



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK MESIN PENUKARAN
UANG KOIN KE UANG KERTAS**

TUGAS AKHIR

Laporan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

Ahli Madya (A.Md)

Pada program studi Diploma 3 Instrumentasi Elektronika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MOCHAMMAD AKBAR AFFANDY

230521263Y

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

D3 FISIKA INSTRUMENTASI ELEKTRONIKA

DEPOK

DESEMBER 2008

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan ini diajukan oleh

Nama : Mochammad Akbar Affandy
NPM : 230521263Y
Program Studi : D3 Instrumentasi Elektronika
Judul : Rancang Bangun Sistem Mekanik Mesin Penukaran Uang
Koin ke Uang Kertas
Pembimbing : Dr. Prawito
Tanggal Sidang : 22 Desember 2008

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Instrumentasi Elektronika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Prawito

Penguji 1 : Dr. Sastra Kusuma Wijaya

Penguji 2 : Arief Sudarmadji, MT

HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan kejujuran yang disertai rasa tanggungjawab, niscaya akan menjadikan sebuah kedisiplinan dalam melakukan suatu pekerjaan dengan hasil yang baik dan melegakan

"Skripsi ini kupersembahkan untuk : Ayahanda dan Ibunda terkasih, yang telah memberi kasih sayangnya yang teramat dalam dan memberiku beribu inspiras dan motives. Serta semua semua orang yang telah menaruh budi dalam hidupk dan yang menyayangiku"

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah. Puji syukur sebesar-besarnya saya panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya yang dimana masih diberikan nikmat iman, nikmat sehat, dan segala nikmat dan karunianya. sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul Rancang Bangun Sistem Mekanik Mesin Penukaran Uang Koin ke Uang Kertas Berbasis Microcontroller, sehingga dapat selesai tepat pada waktunya. Walaupun dalam proses pembuatan tugas akhir ini saya banyak sekali menemui hambatan dan rintangan, tetapi Allah senantiasa memberikan jalan dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, saya banyak sekali mendapatkan bantuan, sehingga saya ingin sekali mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua saya yang paling saya cintai karena telah memberikan semangat, doa, materi, serta kasih sayangnya. sehingga tugas akhir ini berhasil dengan baik
2. Pembimbing saya Dr. Prawito yang telah membantu dalam pemberian semangat dan nasehat dalam pembuatan tugas akhir ini
3. Rekan kerja saya Rizki Tegat yang telah berjuang bersama selama proses pembuatan, *"berjuanglah terus teman, jangan jadi pemalas"*
4. Kakak saya Qurniatul Awwalin beserta suami, terimakasih atas dukungan, materi dan doanya
5. Paman saya Arif Hakim sekeluarga beserta pekerjanya (mas Yono dan mas Edi), dalam proses pembuatan mekanik di Sidoarjo, terimakasih atas materi dan tempat bengkelnya
6. Paman saya Arief Pujianto Aji sekeluarga, terimakasih atas bantuan dan semangatnya sehingga menjadi sebuah motivasi yang sangat berarti bagi saya
7. Mamet 2004, *"terimakasih banyak teman, atas pengetahuan, konsultasi dan bantuannya pada program dan hardware"*

8. Bapak Parlan sekeluarga, terimakasih atas solusi dan perbaikan mekaniknya sehingga berjalan dengan baik
9. Spesial terimakasih untuk Ranggi Nivianti atas segala sesuatunya sehingga memberi motivasi, semangat dan doa yang berarti bagi saya
10. Toni beserta teman-teman kosan Deyen yang lain, terimakasih banyak untuk bantuan, tempat dan pengertiannya selama proses pembuatan
11. Bajil beserta teman-teman kosan Aida yang lain, terimakasih banyak untuk bantuan, tempat dan pengertiannya selama proses pembuatan
12. Kepada Jack yang sedikit banyak telah memberi masukan pengetahuan dan pinjaman peralatan dalam proses pembuatan mekanik
13. Kepada anak-anak joglo, Yusuf, Her, Wafi, Reza, Qana, Zendra, dan Koko dalam proses pembuatan Hardware
14. Kepada anak-anak Jobles dan Jilbabers yang berjuang bersama dalam pembuatan tugas akhir ini, semoga sukses selalu
15. Teman – teman seperjuangan instrumentasi 2005 yang selalu mendukung saya. Yang telah banyak membantu dalam pengetahuan, pinjaman alat dan bahan serta semangatnya

Kepada beberapa pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, saya mengucapkan terimakasih

Dalam penulisan laporan ini saya tidak memungkiri ada kesalahan dalam penulisan atau dalam teori yang saya gunakan, sehingga saya membuka diri untuk kritik dan saran dari pembaca untuk mengkritik dan memberikan masukan untuk perkembangan dari judul Skripsi yang saya lakukan kali ini.

Depok, Desember 2008

Penulis

ABSTRAK

Nama : Mochammad Akbar Affandy

Program Studi : D3 Instrumentasi Elektronika

Judul : Rancang Bangun Sistem Mekanik Mesin Penukaran Uang Koin ke Uang Kertas

Telah dibuat suatu rancang bangun sistem mekanik untuk mesin penukaran uang koin ke uang kertas berbasis *microcontroller*. Sistem mekanik ini dirancang dengan tujuan untuk memperkenalkan pada masyarakat luas (golongan menengah kebawah khususnya) bahwa mereka tidak perlu lagi repot – repot untuk mencari uang tunai yang layak dibelanjakan jika mereka hanya mempunyai uang koin saja. Pada mesin ini digunakan tombol *pushbutton* dan sensor *infrared* yang berfungsi untuk mendeteksi adanya masukan uang koin maupun keluaran uang kertas yang melewatinya. Infrared digunakan sebagai pemancar atau *transmitter* dan photodiode digunakan sebagai *receiver*-nya. Inputan dari uang koin dan outputan dari sensor infrared kemudian digunakan untuk menjalankan *actuator* yang berupa motor dc untuk bergerak sesuai dengan fungsinya. Selain itu untuk memperjelas hasil proses *microcontroller* maka ditampilkan pula dalam tampilan LCD.

Kata kunci: *microcontroller, infrared, photodiode, motor dc*

ABTRACT

Name : Mochammad Akbar Affandy

Study Program: D3 Instrumentasi Elektronika

Title : Money Changer Machine

Have been made an design to wake up for the money changer machine bases of microcontroller. This mechanic system is designed as a mean to present for society (middle and small people for special) so they never busy again to change their coin to cash for buy competent. This machine is used by pushbutton and three sensor functioning infrared to detect the input coin and output cash passing it. This Sensor consist of infrared and photodiode. Infrared used as a transmitter and Photodiode used as a receiver. Input coin and output cash from sensor infrared then used to run of actuator which in the form of dc motor to make a move as according to its function. Besides to clarify result of microcontroller process also presented in LCD display.

Keyword's: *microcontroller, infrared, photodiode, actuator, dc motor*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Deskripsi Singkat.....	2
1.5 Metode Penulisan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TEORI DASAR	5
2.1 Kecepatan Putaran Koin.....	5
2.2 Sensor Infrared.....	6
2.3 Motor DC.....	8
2.4 Gear.....	12
2.5 Gaya Gesek.....	12
BAB 3 PERANCANGAN DAN CARA KERJA ALAT	16
3.1 Tujuan Perancangan.....	16
3.2 Diagram Blok dan Cara Kerja.....	16
3.3 Konstruksi Mekanik.....	18
3.4 Perancangan Hardware.....	20
3.4.1.Rangkaian pengendali mikro (mikrocontroller).....	20

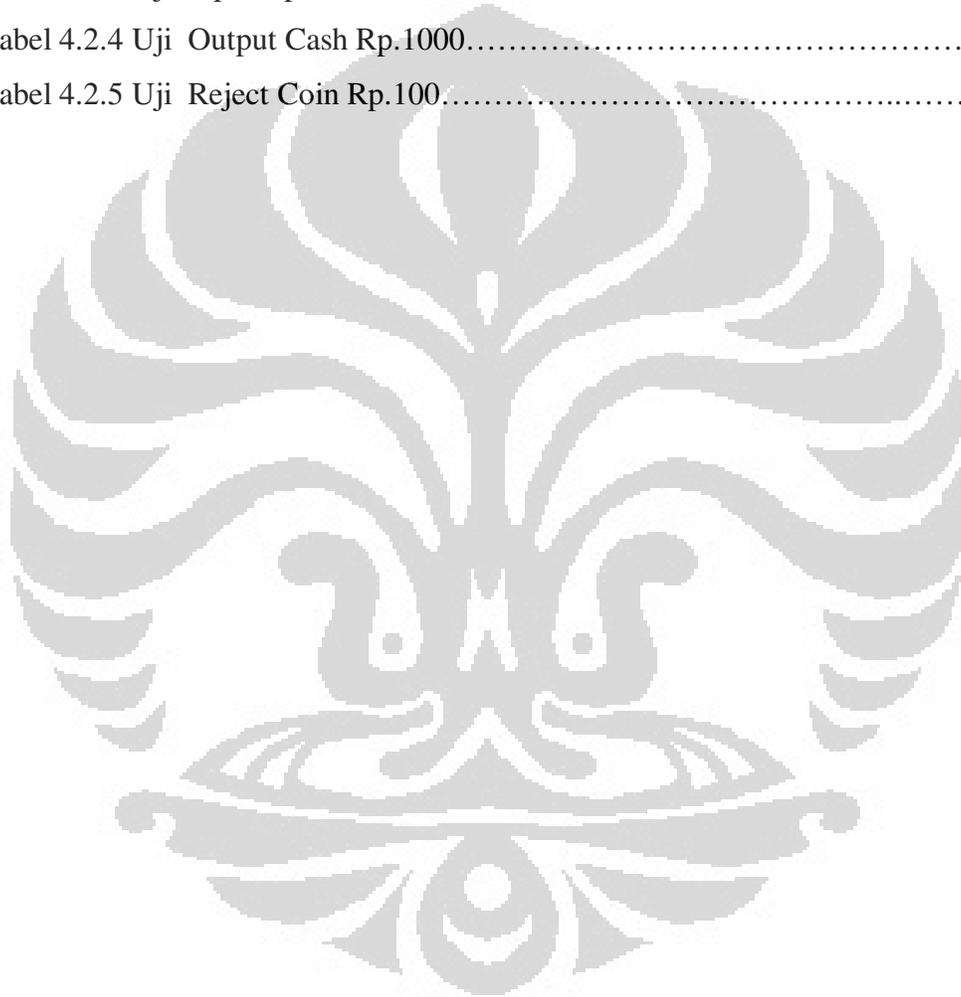
3.4.2.Rangkaian Power Supply.....	21
3.4.3.Rangkaian sensor <i>Infrared</i>	22
3.4.4.Rangkaian Driver Motor.....	23
BAB 4 DATA PENGAMATAN DAN ANALISA.....	24
4.1.Pengujian Alat dan Pengambilan Data.....	24
4.2. Pengujian Sistem Mekanik.....	24
4.2.1. Pengujian Sistem Input Coin.....	25
4.2.2. Pengujian Sistem Output Cash.....	26
4.2.3. Pengujian Sistem Reject Coin.....	26
4.3.Keberhasilan alat.....	27
BAB 5 PENUTUP	28
5.1 Kesimpulan.....	28
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Inputan Mesin	5
Gambar 2.2	Sensor Infared	7
Gambar 2.3.1	Proses Konversi Energi Pada Motor DC.....	8
Gambar 2.3.2	Motor DC.....	9
Gambar 2.3.3	Gaya Medan Magnet	10
Gambar 2.3.4	Prinsip Motor DC.....	10
Gambar 2.3.5	Cara Pengendalian Motor.....	11
Gambar 2.3.6	Arah Putaran Motor DC	12
Gambar 2.4.1	Gear	12
Gambar 2.4.2	Output Uang Kertas	12
Gambar 2.5.1	Gaya Gesekan Statik	13
Gambar 2.5.2	Gaya Gesekan Kinetik	14
Gambar 2.5.3	Motor Reject Coin.....	15
Gambar 3.2	Blok Diagram	17
Gambar 3.3	Konstruksi Keseluruhan Mekanik.....	19
Gambar 3.4.1	Rangkaian Minimum System.....	20
Gambar 3.4.2	Power Supply.....	21
Gambar 3.4.3	Sensor Infrared	22
Gambar 3.4.4	Rangkaian Driver Motor.....	23
Gambar 7.1	Lampiran Keseluruhan Mesin.....	30
Gambar 7.2	Lampiran Sistem Input Coin.....	31
Gambar 7.3	Lampiran Sistem Output Cash.....	32
Gambar 7.4	Lampiran Sistem Reject Coin/ Refund.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 4.2.1 Uji Input Rp.100.....	25
Tabel 4.2.2 Uji Input Rp.200.....	25
Tabel 4.2.3 Uji Input Rp.500.....	25
Tabel 4.2.4 Uji Output Cash Rp.1000.....	26
Tabel 4.2.5 Uji Reject Coin Rp.100.....	26



