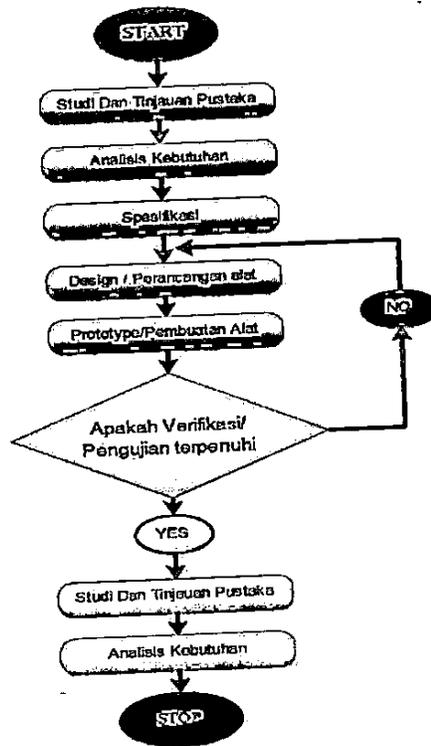


BAB III

PERANCANGAN, PEMBUATAN, DAN PENGUJIAN

Agar dapat memperoleh hasil yang bersifat obyektif maka pada penelitian ini akan dilaksanakan dengan tahap-tahap dari awal sampai akhir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram alir proses perancangan

3.1. Alat dan Bahan

3.1.1. Alat

1. Tool set
2. Multimeter

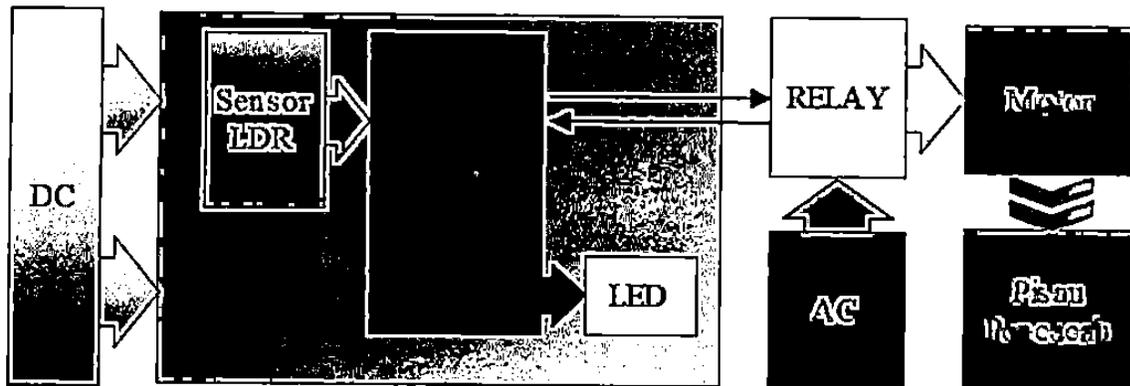
3. Solder
4. Tang potong
5. Gunting
6. Gerinda

