffer = HX711_Read();
Weight_Maopi = HX711_Buffer/100;
}
float Get_Weight()
{
HX711_Buffer = HX711_Read();
HX711_Buffer = HX711_Buffer/100;
Weight_Shivu = HX711_Buffer;
Weight_Shivu = Weight_Shivu - Weight_Maopi;
Weight_Shivu = (float)((float)Weight_Shivu/23.5+0.05);
return Weight_Shivu;
}

```

// program menjalankan motor servo :

```

void stabil() {
  for(i=0; i<200; i++) {
    PORTA.0=1;
    delay_us(1330);
    PORTA.0=0;
    delay_us(18900);
    if(PINB.0==0){
      tukar=1;
    }
  }
}

```

```

}
void masuk() {
for(i=0; i<200; i++) {
PORTA.0=1;
delay_us(970);
PORTA.0=0;
delay_us(18900);
}
}
void keluar() {
for(i=0; i<200; i++) {
PORTA.0=1;
delay_us(1650);
PORTA.0=0;
delay_us(18900);
}
}
void (*resetptr)( void ) = 0x0000;

void main(void)
{

PORTA=0x01;
DDRA=0x01;

PORTB=0x03;
DDRB=0x88;

PORTC=0xFF;
DDRC=0x00;

PORTD=0x00;
DDRD=0xB0;

TCCR0=0x6B;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

TCCR1A=0xA1;

```



```
TCCR1B=0x0B;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;
```

```
ASSR=0x00;
TCCR2=0x6C;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;
```

```
lcd_init(16);
Get_Maopi();
```

```
while (1)
{
    OCR0=0;
    OCR2=0;
    OCR1A=0;
    OCR1B=0;
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("tekan 1 untuk");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("menukarkan uang");
    stabil();

    KOIN : while(tukar==1){
        for(i=0; i<10; i++){
            lcd_gotoxy(0,0);
            lcd_putsf("masukkan uang");
            lcd_gotoxy(0,1);
            lcd_putsf("koin      ");
            delay_ms(100);
```

```

        if(i==9){
            lcd_clear();
        }
    }

    while(i>=9) {

        for(textjalan=0; textjalan<=105; textjalan++){

            for(textlcd=0; textlcd<=15; textlcd++){

                sprintf(array_pilih_uang,"%c",pilih_uang[textjalan+textlcd]);
                lcd_gotoxy(textlcd,1);
                lcd_puts(array_pilih_uang);
            }

            for(j=0; j<=10; j++){
                total=seratus+duaratus+limaratus+seribu;
                e=a+b+c+d;
                ulang=ulang +1;
                Weight = Get_Weight();
                datamax=datamax+Weight;

                if(ulang==20){
                    datamaxx=datamax/20;
                    ulang=0;
                    datamax=0;
                    lcd_gotoxy(0,0);
                    sprintf(text,"Rp. %d",total);
                    lcd_puts(text);
                    lcd_gotoxy(11,0);

                    if(datamaxx>=(e+4.5) || datamaxx<=(e-4.5)){
                        keluar();
                        delay_ms(250);
                        stabil();
                        lcd_clear();

                        for(textjalan=0; textjalan<=60; textjalan++){

```

```

        for(textlcd=0; textlcd<=15; textlcd++){
            lcd_gotoxy(3,0);
            lcd_puts("UANG PALSU");

sprintf(array_ambil_uang_koin,"%c",ambil_uang_koin[textjalan+textlcd
]);

            lcd_gotoxy(textlcd,1);
            lcd_puts(array_ambil_uang_koin);
            }
            delay_ms(330);
            }

        lcd_clear();
        resetptr();
        }

        if(PINB.0==0){
            tukar=2;
            }

        if(PINB.1==0){
            tukar=3;
            }

        //program membaca nominal dan berat uang koin yang
masuk

        if(PINC.1==1){
            limaratus=limaratus+500;
            a=a+3.1;
            delay_ms(700);
            }