BAB 1

PENDAHULUAN

Pada Bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah mengapa alat ini dibuat, tujuan dari penelitian, batasan masalah dari alat yang akan dibuat oleh penulis, deskripsi singkat mengenai alat yang akan dibuat, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri dan kemajuan teknologi yang pesat sekarang ini menuntut adanya sarana dan prasarana yang mendukung. Pertumbuhan manusia yang semakin meningkat harus diimbangi dengan pengadaan kebutuhan manusia tersebut. Saat ini banyak alat-alat diciptakan untuk memudahkan manusia dalam memenuhi kebutuhannya. Untuk mempercepat dan mempermudah akan pengadaan kebutuhan manusia tersebut maka dikembangkanlah teknologi otomatisasi.

Pada mesin ATM yang sudah tersedia, banyak diperuntukkan bagi mereka yang tidak membawa uang tunai, dengan hanya perlu menggesekkan/ memasukkan kartu member ATM masing-masing untuk mendapatkan uang tunai tersebut untuk dibelanjakan. Permasalahannya banyak diantara mereka ialah tergolong orang-orang dari kalangan atas. Untuk itu kami mencoba membuat aplikasi mesin semacam money changer yang mana diperuntukkan bagi mereka yang hanya membawa uang receh (koin) yang ingin mendapat uang tunai (kertas) yang siap dibelanjakan dengan layak tanpa rasa malu. Mesin penukaran uang koin ke uang kertas ini dapat bermanfaat bagi masyarakat golongan kecil dan menengah pada khususnya, serta yang membutuhkan pada umumnya.

Untuk memperkaya keragaman maka penulis dalam tugas akhir ini membuat suatu sistem mekanik mesin penukaran uang koin ke uang kertas, dimana yang maksud dari sistem mekanik ini mencakup mekanik dari mesin itu sendiri, sistem

mekanik bertujuan sebagai pelaksana dari proses alat yang dimaksud. Sistem mekanik disini dapat berupa sistem inputan mesin menggunakan uang koin, sistem *reject/* kembalian uang koin, dan supply uang kertas.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan Khusus dari Tugas Akhir ini adalah membahas sistem mekanik mesin penukaran uang koin ke uang kertas yang berfungsi sebagai pelaksana proses dan juga sebagai penunjang untuk actuator dari sistem kontrol.

1.3 Batasan Masalah

Proyek Tugas Akhir ini, sesuai dengan judul yang telah ditentukan, maka akan dibahas tentang sistem mekanik mesin penukaran uang koin ke uang kertas yang mencakup sistem mekanik dimana berfungsi sebagai pelaksana proses dan sebagai actuator untuk sistem kontrol yang telah dibuat. actuator tersebut berupa motor dc. Fungsi pada mesin ini hanya sebatas masukan uang koin dan keluaran uang kertas.

1.4 Deskripsi Singkat

Fungsi dari mesin ini diharapkan dapat bermanfaat terhadap masyarakat golongan menengah dan kecil yang mana hendak menukarkan uang koinnya dengan uang kertas. Kemudahan dalam proses penukaran uang akan menjadi pilihan yang tepat bagi mereka yang mempunyai uang koin dalam wadah (celengan) yang sudah penuh, dengan tidak perlu repot-repot mencari penukaran uang kertas.

Sebagai salah satu aplikasi mesin otomatis, pada tugas akhir ini dibuat “**Mesin Penukaran Uang Koin ke Uang Kertas**” dengan maksud dari sistem mekanik mesin penukaran uang koin ke uang kertas yang mencakup mekanik dan hardware ini bertujuan untuk pelaksana proses dan pengaplikasian sistem kontrol dalam hal ini mikrokontroller dengan adanya mekanik, maka proses dapat diterapkan dengan baik

dan tepat tanpa hal ini proses tidak akan dapat berjalan sama sekali. begitu juga dengan hardware tanpa ini sistem kontrol tidak akan berguna, karena pada hardware harus dilengkapi dengan power supply, peralatan atau rangkaian elektronik, driver motor dc, relay motor dc dll.

Cara kerja singkat dari Alat ini adalah ketika uang koin dimasukkan kedalam mesin ini, kemudian tombol start ditekan maka motor dc untuk supply uang kertas dan konveyor aktif, kemudian konveyor akan mengirimkan uang kertas tersebut untuk dikeluarkan dari mesin ini sebanyak jumlah nominal uang koin yang dimasukkan. Dan sebaliknya jika setelah uang koin dimasukkan dan menekan tombol restart maka uang koin kembali akan dikeluarkan (dimuntahkan/ *reject*) oleh mesin.

1.5 Metode Penulisan

Metode yang penulis gunakan untuk pengerjaan dan penulisan Tugas Akhir antara lain:

1.5.1 Kepustakaan/ Studi Literatur

Untuk memperoleh landasan teori dalam penelitian, tahap awal yang dilakukan adalah mengumpulkan berbagai informasi yang diperlukan baik melalui buku-buku acuan, jurnal yang terkait dan internet.

1.5.2 Perancangan

Pada tahapan perancangan penulis membagi lagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan Perangkat Mekanik dan perancangan Perangkat Keras / Elektronik (*Hardware*). Pada perancangan mekanik, dibangun suatu konstruksi elevator yang terdapat sistem penggerak otomatis, sedangkan pada perancangan elektronik (*hardware*) dirancang suatu rangkaian elektronik untuk menggerakkan motor dc, limit switch dan sensor yang terdapat pada sistem mekanik tersebut.

1.5.3 Pembuatan Alat dan Program

Rangkaian elektronik yang dibuat terdiri dari berbagai jenis dan tujuan untuk mempelajari beberapa fungsi dan hubungan dari masing-masing elektronik. Pembuatan program dilakukan dengan menggunakan *Software Basic Compiler (BASCOS)*, dengan menggunakan *Software* ini memungkinkan kita untuk memanipulasi kinerja alat sesuai dengan yang diinginkan. *Chip* yang penulis gunakan adalah AT89S52.

1.5.4 Pengujian

Untuk melihat keberhasilan dari rancang bangun dan sistem yang dibuat maka pada tahap ini dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan dengan melihat hubungan dan komunikasi dari hardware dan software yang dirancang agar sesuai dengan tujuan dari perancangan.

1.5.5 Pengambilan Data

Prototype penyeleksi benda yang telah dibuat kemudian akan diuji yang kemudian akan dilakukan pengambilan data. Pengambilan data meliputi data sensor dan data keseluruhan alat atau keberhasilan alat.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan laporan Tugas Akhir ini, dapat dibuat urutan bab serta isinya secara garis besar. Diuraikan sebagai berikut :

Bab 1. Pendahuluan

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab 2. Teori dasar

Teori dasar berisi landasan-landasan teori sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dalam perancangan mekanik.

Bab 3. Perancangan dan cara kerja sistem

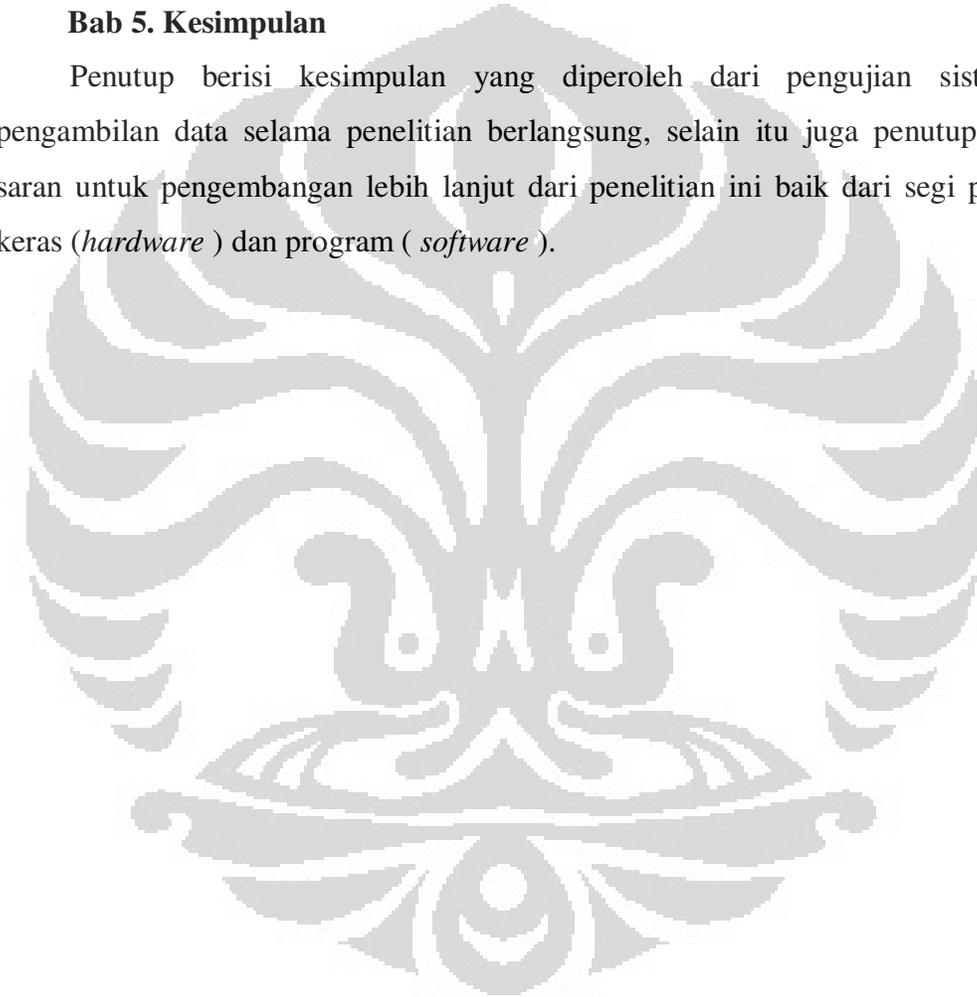
Pada bab ini banyak menerangkan tentang perancangan mekanik dan perangkat lunak tentang kerja dari prototype pembeda koin Rp.100, Rp.200, Rp.500.