3.1.2. Bahan

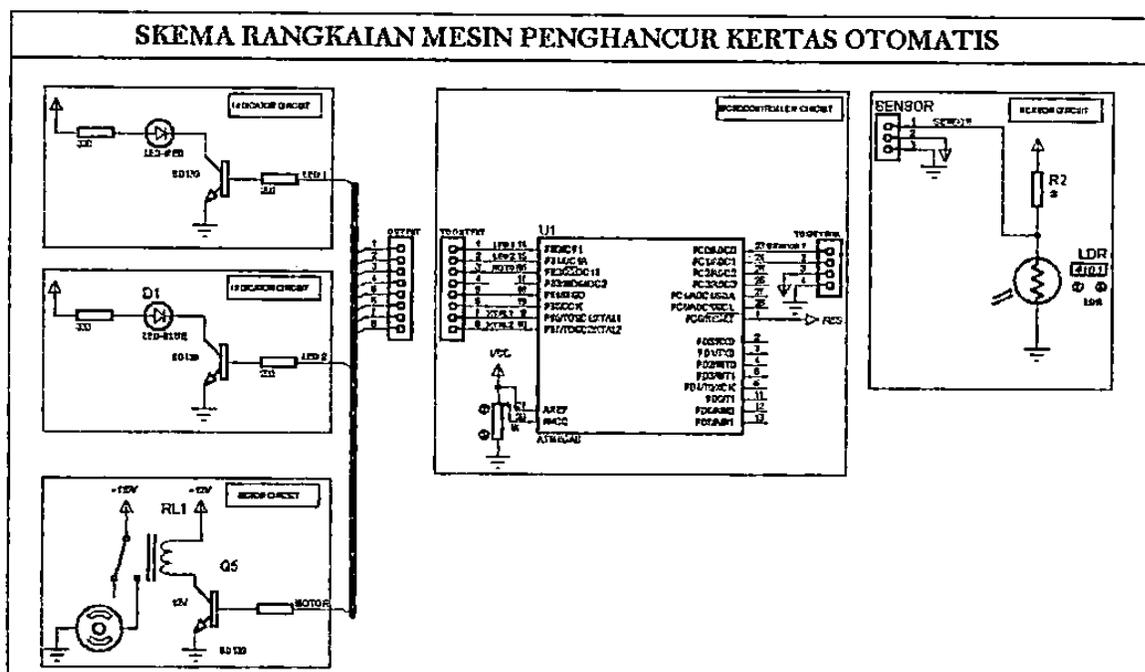
1. Besi
2. Trafo
3. Ackrilic
4. Mikrokontroler ATMEGA8
5. Motor Induksi
6. PCB
7. IC LM 7805
8. IC LM 7812
9. Resistor
10. Kapasitor
11. Transistor
12. Lampu LED
13. Switch

3.2. Perancangan Rangkaian Alat

3.2.1. Blok Diagram Rangkaian Keseluruhan



Gambar 3.2 Blok diagram

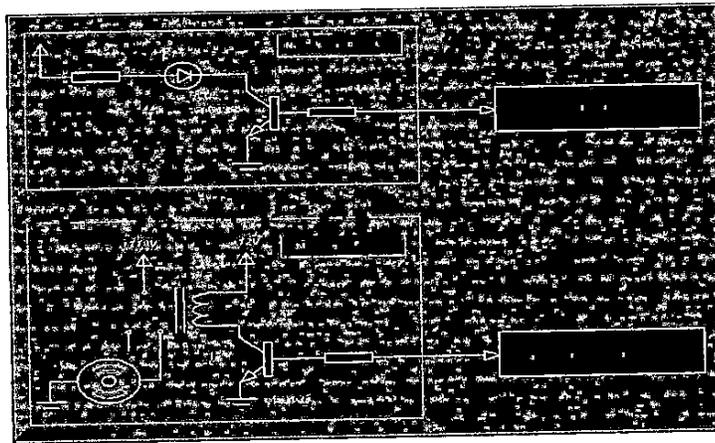


Gambar 3.3 Rangkaian Keseluruhan

Mesin penghancur kertas menggunakan sensor yang bekerja berdasar cahaya sebagai pengendali. Komponen yang terkait adalah LDR (*Light Dependent Resistor*) sebagai sensor penangkap cahaya dan LED (*Light Emitting Diode*) sebagai sumber cahaya. Pada saat mesin penghancur kertas dihidupkan secara

Rangkaian sensor terdiri dari dua komponen yaitu LDR dan Resistor. Resistor digunakan untuk menghambat tegangan yang mengalir ke LDR. LDR akan berputar jika pada LDR nilai kecil hal ini terjadi karena pada LDR intensitas cahaya yang masuk sedikit.

3.2.4. Rangkaian Indikator Out Put



Gambar 3.6 *Interface output dari mikrokontroler*

Rangkaian indikator berfungsi sebagai penanda alat dalam keadaan standby atau bekerja. Dalam rangkaian output ini terdapat 2 buah indikator, Hal ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

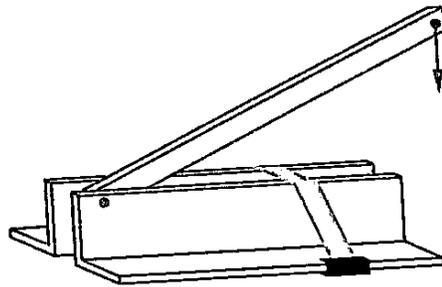
1. Led Hijau berfungsi untuk menandakan bahwa alat dalam keadaan bekerja atau merajang kertas.
2. Relay untuk pensaklaran/switching atas instruksi yang diberikan oleh mikrokontroler kepada motor.