        if(PINC.0==1){
            duaratus=duaratus+200;
            b=b+2.38;

```

```

delay_ms(700);
}

if(PINC.2==1){
seribu=seribu+1000;
c=c+4.5;
delay_ms(700);
}

if(PINC.3==1){
seratus=seratus+100;
d=d+1.79;
delay_ms(700);
}

}

while (tukar==2){

    if(total==10000 && and){
        x=1;
        y=1;
        z=1;
        masuk();
        stabil();
    }
    if (total==20000 && and){
        x=2;
        y=2;
        z=2;
        masuk();
        stabil();
    }
    if(total==30000 && and){
        x=3;
        y=3;
        z=3;
        masuk();
        stabil();
    }
}

```

```

    }

    if(total>10000 && total<20000 && and){
        for(textjalan=0; textjalan<=194; textjalan++){
            for(textlcd=0; textlcd<=15; textlcd++){
                sprintf(array_tidak_kelipatan_sepuluh, "%c",
tidak_kelipatan_sepuluh[textjalan+textlcd]);
                lcd_gotoxy(textlcd,1);
                lcd_puts(array_tidak_kelipatan_sepuluh);
            }

            if(PINB.0==0){
                x=1;
                y=1;
                z=1;
                masuk();
                stabil();
                delay_ms(2000);
                break;
            }

            if(PINB.1==0){
                tukar=tukar-1;
                goto KOIN;
                delay_ms(1000);
            }

            if(textjalan>=172){
                textjalan=0;
            }
            delay_ms(330);
        }
    }

    if(total>20000 && total<30000 && and){

        for(textjalan=0; textjalan<=194; textjalan++){
            for(textlcd=0; textlcd<=15; textlcd++){

```

```

        sprintf(array_tidak_kelipatan_sepuluh, "%c",
tidak_kelipatan_sepuluh[textjalan+textlcd]);
        lcd_gotoxy(textlcd,1);
        lcd_puts(array_tidak_kelipatan_sepuluh);
    }

    if(PINB.0==0){
        x=2;
        y=2;
        z=2;
        masuk();
        stabil();
        delay_ms(2000);
        break;
    }

    if(PINB.1==0){
        tukar=tukar-1;
        delay_ms(1000);
        goto KOIN;
    }

    if(textjalan>=194){
        textjalan=0;
    }
    delay_ms(330);
}

}

if(total<10000){
    keluar();
    delay_ms(250);
    stabil();
    OCR2=0;
    lcd_clear();
    for(textjalan=0; textjalan<=60; textjalan++){
        for(textlcd=0; textlcd<=15; textlcd++){

```

```

sprintf(array_kurang_sepuluh,"%c",kurang_sepuluh[textjalan+textlcd]);
        lcd_gotoxy(textlcd,1);
        lcd_puts(array_kurang_sepuluh);
    }
    delay_ms(330);
}
lcd_clear();
OCR2=0;
resetptr();
}

```

10.000 //program motor untuk mengeluarkan uang kertas Rp

```

if(x>0){
OCR0=80;
OCR2=255;
and=0;
}
if(x<1){
OCR0=0;
delay_ms(4000);
OCR2=0;
resetptr();
}
if(y>0){
OCR0=80;
OCR2=255;
and=0;
}
if(y<1){
OCR0=0;