Bab 4. Pengujian sistem dan pengambilan data

Bab ini berisi tentang unjuk kerja alat sebagai hasil dari perancangan sistem. Pengujian akhir dilakukan dengan menyatukan seluruh bagian-bagian kecil dari sistem untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan tujuan awal. Setelah sistem berfungsi dengan baik maka dilanjutkan dengan pengambilan data untuk memastikan kapabilitas dari sistem yang dibangun.

Bab 5. Kesimpulan

Penutup berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengujian sistem dan pengambilan data selama penelitian berlangsung, selain itu juga penutup memuat saran untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini baik dari segi perangkat keras (*hardware*) dan program (*software*).



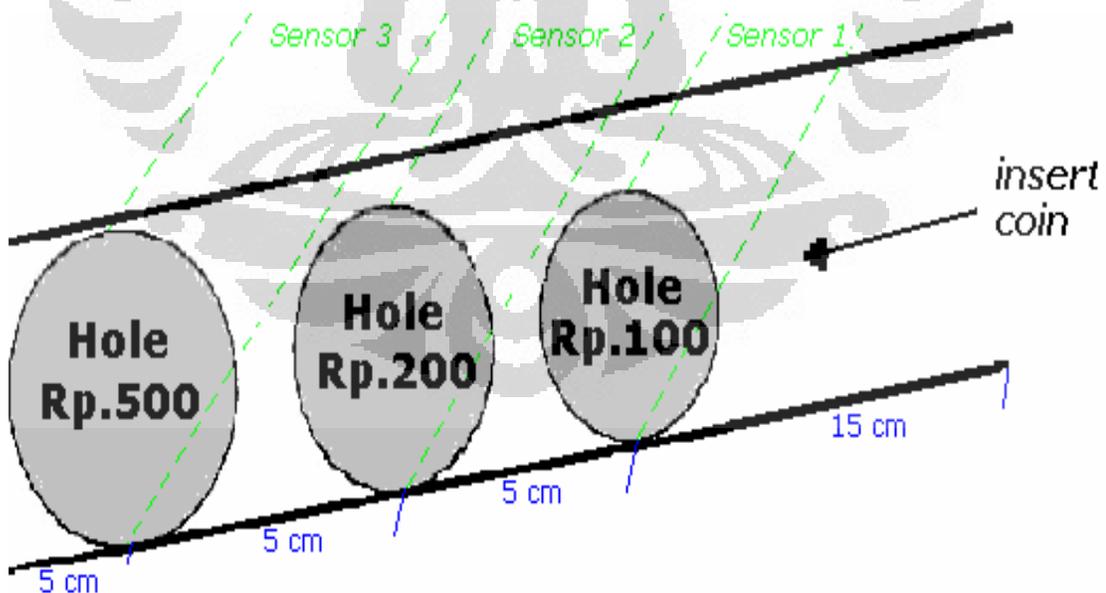
BAB 2

TEORI DASAR

Pada perancangan bangun sistem mekanik mesin ini sebagaimana telah tercantum dalam tujuan penelitian, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu suatu pemahaman dasar yang harus diperhatikan dan dipahami terlebih dahulu. Beberapa pemahaman dasar tersebut antara lain: kecepatan putaran koin, sensor infrared, motor dc, gear, dan gaya gesek.

2.1 KECEPATAN PUTARAN KOIN

Bentukan inputan koin yang digunakan adalah lingkaran yang berputar, yang dapat dihitung kecepatannya pada setiap koin yang dimasukkan pada sistem. Adapun tiga macam *hole*/ lubang yang akan menjadi tujuan pada masing – masing koin (Rp.100, Rp.200, Rp.500) yang berfungsi juga sebagai pemberhentian kecepatan putaran koin. Berikut gambar sistem inputan mesin:



Gambar 2.1. Sistem Inputan Mesin

Besar kecepatan koin yang dimasukkan adalah sesuai dengan jarak masing – masing lubang koin dibagi waktu yang ditempuh masing – masing koin untuk sampai pada lubang. Adapun rumus kecepatan putaran koin, adalah:

$$V = \frac{S}{t} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

V = kecepatan putaran koin

S = jarak koin menuju lubang

T = waktu yang ditempuh koin untuk menuju lubang

Diketahui waktu yang ditempuh antara masing – masing koin Rp. 100, Rp.200, dan Rp.500 adalah stabil (3s, 4s, dan 5s), berikut juga dengan masing – masing jarak antara lubang koin adalah juga konstan (Rp.100 = 15 cm, Rp.200 = 20 cm, dan Rp.500 cm = 25), maka didapatkan rumus kecepatan putaran koin sebagai berikut:

Diket:

$$V = \frac{S_1}{t_1} = \frac{S_2}{t_2} = \frac{S_3}{t_3} \dots\dots\dots(2)$$

Maka:

$$V = V_1 = V_2 = V_3 \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

V1 = kecepatan untuk koin Rp.100

V2 = kecepatan untuk koin Rp.200

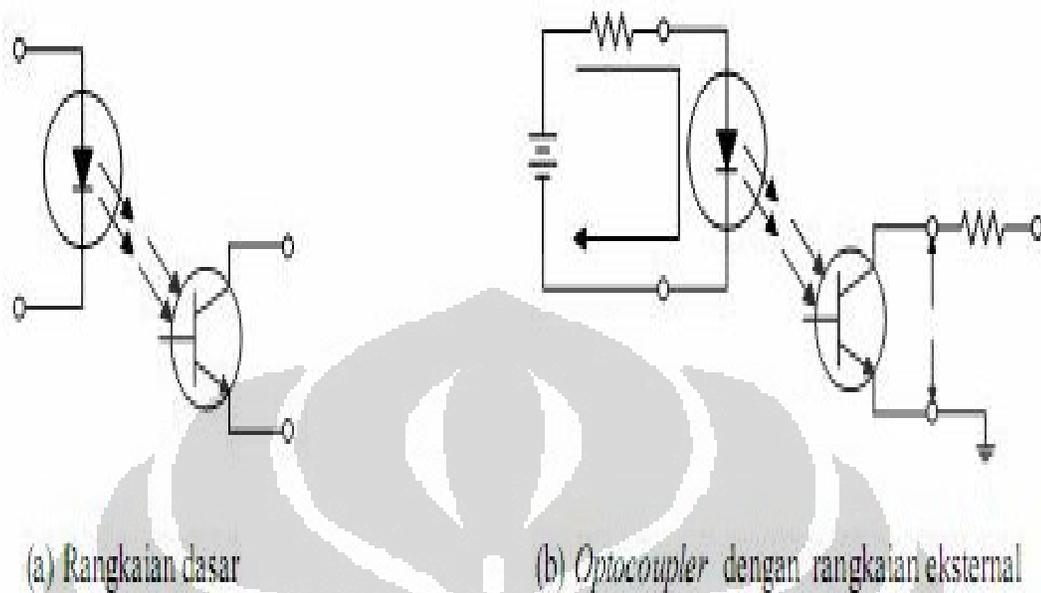
V3 = kecepatan untuk koin Rp.500

2.2. SENSOR INFRARED

Dalam sistem inputan mesin terdapat sensor infrared yang berfungsi sebagai pembeda uang koin (Rp. 100, Rp. 200, dan Rp. 500) yang berada pada setiap lubang/*hole* masing – masing koin yang sesuai. Untuk karakteristik sensor infrared yaitu hampir mirip dengan karakteristik sensor optocoupler. Optocoupler yang dikenal dengan sebutan dengan optoisolator merupakan semikonduktor yang memakai kombinasi dari *photoemiter* dan *photodetector*. *Optocoupler* yang kita kenal diproduksi dalam bentuk paket plastik yang diberi lensa atau filter untuk menaikkan kepekaannya. *Optocoupler* dibuat untuk mentransmisikan sinyal dalam satu arah, dari photoemitter ke *photodetector* meskipun keduanya terisolasi satu sama lain.

Komponen yang digunakan sebagai sinyal *transmitter* pada *optocoupler* biasanya adalah LED, Ired atau dioda laser, sedangkan *photodetector* digunakan sebagai *receiver*. *Trasnmitter* berfungsi untuk mengubah sinyal listrik menjadi cahaya tampak atau inframerah, sedangkan *receiver* berfungsi untuk mengubah kembali cahaya yang diterima menjadi sinyal listrik. *Receiver* tersedia dalam beberapa tipe, seperti phototransistor yang ditunjukkan pada gambar. Ketika tegangan input pada LED bias maju, cahaya dikirimkan ke *phototransistor* sehingga menyebabkan *phototransistor* menjadi aktif dan menghasilkan arus yang mengalir melalui beban eksternal.

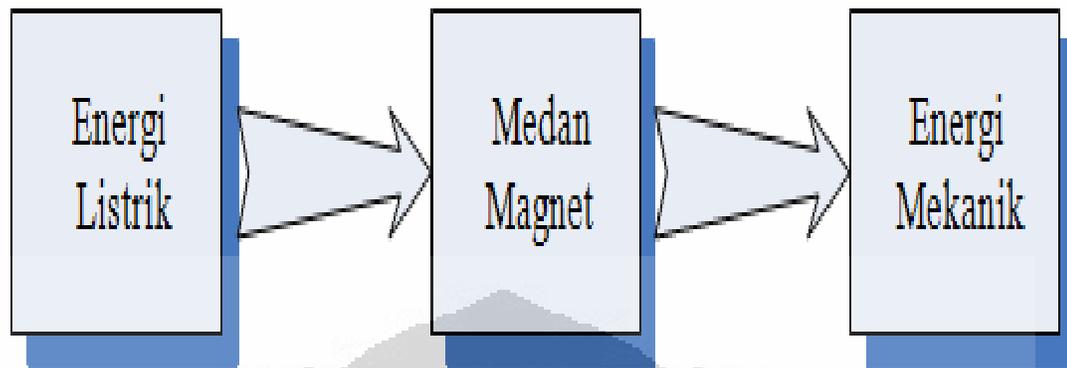
Untuk sistem pembacaan koin, adalah setiap koin yang melewati sensor infrared akan mengirimkan data pada mikrokontroller yang akan ditampilkan pada display. Disaat koin dimasukkan, maka koin akan meluncur berputar menuju lubang koin yang sesuai kemudian jatuh melewati sensor infrared. Pada masing – masing lubang telah dipasang sensor infrared, yaitu dengan masing – masing posisi sensor 1 untuk pembacaan koin Rp. 100, sensor 2 untuk koin Rp. 200, dan sensor 3 untuk koin Rp. 500. Berikut gambar sensor infrared:



Gambar 2.2 Sensor Infared

2.3. MOTOR DC

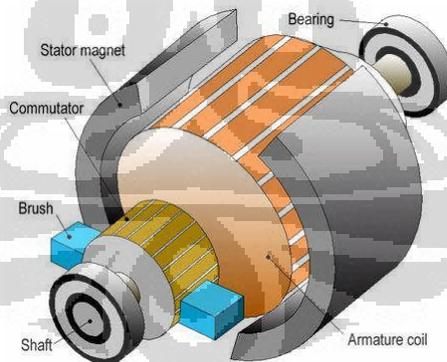
Motor DC adalah motor yang memerlukan suplay berupa tegangan searah pada kumparan jangkar dan kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Pada motor DC, kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konverter energi baik energy listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (generator) berlangsung melalui medium medan magnet. Energi yang akan diubah dari suatu sistem ke sistem yang lain, sementara akan tersimpan pada medium medan magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi sistem lainnya. Dengan demikian, medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi, dimana proses perubahan energi pada motor arus searah dapat digambarkan pada gambar 2-4 [5].