3.3. Perancangan Komponen Mesin

Dalam pembuatan mesin penghancur kertas dibutuhkan unit pendukung yang membuat alat ini dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Unit pendukung ini terdiri dari Roll penghancur kertas, roda gigi lurus, gigi sproket & rantai, motor AC, dan beberapa perlengkapan lainnya.

3.3.1. Perancangan Pisau Pemotong

Kertas umumnya terbuat dari kayu. Kertas bermacam-macam jenis, ukuran dan kualitasnya. Kertas memiliki kekuatan sehingga tidak mudah terkoyak. Pada perkantoran kertas yang paling banyak digunakan adalah kertas HVS. Selain warnanya yang cerah, kertas HVS sifatnya halus dan kuat. Penerapan kertas pada perancangan mesin penghancur kertas adalah menghitung kekuatan kertas tersebut. Kertas memiliki serat, sehingga pengujian kekuatan dapat dilakukan dengan uji tegangan geser kertas. Metode yang digunakan adalah sistem manual, yaitu dengan cara pembebanan.



Gambar 3.7 Alat uji tegangan geser kertas.

Cara yang digunakan yaitu kertas dijepit dengan klem di masing-masing ujungnya. Pada ujung alat uji diletakkan poeket balance (timbangan pegas). mesin

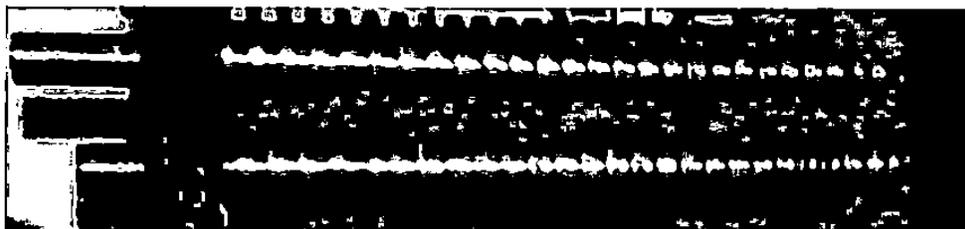
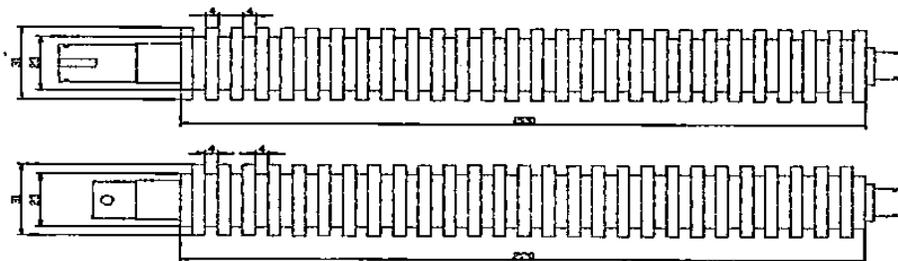
penghancur kertas direncanakan untuk menghancurkan kertas jenis HVS A4 80 gr dengan kecepatan potong 5 detik/lembar tegangan geser untuk satu lembar kertas adalah 0,0133kg.(Farikh Ibnu Hermanto 20020130115, 2009, Perancangan dan pembuatan mesin penghancur kertas (*Paper Shredder*),Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta) Pada mesin penghancur kertas, roll penghancur kertas memiliki fungsi sebagai perajang kertas. Cara kerjanya adalah dua buah pisau roll beralur berputar berlawanan arah dengan prinsip geser dan memotong seperti gunting. Hasil perajangan strip dengan lebar 4 mm.

Pada mesin perajang kertas, proses rajangan menggunakan suatu gaya geser. Perhitungan daya potong ini dengan mengambil nilai tegangan geser pada 1 lembar kertas = 0,0133 kg

$$T = F \cdot r$$

$$= 0,0133 \times 70$$

$$= 0,931 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$



pisau/roll penghancur kertas direncanakan 15,5 mm, maka gaya (F) untuk merajang kertas adalah :