delay_ms(4000);
OCR2=0;
resetptr();
}
if(z>0){
OCR0=80;

```

```

OCR2=255;
and=0;
}
if(z<1){
OCR0=0;
delay_ms(4000);
OCR2=0;
resetptr();
}

if(PINC.5==1){
x=x-1;
y=y-1;
z=z-1;
delay_ms(350);
}

}

/* 5000
5000
5000
5000
5000
5000
5000
5000
5000
*/

while (tukar==3){

if(total==5000 && and){
w=1;
x=1;
y=1;
z=1;

```



```

masuk();
stabil();
}

if (total==10000 && and){
w=2;
x=2;
y=2;
z=2;
masuk();
stabil();
}

if(total==15000 && and){
w=3;
x=3;
y=3;
z=3;
masuk();
stabil();
}

if(total==20000 && and){
w=4;
x=4;
y=4;
z=4;
masuk();
stabil();
}

if(total>5000 && total<10000 && and){
for(textjalan=0; textjalan<=194; textjalan++){
for(textlcd=0; textlcd<=15; textlcd++){
printf(array_tidak_kelipatan_lima, "%c",
tidak_kelipatan_lima[textjalan+textlcd]);
lcd_gotoxy(textlcd,1);
lcd_puts(array_tidak_kelipatan_lima);
}
}
}

```

```

        if(PINB.0==0){
            w=1;
            x=1;
            y=1;
            z=1;
            masuk();
            stabil();
            delay_ms(2000);
            break;
        }

        if(PINB.1==0){
            tukar=tukar-2;
            goto KOIN;
            delay_ms(1000);
        }

        if(textjalan>=194){
            textjalan=0;
        }
        delay_ms(330);
    }

}

if(total>10000 && total<15000 && and){

    for(textjalan=0; textjalan<=194; textjalan++){
        for(textlcd=0; textlcd<=15; textlcd++){
            sprintf(array_tidak_kelipatan_lima, "%c",
tidak_kelipatan_lima[textjalan+textlcd]);
            lcd_gotoxy(textlcd,1);
            lcd_puts(array_tidak_kelipatan_lima);
        }

        if(PINB.0==0){
            w=2;
            x=2;

```

```

        y=2;
        z=2;
        masuk();
        stabil();
        delay_ms(2000);
        break;
    }

    if(PINB.1==0){
        tukar=tukar-2;
        delay_ms(1000);
        goto KOIN;
    }

    if(textjalan>=194){
        textjalan=0;
    }
    delay_ms(330);
}

if(total>15000 && total<20000 && and){

    for(textjalan=0; textjalan<=194; textjalan++){
        for(textlcd=0; textlcd<=15; textlcd++){
            sprintf(array_tidak_kelipatan_lima, "%c",
tidak_kelipatan_lima[textjalan+textlcd]);
            lcd_gotoxy(textlcd,1);
            lcd_puts(array_tidak_kelipatan_lima);
        }

        if(PINB.0==0){
            w=3;
            x=3;
            y=3;
            z=3;
            masuk();
            stabil();

```

```

        delay_ms(2000);
        break;
    }

    if(PINB.1==0){
        tukar=tukar-2;
        delay_ms(1000);
        goto KOIN;
    }

    if(textjalan>=194){
        textjalan=0;
    }
    delay_ms(330);
}

}

if(total>20000 && and){

    for(textjalan=0; textjalan<=194; textjalan++){
        for(textlcd=0; textlcd<=15; textlcd++){
            sprintf(array_tidak_kelipatan_lima, "%c",
tidak_kelipatan_lima[textjalan+textlcd]);
            lcd_gotoxy(textlcd,1);
            lcd_puts(array_tidak_kelipatan_lima);
        }

        if(PINB.0==0){
            w=4;
            x=4;
            y=4;
            z=4;
            masuk();
            stabil();
            delay_ms(2000);
            break;
        }
    }
}

```

```

        if(PINB.1==0){
            keluar();

            for(textjalan=0; textjalan<=70; textjalan++){
                for(textlcd=0; textlcd<=15; textlcd++){
                    sprintf(array_terlalu_banyak, "%c",
terlalu_banyak[textjalan+textlcd]);
                    lcd_gotoxy(textlcd,1);
                    lcd_puts(array_terlalu_banyak);
                }
            }
            lcd_clear();
            resetptr();
        }

        if(textjalan>=194){
            textjalan=0;
        }
        delay_ms(330);
    }