Gambar 2.3.1 Proses Konversi Energi Pada Motor DC

Motor DC memiliki prinsip kerja yaitu suatu penghantar yang berarus listrik dan ditempatkan dalam suatu medan magnet maka penghantar tersebut akan mengalami gaya. Prinsip kerja motor membutuhkan :

1. Adanya garis-garis gaya medan magnet (fluks), antara kutub yang berada di stator.
2. Penghantar yang berarus listrik yang ditempatkan dalam medan magnet tersebut.
3. Pada penghantar akan timbul gaya.



Gambar 2.3.2 Motor DC

Pada Motor DC didesain untuk memanfaatkan gaya magnet untuk menghasilkan gerak berputar yang kontinyu dan disusun oleh komponen-komponen :

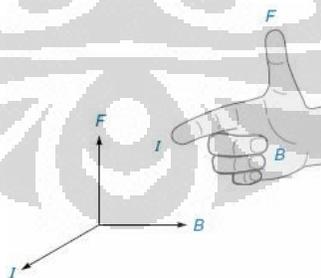
- Stator magnet digunakan sebagai penghasil gaya magnet permanen. Dibentuk menyesuaikan housing motor dengan setengah lingkaran atau satu lingkaran penuh.

- Armature coil digunakan sebagai kumpulan penghantar (konduktor) yang digulung sedemikian rupa hingga dapat menghasilkan torsi yang optimum. Duduk pada yoke yang dipasang permanen terhadap shaft.
- Commutator digunakan sebagai jalur masuk dan keluarnya arus listrik pada armature coil. Terbuat dari tembaga yang tersekat antar segmen oleh bahan isolator seperti mika.
- Brush digunakan sebagai medium penyalur arus listrik dari sumber listrik ke commutator. Terbuat dari tembaga atau carbon dan didesain untuk lebih mudah aus dibandingkan dengan commutator.
- Bearing digunakan sebagai penyangga shaft pada housing motor.

Gaya yang dihasilkan motor dc tergantung pada :

- a. Kekuatan pada medan magnet
- b. Besarnya arus yang mengalir pada penghantar
- c. Panjang kawat penghantar yang berada dalam medan magnet

Apabila panjang kumparan rotor L dialiri arus listrik sebesar I dan terletak diantara kutub magnet utara dan selatan dengan kerapatan fluks sebesar B , maka kumparan rotor tersebut mendapat gaya F sebesar :



Gambar 2.3.3. Gaya Medan Magnet

$$\mathbf{F} = \mathbf{B} \times \mathbf{I} \times \mathbf{L}$$

.....(4)

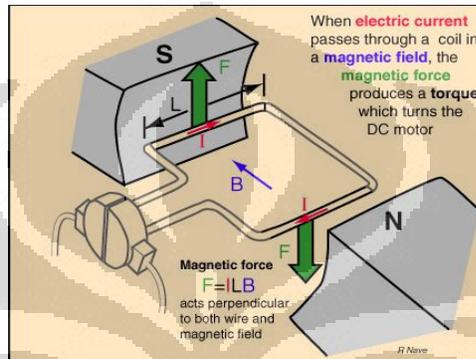
Keterangan :

F = Gaya Lorentz (Newton)

B = Kerapatan Fluks Magnet (Weber / m²)

I = Arus Listrik (Ampere)

L = Panjang sisi kumparan rotor (m)



Gambar 2.3.4. Prinsip Motor DC

Adapun jenis-jenis motor DC berdasarkan cara memberikan arus eksitasi, motor arus searah dibagi dalam beberapa jenis :

- a. Motor arus searah dengan penguatan terpisah / bebas
- b. Motor arus searah dengan penguatan sendiri

Terdiri dari :

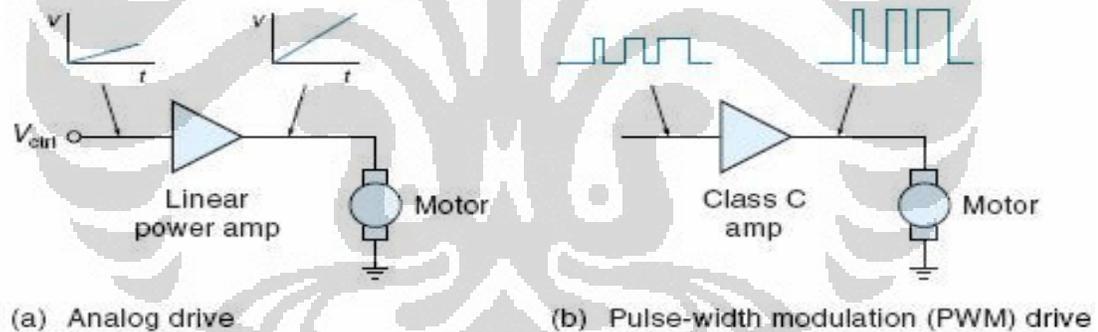
1. Motor arus searah shunt
2. Motor arus searah seri
3. Motor arus searah kompon pendek
4. Motor arus searah kompon panjang

Terdapat 2 cara untuk mengontrol kecepatan dari motor dc. Kontrol kecepatan merupakan sesuatu yang tidak akurasi dikarenakan motor yang dari energi listrik diubah menjadi torsi dan tidak diubah menjadi kecepatan. Kecepatan yang presisi ditentukan oleh torsi motor dan beban mekanik. Untuk mengendalikan motor diperlukan rangkaian interface yang dapat mengubah sinyal motor level rendah dari

controller menjadi sebuah sinyal yang cukup besar untuk menggerakkan motor. Dan cara ini disebut analog drive. Pada metode ini, sebuah penguatan power amplifier adalah linier dari controller dan tegangan analog diberikan ke motor.

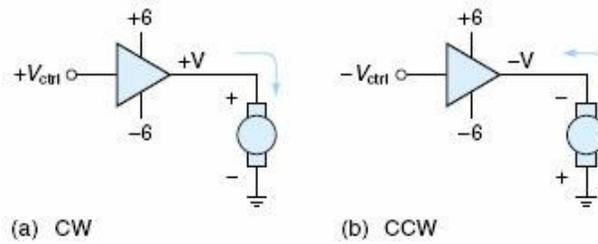
Teknik yang lain untuk mengontrol sebuah motor dc adalah pulse-width modulation (PWM). Dalam sistem ini, power di suplai ke motor dalam bentuk pulsa dc pada tegangan tertentu. Lebar pulsa bervariasi untuk mengontrol kecepatan motor. Pulsa yang lebih lebar, tegangan dc rata-rata yang lebih tinggi diperbolehkan untuk motor. Frekuensi dari pulsa yang cukup tinggi dapat menginduktansi rata-rata motor sehingga dapat menggerakkan motor secara baik. Sistem ini memiliki 2 keuntungan bila dibandingkan dengan analog drive yaitu :

1. Power amplifier dapat menjadi tipe kelas C yang efisien.
2. DAC tidak dibutuhkan karena amplifier baik On atau Off dapat dikendalikan secara langsung dengan sinyal digital.



Gambar 2.3.5. Cara Pengendalian Motor

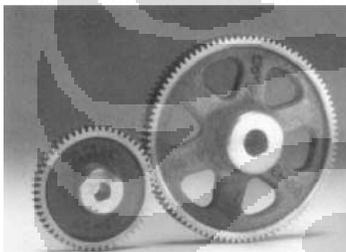
Untuk mengubah arah rotasi dari motor, polaritas dari tegangan yang digunakan adalah berlawanan. Satu cara untuk dapat melakukannya sehingga sebuah motor driver mampu mengeluarkan tegangan positif dan tegangan negatif. Ketika tegangannya positif dan ground maka motor akan bergerak searah jarum jam (CW). Ketika tegangannya negatif dan ground maka polaritas tegangan pada terminal motor berlawanan sehingga motor bergerak berlawanan arah jarum jam (CCW).



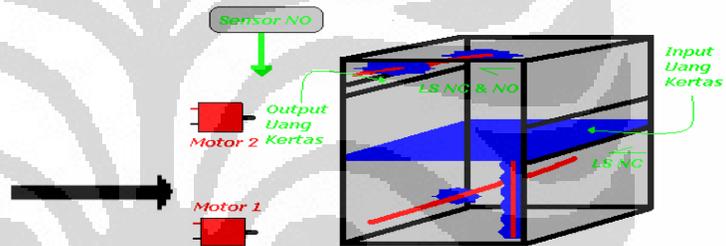
Gambar 2.3f. Arah Putaran Motor DC

2.4. GEAR

Gear atau roda gigi terdiri dari dua buah silinder yang menggelinding antara yang satu dengan yang lainnya tanpa ada gesekan atau slip. Dan dapat mengubah kecepatan rotasi dan torsi untuk digunakan pada motor dan beban.



Gambar 2.4.1. Gear



Gambar 2.4.2. Output Uang Kertas

Gambar diatas dinamakan spur gear. Dimana power yang dikirim oleh sebuah gigi dari salah satu gear, kemudian mendorong berlawanan dengan gigi dari gear yang lain. Ketika 2 gear dengan diameter yang berbeda digabungkan, maka rotasi keduanya berada pada kecepatan yang berbeda.

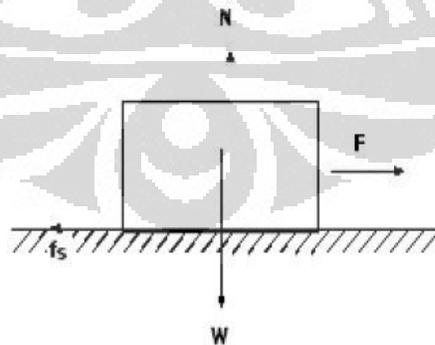
2.5. GAYA GESEK

Pada kendaraan bermotor roda dua, gesekan antara ban dan jalan amat dibutuhkan bahkan gaya gesekan yang besar antara ban dan jalan. Hal ini dimaksudkan agar ban tidak mengalami slip, sehingga pengemudi dan penumpangnya merasa aman. Tetapi jika nilai gesekan antara ban dan jalan kecil, umumnya

disebabkan ban yang gundul (aus), maka hal ini dapat membahayakan pengemudi dan penumpangnya. Prinsip kerja dari rem yaitu menahan atau menghentikan lajunya kendaraan. Sehingga kendaraan dapat mengurangi lajunya bahkan berhenti pada tempat yang diinginkan. Bila seorang pengendara mobil misalnya, menginjak pedal rem. Maka pada saat yang bersamaan kampas rem bergesekan dengan roda untuk menahan atau menghentikan gerak rotasi (putaran) roda. Gaya gesekan yang timbul antara kampas rem dan roda itu sangat penting pada kendaraan. Gaya gesek ada 2 yaitu gesekan statik dan kinetik.