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{T}{(D_k - D_k - ds)/2} \\
 &= \frac{0,931}{(140 - (140 - 31))/2} \\
 &= 0,06 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kertas yang akan dirajang adalah kertas dengan ukuran A4 yang memiliki lebar 210 mm, maka akan dihasilkan 52.5 hasil potongan, sehingga total gaya tekan yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned}
 F \text{ total} &= F \times 52,5 \\
 &= 0,06 \times 52,5 \\
 &= 3,15 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Jika jari-jari pisau yang direncanakan 15,5 mm, maka torsi untuk merajang kertas (T) adalah :

$$\begin{aligned}
 T &= F \text{ total} \times r \\
 &= 3,15 \text{ kg} \times 15,5 \text{ mm} \\
 &= 48,825 \text{ kg} \cdot \text{mm}
 \end{aligned}$$

Kecapatan perajangan yang diharapkan adalah 5 detik/lembar maka :

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{V \cdot 60}{\pi \cdot d} \\
 &= \frac{59,4 \times 60}{\pi \times 31} \\
 &= \frac{3564}{97,65} \\
 &= 36,5 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

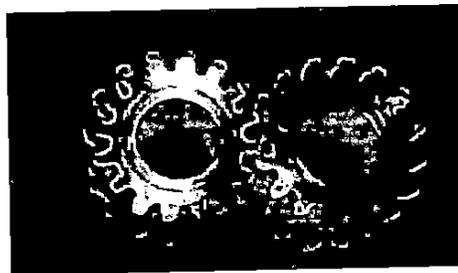
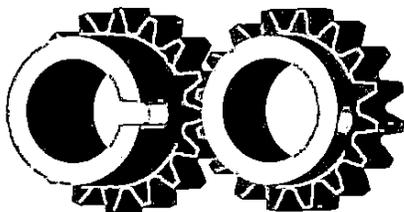
Sehingga, daya rencana (P_d) yang dibutuhkan untuk merajang 1 lembar kertas

HVS A4 80 gms :

$$\begin{aligned}
 P_d &= \frac{(T/1000)(2\pi n_1/60)}{102} \\
 &= \frac{(48,825/1000) \times ((2 \times \pi \times 36,5)/60)}{102} \\
 &= 0,0018287 \text{ kW} \Leftrightarrow 1,82 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

3.3.2. Perancangan Roda Gigi

Roda gigi lurus dengan perbandingan reduksi = 1:1 digunakan untuk menghasilkan putaran dengan kecepatan yang sama dan putaran berlawanan arah pada roll penghancur kertas.



Gambar. 3.9 Roda gigi lurus.

Diameter jarak bagi dinyatakan dengan d (mm),

$$d = \frac{2.a}{1+i}$$

Karena ada dua buah roda gigi dengan ukuran yang sama, maka dihitung salah satu saja, direncanakan :

- Daya yang ditransmisikan, P = 36,5 rpm
- Perbandingan reduksi, i = 1 : 1
- Jarak sumbu poros, α = 29 mm
- Jumlah gigi, z = 16

Bahan yang digunakan adalah ST 50, sejenis baja karbon S 35 C yang mempunyai sifat sebagai berikut :

- Tegangan lentur yang diijinkan, σ_a = 26 kg/mm²
- Tegangan tarik yang diijinkan, σ_B = 52 kg/mm²
- Kekerasan brinell, H_B rata-rata = 160

Diameter jarak bagi roda gigi, d (mm) :

$$d = \frac{2.a}{1+i}$$

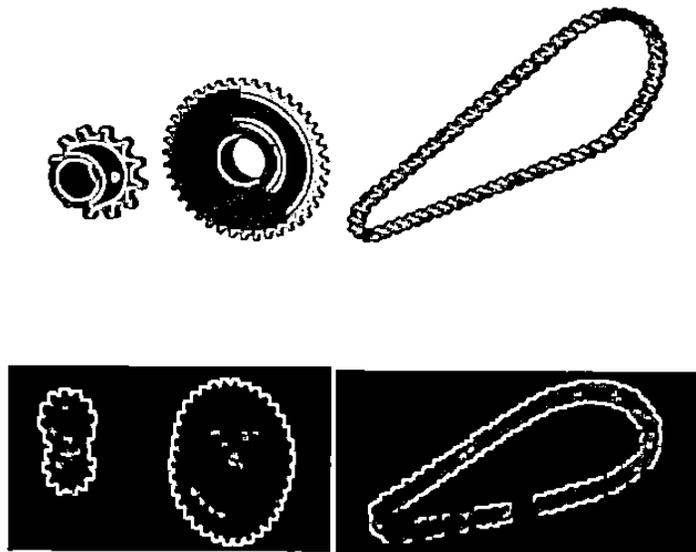
$$= \frac{2 \times 29}{1+1} = \frac{58}{2} = 29 \text{ mm}$$