}

if(total<5000){
    keluar();
    delay_ms(250);
    stabil();
    OCR1B=0;
    lcd_clear();
    for(textjalan=0; textjalan<=35; textjalan++){
        for(textlcd=0; textlcd<=15; textlcd++){
            sprintf(array_kurang_lima,"%c",kurang_lima[textjalan+textlcd]);
            lcd_gotoxy(textlcd,1);
            lcd_puts(array_kurang_lima);
        }
        delay_ms(400);
    }
    lcd_clear();
}

```

```
    resetptr();  
  }  
  
  // program motor untuk mengeluarkan uang kertas  
  nominal Rp 5.000
```

```
    if(w>0){  
      OCR1A=70;  
      OCR1B=255;  
      and=0;  
    }  
    if(w<1){  
      OCR1A=0;  
      delay_ms(4000);  
      OCR1B=0;  
      resetptr();  
    }  
    if(x>0){  
      OCR1A=70;  
      OCR1B=255;  
      and=0;  
    }  
    if(x<1){  
      OCR1A=0;  
      delay_ms(4000);  
      OCR1B=0;  
      resetptr();  
    }  
    if(y>0){  
      OCR1A=70;  
      OCR1B=255;  
      and=0;  
    }  
    if(y<1){  
      OCR1A=0;  
      delay_ms(4000);  
      OCR1B=0;  
      resetptr();  
    }
```

```

    }
    if(z>0){
    OCR1A=70;
    OCR1B=255;
    and=0;
    }
    if(z<1){
    OCR1A=0;
    delay_ms(4000);
    OCR1B=0;
    resetptr();
    }