□ Gaya Gesekan Statik

Gaya gesekan statik (f_s) adalah gaya gesekan antara dua buah permukaan yang saling diam satu terhadap yang lain. Sebuah benda dalam keadaan diam, karena adanya kontak antara benda dan bidang tempat benda berada, maka akan ada hambatan untuk melawan gerak relatif benda dan bidang. Apabila dilihat pada gambar, sebuah benda ditarik oleh gaya F , tetapi benda belum bergerak, karena ada yang melawan F yaitu f_s . Jika F diperbesar terus hingga akhirnya benda bergerak, maka gaya gesek pada saat benda mulai bergerak sama dengan $f_k < f_s$. Jadi dalam keadaan diam, gaya gesek lebih besar daripada dalam keadaan bergerak. Secara matematis gaya gesekan static dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 2.5.1. Gaya Gesekan Statik

$$f_s = \mu_s \cdot N \dots\dots\dots(5)$$

Karena $N = m \cdot g$, maka gaya gesekan statik dapat diuraikan menjadi:

$$F_s = \mu_s \cdot mg \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

f_s = gaya gesekan statik (N)

μ_s = koefisien gesekan statik

N = gaya normal (N)

m = massa benda (kg)

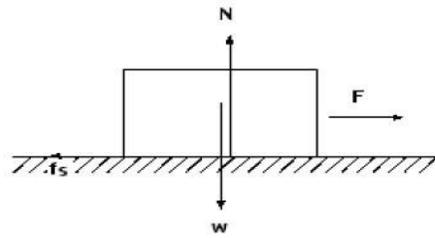
g = percepatan gravitasi bumi (ms^{-2})

$g = 10 ms^{-2}$ atau $9,8.ms^{-2}$

Ketika sebuah bola berputar dengan kelajuan angular ω , sebuah titik di tepi bola mempunyai kelajuan $R\omega$ relatif terhadap pusat bola. Karena pusat bola bergerak dengan kelajuan $R\omega$ relatif terhadap permukaan, dan karena titik bola yang kontak dengan permukaan bergerak mundur dengan kelajuan yang sama ini relatif terhadap pusat bola. Titik singgung itu diam sesaat relatif terhadap permukaan. Suatu kondisi apabila sebuah bola atau silinder menggelinding tanpa selip disebut kondisi menggelinding. Jika sebuah gesekan dikerjakan oleh permukaan pada bola, maka gesekan itu adalah gesekan static dan tidak ada energi yang hilang [1].

□ Gaya Gesekan Kinetik

Gaya gesekan kinetik sebagai gaya gesekan yang terjadi antara dua permukaan benda yang bergerak relatif terhadap lainnya. Pada gaya gesek kinetik ini, terdapat kondisi yang disebut menggelincir. Dimana pada kondisi tersebut terjadi perbedaan kecepatan sehingga menyebabkan adanya perpindahan waktu. Secara matematis gaya gesekan kinetik (f_k) dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 2.5.2. Gaya Gesekan Kinetik

$$f_k = \mu_k \cdot N \dots\dots\dots(7)$$

Karena $N = m \cdot g$, maka gaya gesekan kinetik dapat diuraikan menjadi :

$$f_k = \mu_k \cdot m \cdot g \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

f_k = gaya gesekan kinetik (N)

N = gaya normal (N)

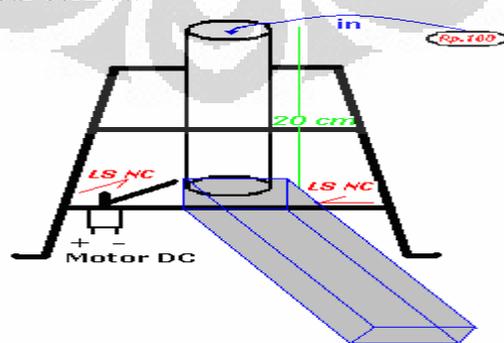
μ_k = koefisien gesekan kinetik

m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi bumi (ms^{-2})

$g = 10 ms^{-2}$ atau $9,8 ms^{-2}$

Pada mesin penukaran uang koin ke uang kertas ini digunakan hukum gaya gesekan statik, sehingga rumus yang dipakai untuk perhitungan ialah gaya gesek static dan mengabaikan hukum gaya gesek kinetik. Yaitu sesuai dengan sistem reject coin/ refund pada gambar berikut:



Gambar 2.5.3. Motor Reject Coin

BAB 3

PERANCANGAN DAN CARA KERJA ALAT

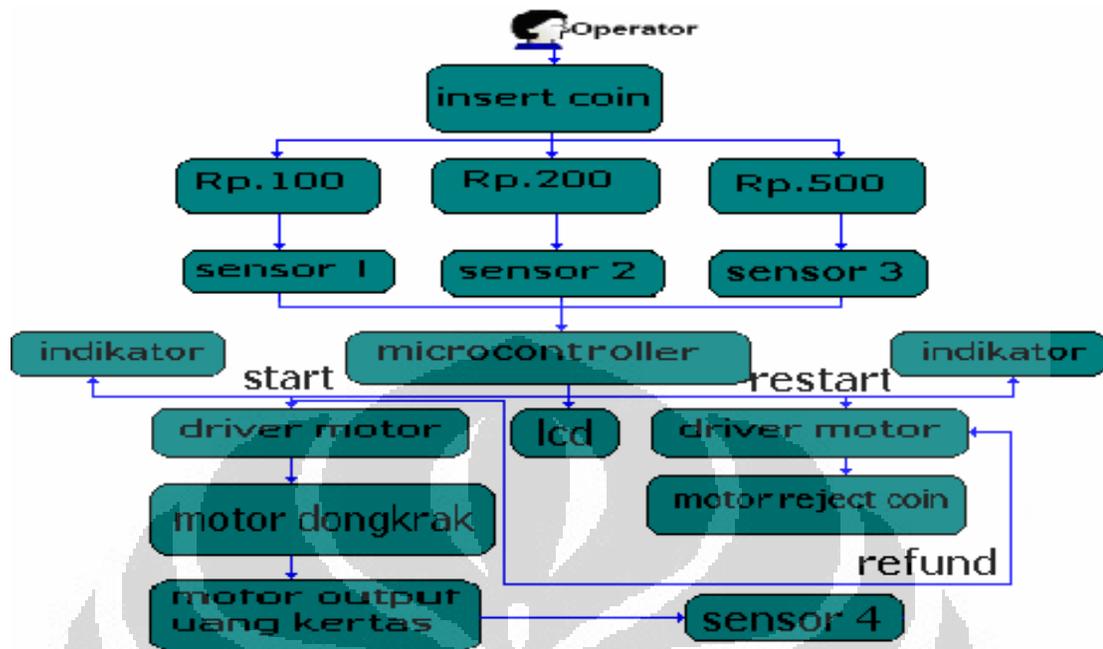
Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan sistem beserta cara kerja dari masing-masing *hardware* yang digunakan penulis dalam penyusunan alat “Rancang Bangun Sistem Mekanik Mesin Penukaran Uang Koin ke Uang Kertas”.

3.1 TUJUAN PERANCANGAN

Perancangan perlu dilakukan untuk mempermudah suatu proses pembuatan perangkat. Dalam proses perancangan, maka ditentukan terlebih dahulu komponen-komponen yang akan digunakan untuk memenuhi spesifikasi perangkat. Dalam pemilihan komponen yang akan digunakan selain didasarkan pada kebutuhan yang sesuai spesifikasi, pemilihan komponen juga didasari dari segi ketersediannya dipasaran dan juga harga komponen tersebut sehingga biaya pembuatan perangkat dapat ditekan dengan kualitas perangkat yang dibuat.

3.2 DIAGRAM BLOK DAN CARA KERJA

Pada bab ini selain perancangan alat, disini juga akan dibahas mengenai cara kerja alat. Untuk mempermudah dalam proses perakitan dan pemahaman cara kerja dari rangkaian, maka perancangan dibuat berdasarkan tiap blok. Dimana setiap blok mempunyai fungsi dan cara kerja tertentu, yang tentunya antar blok yang satu dan yang lainnya saling berhubungan dan saling mendukung hingga membentuk suatu rangkaian yang mempunyai satu fungsi dan cara kerja yang sesuai dengan harapan. Pada dasarnya blok diagram dapat dijadikan suatu deskripsi singkat untuk melihat sistem kerja dari alat yang dibuat. Diagram blok dari rancangan alat ini dapat terlihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 3.2. Blok Diagram

Keterangan singkat blok diagram:

Pada sistem yang telah dirancang motor penggerak sebagai pengatur gerak benda. Selain itu terdapat pengendali mikro (mikrokontroler) sebagai otak dari pengendali dari seluruh perangkat elektronika pada alat ini, serta terdapat juga *motor driver* (pengendali motor) yang mengendalikan motor dongkrak dan motor output uang kertas serta motor reject coin. Sensor *optocoupler* akan mengirimkan data masukkan sebesar 4.34 volt yang diterjemahkan sebagai logika 1 yang diterima oleh port - port pada pengendali mikrokontroler.

Cara Kerja:

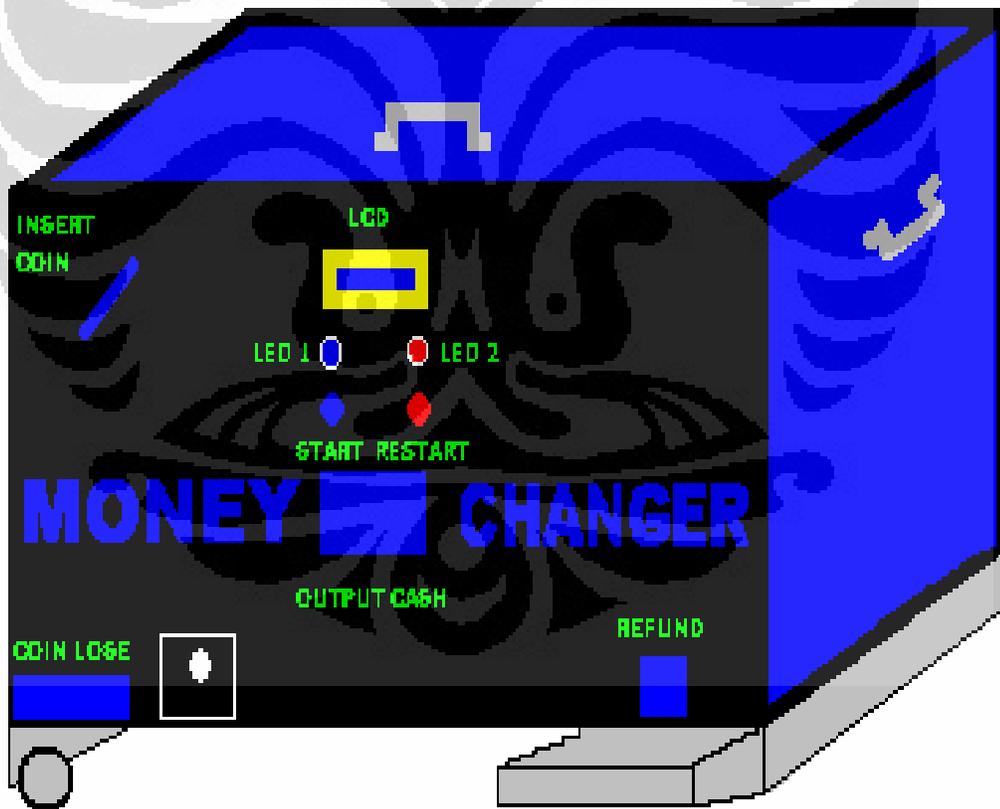
Pada dasarnya alat ini merupakan perpaduan antara mekanik dan elektronik. Dimana elektroniknya dikendalikan oleh pengendali mikro (mikrokontroler). Sedangkan mekaniknya terdiri dari tiga buah motor. Satu motor untuk naik turunnya tempat uang kertas (motor dongkrak), satu untuk motor pengeluar uang kertas (motor output uang kertas), dan satu motor untuk mengeluarkan uang koin (motor reject