3.3.3. Gigi Sproket & Rantai

Penggunaan rantai sebagai transmisi biasanya digunakan dimana jarak poros lebih besar daripada transmisi roda gigi. Rantai mengait pada gigi sproket

dan meneruskan daya tanpa slip sehingga menjamin perbandingan putaran yang

dan meneruskan daya tanpa slip sehingga menjamin perbandingan putaran yang tetap. Keuntungan-keuntungan menggunakan rantai sebagai transmisi adalah: mampu meneruskan daya besar karena kekuatannya yang besar, tidak memerlukan tegangan awal, keausan kecil pada bantalan, dan mudah pemasangannya.



Gambar 3.10 Gigi sproket dan rantai.

Rantai sebagai transmisi juga mempunyai beberapa kekurangan, yaitu: variasi kecepatan yang tidak dapat dihindari karena lintasan busur pada sproket yang mengait mata rantai, suara dan getaran karena tumbukan antara rantai dan dasar kaki gigi sproket, dan perpanjangan rantai karena keausan pena dan bus yang diakibatkan oleh gesekan dengan sproket. Gigi sproket digunakan untuk mereduksi putaran motor penggerak sekaligus meneruskan daya ke roda gigi lurus sebagai penggerak roll penghancur kertas. Rantai mengait pada gigi sproket kecil dan meneruskan daya ke gigi sproket besar tanpa terjadi slip

Diameter luar sproket kecil :

$$d_k = \left[0,6 + \cot\left(\frac{180}{12}\right) \right] \times 6,36$$

$$= 27,55 \text{ mm}$$

3.3.4. Motor Listrik

Motor listrik merupakan penggerak utama roll penghancur kertas. Motor listrik sebagai pengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Sebagai suatu sistem penggerak, motor listrik harus dengan daya dan jumlah putaran yang memadai untuk mesin penghancur kertas tersebut. Daya yang dibutuhkan untuk merajang 1lembar kertas adalah 1,82 watt sehingga daya motor listrik yang digunakan harus lebih besar dari daya rencana, maka :

$$P > P_d$$

Spesifikasi Motor :

⇒ Jenis motor listrik	= Induction Motor
⇒ Voltase	= AC 100V/50Hz/0.4A
⇒ Putaran	= 225-268 Rpm
⇒ Daya	= 15 W
⇒ Gear Ratio	= 1/6

Maka Rumus daya adalah:

$$P = V.I.\cos \phi$$

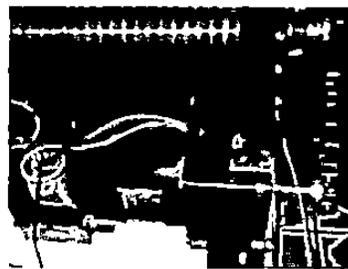
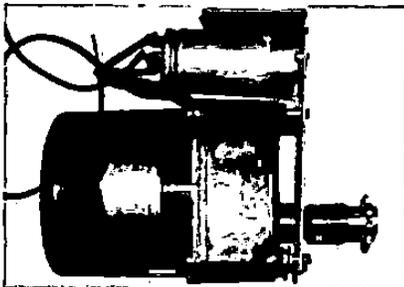
Dimana:

$P = \text{Daya}$Watt

$V = \text{Tegangan}$Volt

$I = \text{Arus}$Ampere

$\text{Cos } \phi = \text{Power faktor}$



Gambar 3.11 Motor Listrik .