    if(PINC.4==1){
    x=x-1;
    y=y-1;
    z=z-1;
    delay_ms(200);
    }
    }
    }
    }
    }
}

```

2. Data Sheet Atmega 32

Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 × 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 32Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 1024Bytes EEPROM
 - 2Kbytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection

- Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7V - 5.5V for ATmega32L
 - 4.5V - 5.5V for ATmega32
- Speed Grades
 - 0 - 8MHz for ATmega32L
 - 0 - 16MHz for ATmega32
- Power Consumption at 1MHz, 3V, 25°C
 - Active: 1.1mA
 - Idle Mode: 0.35mA
 - Power-down Mode: < 1µA



Electrical Characteristics

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature.....	-65°C to +150°C
Voltage on any Pin except RESET with respect to Ground.....	-0.5V to $V_{CC}+0.5V$
Voltage on RESET with respect to Ground.....	-0.5V to +13.0V
Maximum Operating Voltage.....	6.0V
DC Current per I/O Pin.....	40.0mA
DC Current V_{CC} and GND Pins.....	200.0mA and 400.0mA TQFP/MLF

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 2.7V$ to $5.5V$ (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage except XTAL1 and RESET pins	$V_{CC} = 2.7 - 5.5$ $V_{CC} = 4.5 - 5.5$	-0.5		$0.2 V_{CC}^{(1)}$	V
V_{IH}	Input High Voltage except XTAL1 and RESET pins	$V_{CC} = 2.7 - 5.5$ $V_{CC} = 4.5 - 5.5$	$0.6 V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$	
V_{IL1}	Input Low Voltage XTAL1 pin	$V_{CC} = 2.7 - 5.5$	-0.5		$0.1 V_{CC}^{(1)}$	
V_{IH1}	Input High Voltage XTAL1 pin	$V_{CC} = 2.7 - 5.5$ $V_{CC} = 4.5 - 5.5$	$0.7 V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$	
V_{IL2}	Input Low Voltage RESET pin	$V_{CC} = 2.7 - 5.5$	-0.5		$0.2 V_{CC}$	
V_{IH2}	Input High Voltage RESET pin	$V_{CC} = 2.7 - 5.5$	$0.9 V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$	
V_{OL}	Output Low Voltage ⁽³⁾ (Ports A,B,C,D)	$I_{OL} = 20\text{mA}$, $V_{CC} = 5V$ $I_{OL} = 10\text{mA}$, $V_{CC} = 3V$			0.7 0.5	V V
V_{OH}	Output High Voltage ⁽⁴⁾ (Ports A,B,C,D)	$I_{OH} = -20\text{mA}$, $V_{CC} = 5V$ $I_{OH} = -10\text{mA}$, $V_{CC} = 3V$	4.2 2.2			V V
I_L	Input Leakage Current I/O Pin	$V_{CC} = 5.5V$, pin low (absolute value)			1	μA
I_H	Input Leakage Current I/O Pin	$V_{CC} = 5.5V$, pin high (absolute value)			1	
R_{res}	Reset Pull-up Resistor		30		60	

T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 2.7V to 5.5V (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Units
I _{CC}	Power Supply Current	Active 1MHz, V _{CC} = 3V (ATmega32L)		1.1		mA
		Active 4MHz, V _{CC} = 3V (ATmega32L)		3.8	5	
		Active 8MHz, V _{CC} = 5V (ATmega32)		12	15	
		Idle 1MHz, V _{CC} = 3V (ATmega32L)		0.35		
		Idle 4MHz, V _{CC} = 3V (ATmega32L)		1.2	2.5	
		Idle 8MHz, V _{CC} = 5V (ATmega32)		5.5	8	
	Power-down Mode ^(a)	WDT enabled, V _{CC} = 3V		< 10	20	μA
		WDT disabled, V _{CC} = 3V		< 1	10	
V _{ACIO}	Analog Comparator Input Offset Voltage	V _{CC} = 5V V _{IN} = V _{CC} /2			40	mV
I _{CLK}	Analog Comparator Input Leakage Current	V _{CC} = 5V V _{IN} = V _{CC} /2	-50		50	nA
I _{ACPD}	Analog Comparator Propagation Delay	V _{CC} = 2.7V V _{CC} = 4.0V		750 500		ns

- Notes: 1. "Max" means the highest value where the pin is guaranteed to be read as low
2. "Min" means the lowest value where the pin is guaranteed to be read as high
3. Although each I/O port can sink more than the test conditions (20mA at V_{CC} = 5V, 10mA at V_{CC} = 3V) under steady state conditions (non-transient), the following must be observed:
PDIP Package:
1) The sum of all IOL, for all ports, should not exceed 200mA.
2) The sum of all IOL, for port A0 - A7, should not exceed 100mA.