coin). Input masukan banyaknya uang koin yang diinginkan di masukkan melalui sistem input mesin yang kemudian akan memberi pilihan operator pada tombol start atau cancel/ restart. Sistem input mesin mempunyai tiga buah sensor infrared, yaitu sensor 1 akan membaca koin Rp.100, sensor 2 akan membaca koin Rp.200, dan sensor 3 akan membaca koin Rp.500. Dimana masing – masing sensor mempunyai lubang (hole) yang sesuai besaran diameter koin masing – masing tersebut. Jika operator menekan tombol start, maka sistem akan memerintahkan mesin untuk menggerakkan motor dongkrak uang kertas agar naik, kemudian motor akan berhenti jika limit switch NC1 aktif. Ketika limit switch NC1 aktif maka akan diikuti aktifnya limit switch NO untuk menjalankan motor output uang kertas. Mesin akan berhenti mengeluarkan uang kertas sampai uang kertas tersebut mengaktifkan sensor 4 yaitu sensor infrared yang kemudian menjalankan motor dongkrak kebawah sampai menekan (mengaktifkan) limit switch NC2 untuk menghentikan sistem. Selama mesin dalam proses penukaran uang koin ke uang kertas akan ditandai dengan nyala indikator 1 (led biru). Jika operator menekan tombol cancel/ restart, maka motor reject koin akan bergerak forward sampai menekan (aktifkan) limit switch NC2 dan kemudian motor reject coin akan bergerak feedback sampai menekan (aktifkan) limit switch NC3, selama proses reject akan disertai indikator 2 (led merah) aktif. Sistem reject coin akan terus bekerja rutin (looping) sesuai besaran jumlah koin yang harus direject. Sistem reject koin juga berfungsi disaat jumlah koin terlalu banyak sehingga mempunyai kembalian (refund jika jumlah koin ><kelipatan Rp.1000).

3.3 KONSTRUKSI MEKANIK

Pada sistem pengereman ini digunakan sebuah roda besar berupa roda sepeda yang diasumsikan sebagai mobil. Dan dibawah roda tersebut terdapat sebuah rem yang dilapisi dengan bahan karet. Apabila rem tersebut tidak dilapisi bahan karet, maka ketika dilakukan pengereman, roda tersebut masih ikut berputar. Hal tersebut dikarenakan permukaannya yang licin. Oleh sebab itu, rem tersebut diselubungi karet

sehingga ketika dilakukan pengereman maka rem tersebut akan menyebabkan roda langsung berhenti. Rem diletakkan dibawah roda besar dikarenakan ketika roda berputar dengan kecepatan tinggi, pantulan dari rem tersebut akan bergerak keatas. Ketika dicoba dengan rem yang diletakkan di depan roda besar, arah pantulan rem tersebut diagonal sehingga merusak gear motor. Untuk dapat menggerakkan roda secara otomatis, maka digunakan motor DC yang dihubungkan dengan roda. Adapun beban roda tersebut sekitar 10kg dan keliling roda adalah 1,89 m. Diameter sensor adalah 1,5 cm, keliling beban 80,5 cm. Maka perlu ditambahkan beban dikarenakan dengan bertambahnya beban maka momen inersia yang dihasilkan akan menjadi lebih besar. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengereman akan lebih lama dan proses pengambilan data dapat lebih lama.



Gambar 3.3. Konstruksi Keseluruhan Mekanik

Keterangan Gambar :

1. Sistem Insert Coin
2. Display LCD
3. Indicator 1 dan Indicator 2
4. Push Button Start dan Restart
5. Sistem Output Cash
6. Sistem Reject Coin (Refund)

Cara kerja singkat dari mesin ini adalah ketika uang koin dimasukkan kedalam mesin ini, kemudian tombol start ditekan maka motor dongkrak untuk supply uang kertas dan motor output uang kertas aktif, kemudian motor output uang kertas akan mengirimkan uang kertas tersebut untuk dikeluarkan dari mesin ini sebanyak jumlah nominal uang koin yang dimasukkan. Dan sebaliknya jika setelah uang koin dimasukkan dan menekan tombol restart maka uang koin kembali akan dikeluarkan (dimuntahkan/ *reject*) oleh mesin.

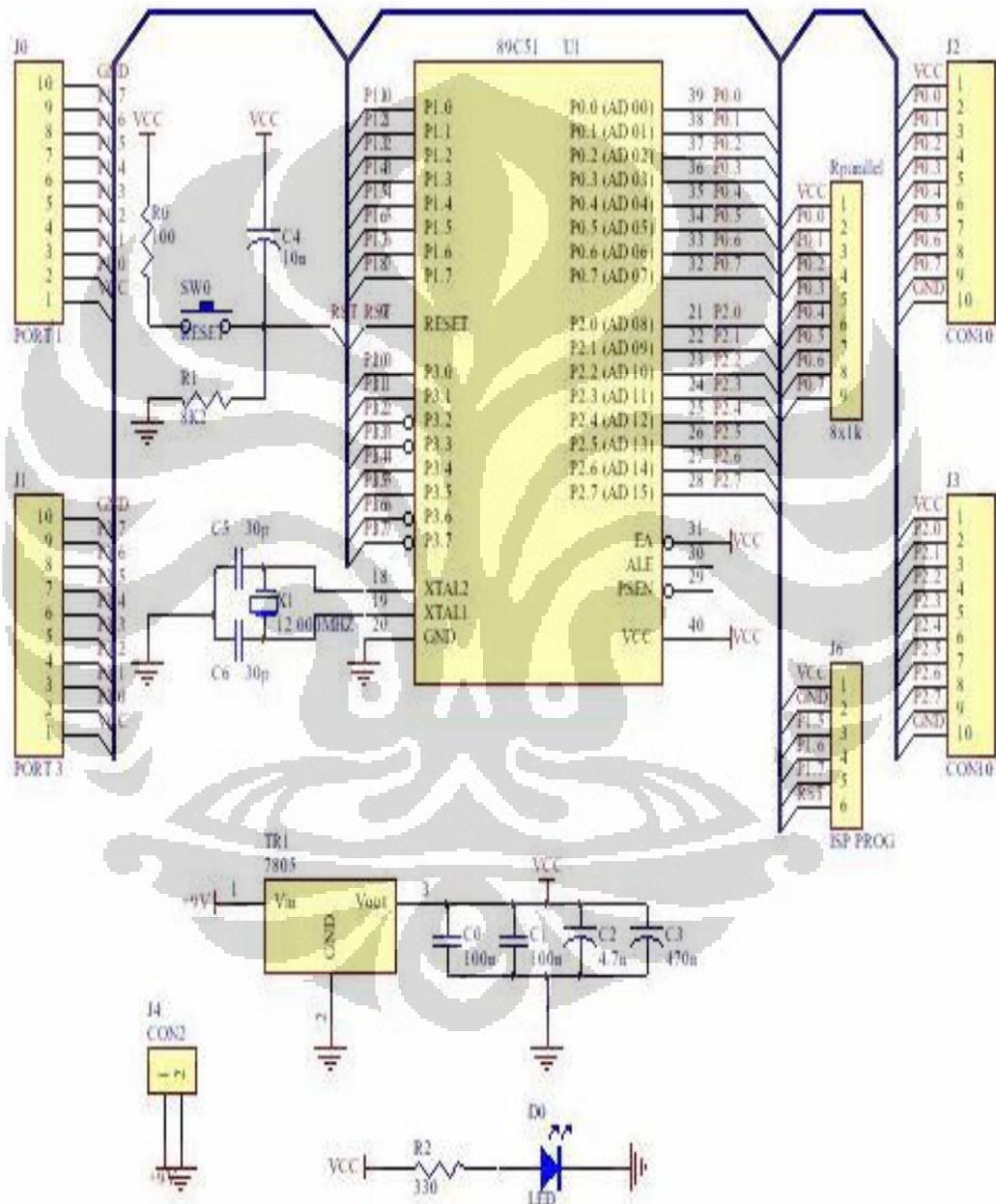
3.4. PERANCANGAN HARDWARE

Pada hardware terdapat 2 bagian yaitu dari mikrokontroler ke mekanik dan dari mekanik ke mikrokontroler. Proses pengiriman dan penerimaan data dari komputer ke mikrokontroler maupun sebaliknya melalui port parallel.

3.4.1 Rangkaian pengendali mikro (mikrocontroller)

Mikrocontroller digunakan untuk mengolah hasil signal yang diterima atau yang direspon oleh sensor untuk dibuat menjadi keputusan tertentu. Mikrocontroller yang digunakan adalah berbasis MCS-51, dalam hal ini digunakan AT89S52 buatan dari ATMEL. Kelebihan dari tipe 89Sxx dari pada pendahulunya 8031/51 yaitu didalamnya sudah terdapat flash memory yang dapat diprogram sebesar 4Kbytes dan 128x8bit RAM internal. Jadi dengan menggunakan mikro tipe ini maka akan

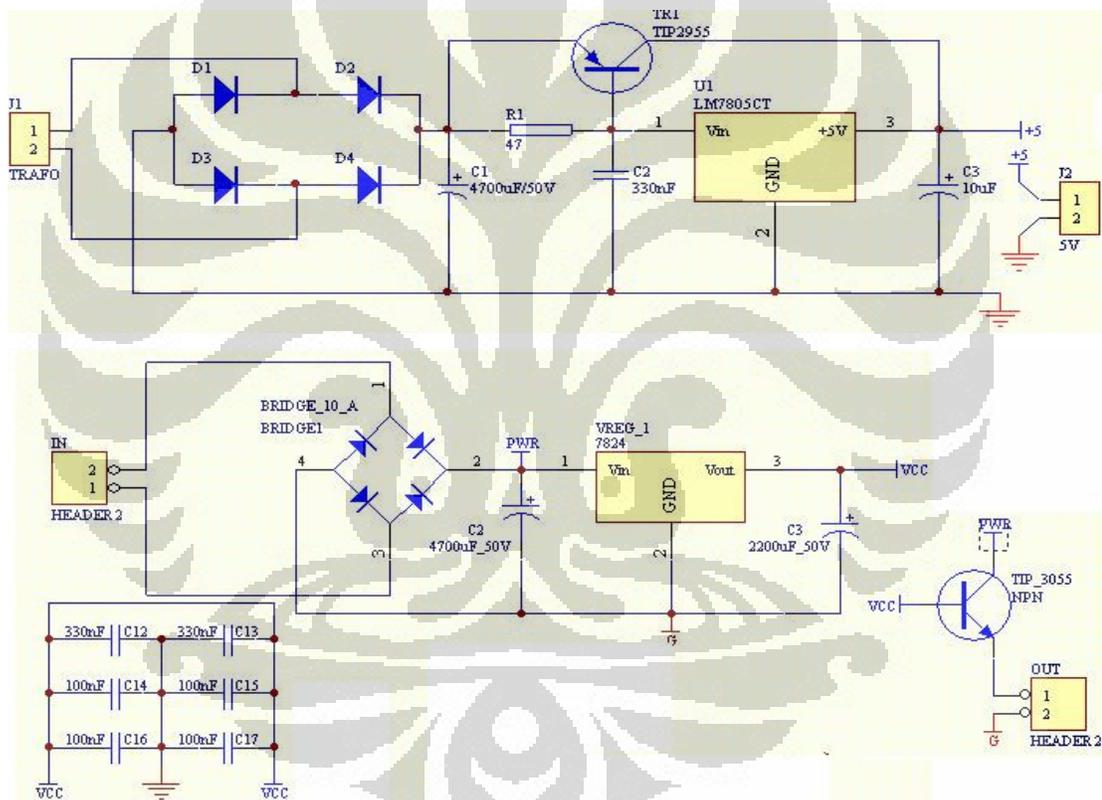
terdapat desain yang cukup kompak dan pemrogramannya relatif lebih mudah. Pada gambar berikut menunjukkan rangkaian *minimum system* (minsys) yang digunakan dalam rangkaian pengendali mikro (mikrocontroller).