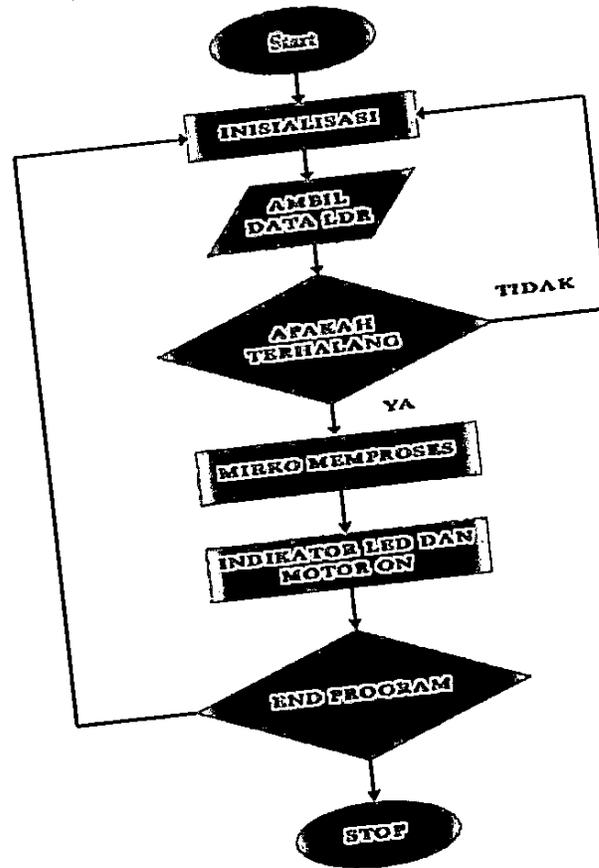
3.4. Perangkat Lunak

Program untuk mikrokontroler ditulis dalam bahasa Basic dengan menggunakan software BASCOM, dan kemudian dikompilasi dengan *compiler* Bascom AVR. Hasil kompilasi berupa *file* hexadesimal dengan ekstensi *.hex*. *File* *.hex* ini kemudian *di-download* ke mikrokontroler dengan perangkat-lunak *PonyProg 2000*

Perlu dingat sebelum fungsi-fungsi *software* dibuat hal pertama yang dilakukan adalah mendefinisikan kaki-kaki (*pin*) yang dihubungkan dari mikrokontroler ke komponen aktif dan komponen pasif. Jika pendefinisian *pin* tidak sesuai perancangan *interface* pada *hardware* maka instruksi *software* yang telah *di-compile* pada mikrokontroler tidak bisa dijalankan pada komponen karena

terjadi kesalahan data instruksi yang dikirim. *Library* yang tersedia beris instruksi-

Adapun *flowchart* dari program yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



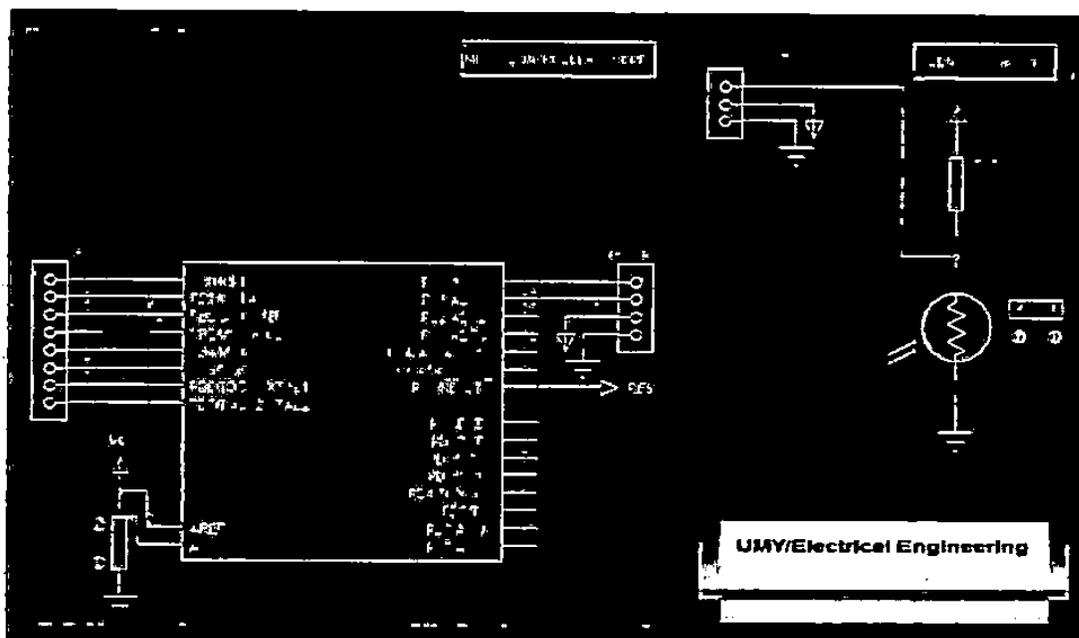
Gambar 3.12 *flowchart* Program

3.5. Pengujian Rangkaian

3.5.1. Pengujian Input

Pengujian input dimaksudkan untuk mengetahui sensor LDR dapat bekerja dengan baik apabila menerima cahaya dan dapat mengirimkan data-data yang diterima oleh sensor dan dikirimkan ke mikrokontroler untuk diproses. LDR (Light Dependent Resistant) merupakan suatu jenis tahanan yang sangat peka