3) The sum of all IOL, for ports B0 - B7, C0 - C7, D0 - D7 and XTAL2, should not exceed 100mA.
TQFP and QFNMLF Package:
1) The sum of all IOL, for all ports, should not exceed 400mA.
2) The sum of all IOL, for ports A0 - A7, should not exceed 100mA.
3) The sum of all IOL, for ports B0 - B4, should not exceed 100mA.
4) The sum of all IOL, for ports B3 - B7, XTAL2, D0 - D2, should not exceed 100mA.
5) The sum of all IOL, for ports D3 - D7, should not exceed 100mA.
6) The sum of all IOL, for ports C0 - C7, should not exceed 100mA.
If IOL exceeds the test condition, VOL may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test condition.
4. Although each I/O port can source more than the test conditions (20mA at V_{CC} = 5V, 10mA at V_{CC} = 3V) under steady state

3. Data Sheet BD 139

Table 2. Absolute maximum ratings

Symbol	Parameter	Value				Unit
		NPN		PNP		
		BD135	BD139	BD136	BD140	
V_{CBO}	Collector-base voltage ($I_E = 0$)	45	80	-45	-80	V
V_{CEO}	Collector-emitter voltage ($I_B = 0$)	45	80	-45	-80	V
V_{EBO}	Emitter-base voltage ($I_C = 0$)	5		-5		V
I_C	Collector current	1.5		-1.5		A
I_{CM}	Collector peak current	3		-3		A
I_B	Base current	0.5		-0.5		A
P_{TOT}	Total dissipation at $T_C \leq 25\text{ °C}$	12.5				W
P_{TOT}	Total dissipation at $T_{amb} \leq 25\text{ °C}$	1.25				W
T_{stg}	Storage temperature	-65 to 150				°C
T_j	Max. operating junction temperature	150				°C

Table 3. Thermal data

Symbol	Parameter	Max value	Unit
$R_{thj-case}$	Thermal resistance junction-case	10	°C/W
$R_{thj-amb}$	Thermal resistance junction-ambient	100	°C/W

Table 4. On/off states

Symbol	Parameter	Polarity	Test conditions	Value			Unit
				Min.	Typ.	Max.	
I_{CBO}	Collector cut-off current ($I_E=0$)	NPN	$V_{CB} = 30\text{ V}$ $V_{CB} = 30\text{ V}, T_C = 125\text{ °C}$			0.1 10	μA μA
		PNP	$V_{CB} = -30\text{ V}$ $V_{CB} = -30\text{ V}, T_C = 125\text{ °C}$			-0.1 -10	μA μA
I_{EBO}	Emitter cut-off current ($I_C=0$)	NPN	$V_{EB} = 5\text{ V}$			10	μA
		PNP	$V_{EB} = -5\text{ V}$			-10	μA
$V_{CEO(sus)}^{(1)}$	Collector-emitter sustaining voltage ($I_B=0$)	NPN	$I_C = 30\text{ mA}$ BD135 BD139	45 80			V V
		PNP	$I_C = -30\text{ mA}$ BD136 BD140	-45 -80			V V
$V_{CE(sat)}^{(1)}$	Collector-emitter saturation voltage	NPN	$I_C = 0.5\text{ A}, I_B = 0.05\text{ A}$			0.5	V
		PNP	$I_C = -0.5\text{ A}, I_B = -0.05\text{ A}$			-0.5	V
$V_{BE}^{(1)}$	Base-emitter voltage	NPN	$I_C = 0.5\text{ A}, V_{CE} = 2\text{ V}$			1	V
		PNP	$I_C = -0.5\text{ A}, V_{CE} = -2\text{ V}$			-1	V
$h_{FE}^{(1)}$	DC current gain	NPN	$I_C = 5\text{ mA}, V_{CE} = 2\text{ V}$	25		250	
			$I_C = 150\text{ mA}, V_{CE} = 2\text{ V}$	40			
			$I_C = 0.5\text{ A}, V_{CE} = 2\text{ V}$	25			
		PNP	$I_C = -5\text{ mA}, V_{CE} = -2\text{ V}$	25		250	
$I_C = -150\text{ mA}, V_{CE} = -2\text{ V}$	40						
$I_C = -0.5\text{ A}, V_{CE} = -2\text{ V}$	25						
$h_{FE}^{(1)}$	h_{FE} groups	NPN	$I_C = 150\text{ mA}, V_{CE} = 2\text{ V}$ BD139-10	63		160	
			BD135-16/BD139-16	100		250	
		PNP	$I_C = -150\text{ mA}, V_{CE} = -2\text{ V}$ BD140-10	63		160	
			BD136-16/BD140-16	100		250	

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BIODATA PENULIS



Nama :Nofrialdi
TTL :Serang, 15 November
1996
Jenis Kelamin :Laki – laki
Alamat :Komplek Ciceri Permai Jl.
Rinjani Blok F NO.1
Serang, Banten
Telp / Hp : 081210335828
Email : nofrialdi08@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 2003 – 2009 : *SDI Al-Azhar 10 Serang*
2. 2009 – 2012 : *SMP Negeri 1 Serang*
3. 2012 – 2015 : *SMA Negeri 2 Serang*
4. 2015 – Sekarang : *Departemen Teknik Elektro Otomasi,
Bidang Studi Computer Control –
Fakultas Vokasi Institut Teknologi
Sepuluh Nopember (ITS)*

PENGALAMAN KERJA

1. Kerja Praktek di PT. BARATA INDONESIA GRESIK