Gambar 3.4.1. Rangkaian Minimum System

Mikrocontroller AT89S52 digunakan untuk sebagai otak dari seluruh pengoperasian perangkat dan pengolah sinyal data yang diterima dari rangkaian sensor untuk diubah menjadi suatu keluaran tertentu. Alamat port yang digunakan dalam mikrokontroller ini adalah port 0 sebagai output untuk tampilan Lcd, port1 digunakan untuk input data pushbutton dan output indikator , port2 digunakan untuk inputan data yang dihasilkan dari *driver* motor dan port3 digunakan untuk logika-logika pada sensor *infrared* dan *limit switch*.

3.4.2 Rangkaian Power Supply



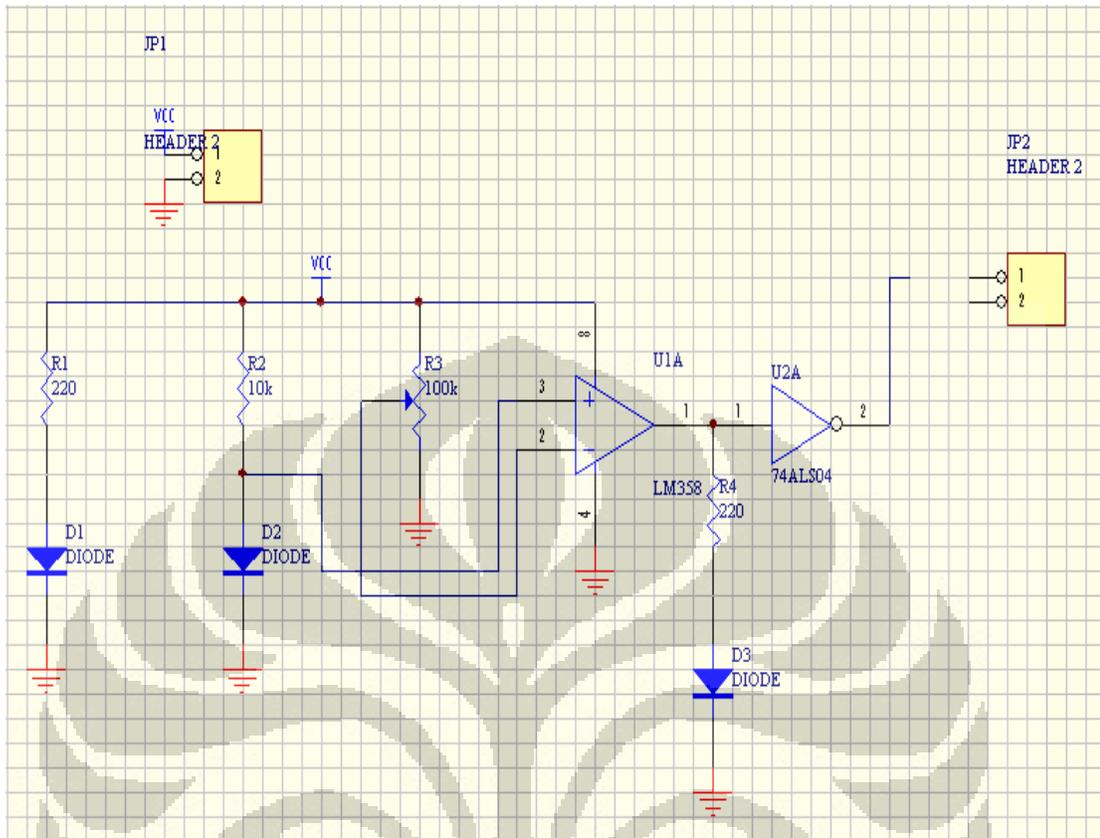
Gambar 3.4.2. Rangkaian Power Supply

Rangkaian power supply ini terdiri dari 2 buah *output* yaitu 5V dan 24V. Hal ini terlihat dari 2 buah IC *regulator* masing-masing LM 7805 untuk *output supply* 5V dan LM 7824 untuk *output supply* 24V. Tegangan 24V digunakan untuk supply motor dan penggerak motor dan tegangan 5V untuk *supply* rangkaian mikrokontroler dan komponen pendukungnya. Pada output dipasang Transistor TIP 2955 dan 3055

hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengatasi arus beban yang besar. hal ini dikarenakan output arus dari IC regulator maksimal hanya satu ampere. Sehingga bila arus beban lebih besar dari satu ampere maka kemungkinan regulator akan rusak. Dengan adanya transistor ini arus beban sebagian besar akan dilewatkan pada transistor. Sehingga kerusakan pada regulator dapat dihindari.

3.4.3 Rangkaian sensor *Infrared*

Sensor yang digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya halangan adalah sistem pemancar dan penerima cahaya tidak tampak, yaitu sinar infra merah (*infrared*) yang merupakan salah satu jenis cahaya tidak tampak dari kelompok gelombang elektromagnetik. Sebagai pemancar sinar *infrared* adalah sebuah LED (*light emitting diode*), sedangkan sebagai detektor atau penerima *infrared* adalah photodiode. Penggunaan sensor ini diatur oleh sebuah rangkaian Op-amp yang berfungsi sebagai pembanding (*comparator*) hasil dari detector photodiode dan tegangan referensi yang diberikan. Sensor optik ini digunakan sebagai *detector* atau *receiver* sinar *infrared* yang dipancarkan oleh LED. Seperti yang telah dijelaskan pada bab teori dasar, yakni photodiode bekerja layaknya generator arus, arus yang dihasilkan dari sensor tersebut akan mengalir pada R2, dengan demikian pada R2 akan terdapat beda potensial. Karena besar arus yang mengalir tergantung oleh banyaknya cahaya inframerah yang diterima oleh photodiode, maka dengan nilai tahanan yang tetap pada R2 mengakibatkan berubah-ubahnya besar tegangan yang jatuh pada resistor tersebut. Keistimewaan sifat ini yang akan dipakai dalam *comparator* yang akan dilakukan oleh Op-amp.

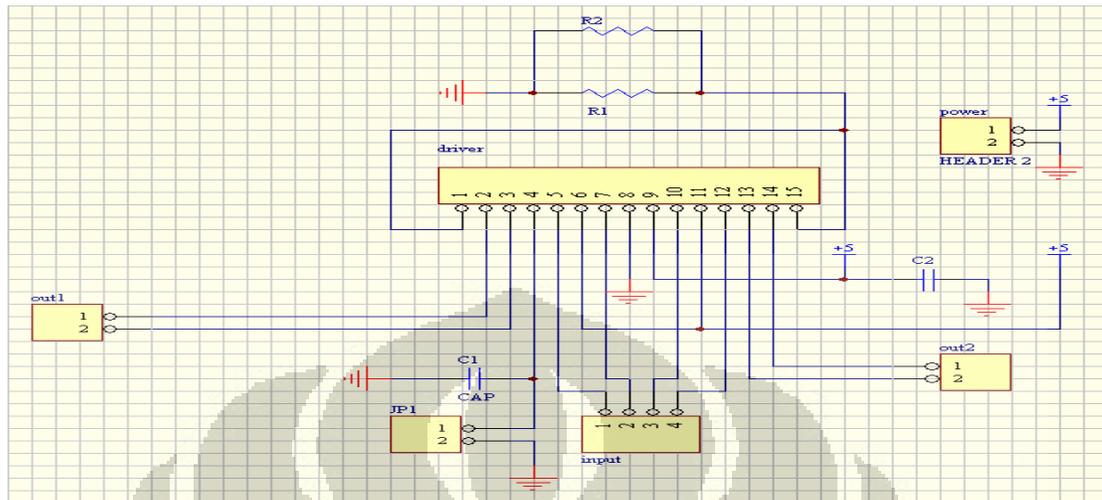


Gambar 3.4.3. Rangkaian Sensor Infrared

Rangkaian sensor pada gambar 3.5 merupakan rangkaian pembanding (*comparator*). Input *inverting* dijadikan sebagai referensi tegangan perbandingan, dan input *non-inverting* adalah tegangan yang jatuh pada resistor R2 sebagai tegangan yang akan dibandingkan oleh op-amp. Prinsip kerja dari rangkaian *comparator* ini adalah sebagai berikut ;

Op-amp membandingkan tegangan yang masuk pada pin *inverting* dengan pin *non-inverting*, bila tegangan yang masuk pada input *inverting* lebih besar dari tegangan input *non-inverting*, maka output tegangan yang akan keluar akan sama dengan input *supply* tegangan *inverting* yang diberikan pada op-amp dalam rangkaian ini yaitu akan sama dengan ground. Pada saat tegangan input *non inverting* lebih besar dari tegangan input *inverting*, maka output tegangan yang keluar pada op-amp akan sama dengan input *supply* tegangan non-inverting yaitu VCC.

3.4.4. Rangkaian Driver Motor



Gambar 3.4.4. Rangkaian Driver Motor

Rangkaian ini berfungsi sebagai pengendali pengaktifkan motor dc yang telah disambungkan dengan mikrokontroller sebagai pengaturnya. Rangkaian driver motor akan mendapat tegangan 5V dari Vout mikrokontroller dan Vcc dari power suply sebesar V_{in} yang dibutuhkan oleh motor dc yang dipakai. Tegangan pada driver motor ini adalah antara 12V, 24V, dan 36V (sesuai datasheet dari L298). Untuk mesin penukaran uang koin ke uang kertas ini adalah 24V untuk motor dongkrak, motor output uang kertas, dan motor reject coin.

BAB 4

ANALISA DATA DAN ALAT

Setelah keseluruhan sistem telah dibuat maka akan sangat baik apabila selanjutnya dilakukan suatu uji coba dan analisa sistem, apakah sistem dapat bekerja dengan baik dan benar atau tidak. Dalam pengujian dan pengambilan cara ini dilakukan berdasarkan topik yang sedang dibahas sehingga penulis hanya melakukan suatu pengambilan data terhadap rangkaian yang dianggap penting.