terhadap cahaya. Sifat dari tahanan LDR adalah nilai tahananannya akan berubah apabila terkena sinar atau cahaya. Apabila tidak terkena cahaya nilai tahananannya akan besar dan sebaliknya apabila terkena cahaya nilai tahananannya akan menjadi kecil. LDR terbuat dari bahan cadmium selenoide atau cadmium sulfide. Film cadmium sulfide mempunyai tahanan yang besar jika tidak terkena sinar dan apabila terkena sinar tahanan tersebut akan menurun. LDR banyak digunakan karena mempunyai ukuran kecil, murah dan sensitivitas tinggi.



Gambar 3.13 Pengujian Input

Tahapan pengujian input dengan sensor LDR sebagai media masukan dibagi menjadi dua tahap:

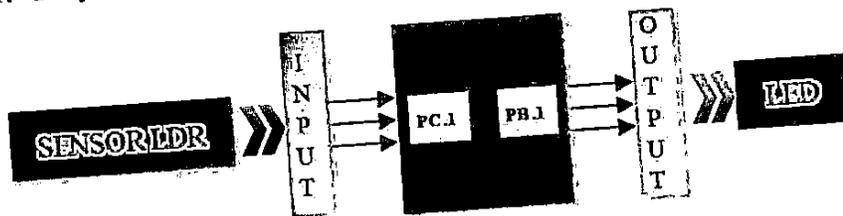
1. Pengujian sensor LDR dengan input cahaya terhadap indikator LED
2. Pengujian sensor LDR terhadap variabel jarak.

Pada pengujian pertama, apabila sensor LDR menerima cahaya maka secara otomatis lampu LED akan hidup dan sebaliknya. Pengujian tahap ini sangat

sederhana dengan tujuan untuk mengetahui sensor bekerja atau tidak apabila menerima cahaya LED. Berikut langkah-langkah pengujian tahap pertama:

- Perangkat keras
 - ✓ Perangkat mikrokontroler ATmega 8
 - ✓ Lampu LED
 - ✓ Sensor LDR
 - ✓ Catu daya
 - ✓ Senter atau korek gas sebagai pemicu cahaya.
- Perangkat lunak
 - ✓ Bascom AVR
- Prosedur pengujian

1. Penyusunan rangkaian



2. Memprogram mikrokontroler sesuai dengan program pengujian sensor LDR
3. Jalur input sensor LDR dihubungkan ke pin PC.1 ADC mikrokontroler sedangkan sebagai keluaran pada pin PB.1 menggunakan lampu LED
4. Menghubungkan catu daya
5. Mengamati perubahan lampu LED
6. Mencatat hasil pengujian ke dalam bentuk tabel.

Tabel 3.1.A.Data hasil pengujian logika sensor LDR

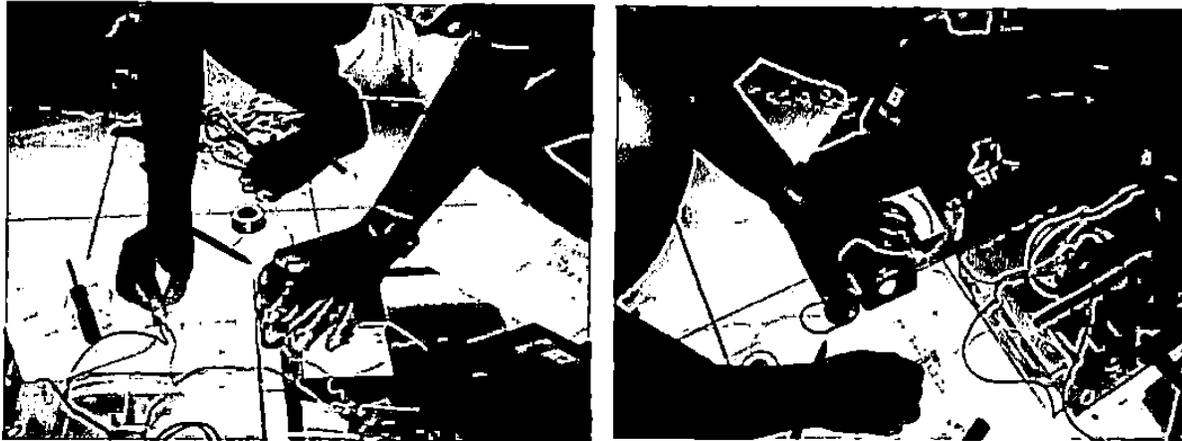
Sensor LDR	Logika	LED
Kena cahaya	Low	Mati
Tidak terkena cahaya	High	Nyala