4.1 PENGUJIAN DAN PENGAMBILAN DATA

Proses pengujian dan pengambilan data dilakukan pada tempat yang benar-benar sangat baik atau cocok untuk melakukan pengambilan data yaitu biasanya pengujian dilakukan di laboratorium instrumentasi yang tepat berada pada gedung departemen Fisika FMIPA Universitas Indonesia kampus baru Depok.

Pada pengujian dan pengambilan data itu sendiri ,ada beberapa hal yang perlu diperhatikan,yaitu:

1. Pengujian alat terlebih dahulu sebelum dilakukan pengambilan data agar proses pengambilan data berjalan lancar
2. Terjaminnya persediaan uang koin dan uang kertas untuk pengambilan data karena dalam pengambilan data biasanya dibutuhkan lebih banyak uang koin dan uang kertas untuk uji coba dan tidak semua dalam pengambilan data proses jalannya alat sesuai dengan yang kita kehendaki
- 3.Multimeter digital yang berfungsi dengan baik, dimana multimeter ini sangat berguna untuk mengukur besarnya tegangan pada setiap rangkaian dan mengetahui kesalahan pada setiap rangkaian yang bisa saja terjadi setiap saat

4.2 . PENGUJIAN SISTEM MEKANIK

Pada proses pengujian sistem mekanik mesin ini terbagi dari beberapa pengujian, yaitu sistem input coin, sistem output cash, dan sistem reject coin. Untuk pengujian sistem input coin dibutuhkan banyak koin (Rp.100, Rp.200, dan Rp.500) untuk mendapatkan keakuratan data pada display LCD yang dilakukan berulang – ulang. Sedangkan pada sistem output cash, dibutuhkan beberapa stok uang kertas (Rp.1000) yang berkualitas bagus untuk mengetahui keadaan uang kertas disaat proses penukaran, berjalan lancar atau tersangkut pada mekanik. Terakhir pengujian sistem reject coin/ refund dibutuhkan beberapa uang koin Rp.100 yang nanti akan diketahui jumlah koin yang direject oleh sistem yang sesuai dengan jumlah uang koin yang harus dikembalikan. Masing – masing pengujian dilakukan sebanyak 15 kali untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan keakuratan sistem.

4.2.1. Pengujian Sistem Input Coin

Tabel 4.2.1a. Uji Input Rp.100

No.	Input Coin (Rp)	Display LCD (Rp)	Keterangan
1	100	100	Terbaca
2	100	200	Terbaca
3	100	300	Terbaca
4	100	400	Terbaca
5	100	500	Terbaca
6	100	600	Terbaca
7	100	700	Terbaca
8	100	800	Terbaca
9	100	900	Terbaca
10	100	1000	Terbaca
11	100	1100	Terbaca
12	100	1200	Terbaca
13	100	1300	Terbaca
14	100	1400	Terbaca
15	100	1500	Terbaca

Tabel 4.2.1b. Uji Input Rp.200

No.	Input Coin (Rp)	Display LCD (Rp)	Keterangan
1	100	100	Terbaca
2	100	200	Terbaca
3	100	300	Terbaca
4	100	400	Terbaca
5	100	500	Terbaca
6	100	600	Terbaca
7	100	700	Terbaca
8	100	800	Terbaca
9	100	900	Terbaca
10	100	1000	Terbaca
11	100	1100	Terbaca
12	100	1200	Terbaca
13	100	1300	Terbaca
14	100	1400	Terbaca
15	100	1500	Terbaca

Tabel 4.2.1c. Uji Input Rp.500

No.	Input Coin (Rp)	Display LCD (Rp)	Keterangan
1	500	500	Terbaca
2	500	1000	Terbaca
3	500	1500	Terbaca
4	500	2000	Terbaca
5	500	2500	Terbaca
6	500	3000	Terbaca
7	500	3500	Terbaca
8	500	4000	Terbaca
9	500	4500	Terbaca
10	500	5000	Terbaca
11	500	5500	Terbaca
12	500	6000	Terbaca
13	500	6500	Terbaca
14	500	7000	Terbaca
15	500	7500	Terbaca

4.2.2. Pengujian Sistem Output Cash

Tabel 4.2.2. Uji Output Cash Rp.1000

No.	Output Cash (Rp)	Keadaan	Keterangan
1	1 x 1000	Lurus	Berhasil
2	2 x 1000	Lurus	Berhasil
3	3 x 1000	Lurus	Berhasil
4	4 x 1000	Lurus	Berhasil
5	5 x 1000	Lurus	Berhasil
6	6 x 1000	Lurus	Berhasil
7	7 x 1000	Lurus	Berhasil
8	8 x 1000	Lurus	Berhasil
9	9 x 1000	Lurus	Berhasil
10	10 x 1000	Lurus	Berhasil
11	11 x 1000	Lurus	Berhasil
12	12 x 1000	Lurus	Berhasil
13	13 x 1000	Lurus	Berhasil
14	14 x 1000	Nyangkut	Gagal
15	15 x 1000	Nyangkut	Gagal

4.2.3. Pengujian Sistem Reject Coin

Tabel 4.2.3. Uji Reject Coin Rp.100

No.	Reject Coin (Rp)	Koin Keluar	Keterangan
1	1 x 100	100	Lancar
2	2 x 100	200	Lancar
3	3 x 100	300	Lancar
4	4 x 100	400	Lancar
5	5 x 100	500	Lancar
6	6 x 100	600	Lancar
7	7 x 100	700	Lancar
8	8 x 100	800	Lancar
9	9 x 100	900	Lancar
10	10 x 100	1000	Lancar
11	11 x 100	1100	Lancar
12	12 x 100	1200	Lancar
13	13 x 100	1300	Seret
14	14 x 100	1400	Lancar
15	15 x 100	1500	Seret

4.3 KEBERHASILAN ALAT

Dalam uji keberhasilan alat ini dapat diperoleh data dengan cara menjalankan mesin secara periodik sesuai dengan inputan koin yang kita inginkan. Dalam hal ini keadaan koin perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kecepatan putaran koin yang akan masuk dalam sistem input mesin yang mengakibatkan ketidakakuratan data yang akan terbaca oleh sensor. Demikian juga dengan gerakan uang kertas yang keluar dari mesin harus tanpa hambatan dan gangguan sehingga dalam proses output uang kertas saat penukaran, uang kertasnya tidak miring dan kertas tidak terlipat atau menyangkut di sistem mekanik output uang kertas.

Untuk sistem input coin pada tabel pengujian diatas adalah keberhasilannya didapatkan 100%, yang didapatkan dari berkali – kali pengujian. Sedangkan pada sistem output cash dan sistem reject coin, tingkat keberhasilannya mencapai 95% sesuai dengan data tabel pengujian diatas.

BAB 5

KESIMPULAN

Pada Bab ini kesimpulan yang diperoleh penulis setelah melakukan penelitian tugas akhir serta saran-saran untuk perbaikan sistem dan hasil yang lebih baik lagi di masa yang akan datang.

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa sistem yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

1. Kesempurnaan bentuk uang koin mempengaruhi kelajuan dan ketepatan masuknya koin pada masing – masing lubang.
2. Kualitas uang kertas mempengaruhi gagal atau berhasilnya proses pengeluaran uang kertas.
3. Akurasi tendangan pemukul koin Rp.100 pada sistem reject coin mempengaruhi kelancaran keluarnya refund coin.

5.2 SARAN

Adapun saran yang akan penulis berikan jikalau ada yang berminat memperbaiki atau menambah kinerja alat ini, maka penulis sarankan agar:

1. Pada penggunaan sensor infrared pada pembacaan uang koin sebaiknya rangkaian diletakkan pada atas (infrared) dan bawah (photodiode), yang bertujuan memberikan keakuratan pada pembacaan uang koin jika uang koin tersebut loncat saat melewati sensor infrared, yang menyebabkan kurang akuratnya pembacaan data.
2. Uang kertas yang digunakan sebaiknya yang baru dan masih bagus, jangan yang bekas/ lecek karena saat uang kertas melewati motor output uang kertas permukaan kertas tersebut tidak rata, hal ini yang menyebabkan uang kertas tersebut tersangkut.

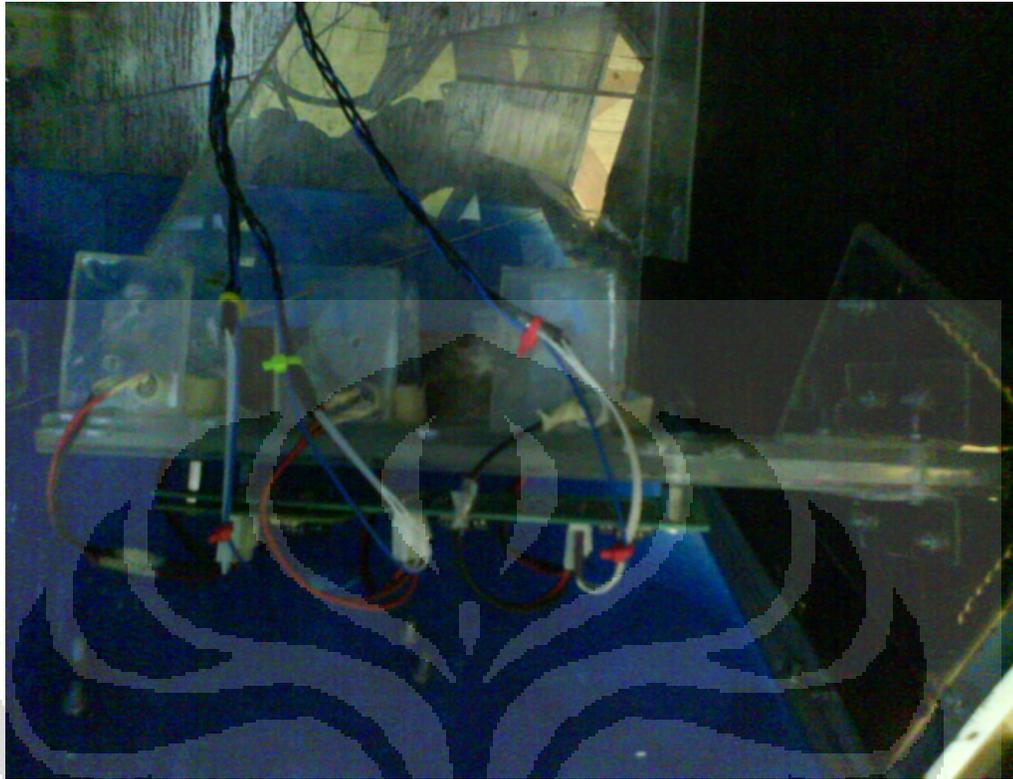
DAFTAR PUSTAKA

1. Tipler, A Paul, *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga. 1998
3. Sarojo, Ganijanti Aby. *Mekanika*. Jakarta: Salemba Teknika. 2002
4. Sugema, Sony. *Diktat Teori IPA*. Bandung: SSC. 2003
5. Soejono. *Motor dan Generator*. Jakarta: Erlangga. 2004
6. Putra, Agfianto Eko. *Belajar Mikrokontrolercontroller. AT89C51/52/55*. Yogyakarta: Gava Media. 2004
7. www.google.com





Gambar 7.1. Lampiran Keseluruhan Mesin



Gambar 7.2. Lampiran Sistem Input Coin



Gambar 7.3. Lampiran Sistem Output Cash



Gambar 7.4. Lampiran Sistem Reject Coin/ Refund