Pada pengujian inpu kedua, dilakukan pengujian intensitas cahaya dengan merubah jarak sebagai nilai variabel maka akan di dapat nilai tegangan dan arus yang berubah-ubah dan dapat mengetahui berapa nilai intensitas dan tegangan yang ideal.

Tabel 3.1.B. Tabel hasil pengujian variabel jarak

Jarak Kertas	Intensitas Cahaya	Tegangan	Arus	Keterangan
9	102	0,043 V	0,019 A	Ok
8	118	0,038 V	0,018 A	Ok
7	133	0,034 V	0,017 A	Ok
6	146	0,016 V	Ok	
5	158	0,016 V	Ok	
4	182	0,022 V	0,014 A	Ok
3	204	0,019 V	0,013 A	Mati
2	261	0,015 V	0,012 A	Mati
1	301	0,012 V	0,011 A	Mati

Dari tabel 3.1 maka dapat di simpulkan bila intensitas cahaya semakin besar maka tegangan dan arus yang mengalir akan semakin kecil.Pada range tegangan di atas 2 Volt maka motor akan berputar dan bila tegangan di bawah 2



Gambar.3.14 Proses pengujian variabel jarak

Pada tahap pengujian sensor, dilakukan dengan menambahkan komponen LED. Komponen LED dimaksudkan untuk mengetahui apakah sensor LDR bekerja atau tidak. Pengujian dimulai dengan memberikan intensitas cahaya ke bagian sensor. Kemudian sensor akan menganalisis apakah nilai sensor yang diberikan sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan. Sesuai dengan prinsip sensor LDR yakni apabila nilai intensitas cahaya semakin besar maka nilai tegangan di sensor LDR semakin kecil dan sebaliknya. Setelah sensor LDR mendapatkan input berupa perubahan resistansi tegangan, selanjutnya input akan diproses oleh mikrokontroler. Melalui mikrokontroler input akan diolah sesuai dengan program yang telah diberikan. Dalam hal ini, program untuk pengujian sensor hanya ditujukan untuk input dan output. Berikut program untuk menguji sensor LDR dengan menggunakan LED:

```
$crystal = 11059200
$regfile = "m8def.dat"
```

```
'Configuration ADC
```

```
Config ADC = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
```

```
'Configuration PORT
```

```
Config PORTB.0 = Output
Led Alias PORTB.0
```

```
'Declaration SUB
```

```
Declare Sub Output_adc
Declare Sub Tampil
Declare Sub Kedip
Declare Sub Menu
```

```
'Declaration VARIABLE
```

```
Dim Data_adc As Word , V_input As Single , V_input_sen As Single
Dim Tegangan As Single
Dim Geser As Byte
```

```
Menu_led:
```

```
Call Output_adc
Tegangan = V_input
If V_input > 2 Then
Waitms 30
Set Led
Elseif V_input < 2 Then
Reset Led
End If
```

```
Goto Menu_led
```

```
Sub Output_adc:
```

```
Start ADC
Data_adc = Getadc(0)
V_input_sen = Data_adc * 5
V_input = V_input_sen / 1023
```

```
End Sub
```

```
Kedip:
```

```
Call Output_adc
Tegangan = V_input
If V_input > 2 Then
Set Led
Waitms 50
Reset Led
Waitms 50
End If
```

```
Return
```

Penjelasan program diatas sebagai berikut:

1. \$regfile = "m8def.dat"

Ungkapan ini menyatakan pengaruh preprosesor untuk menyisipkan header m8def.dat yang berisi deklarasi register mikrokontroler atau dapat juga dinyatakan untuk mendefinisikan mikrokontroler yang digunakan.

2. \$crystal = 11059200

Ungkapan ini menyatakan mikrokontroler menggunakan crystal sebesar 11,059200Hz

3. Configurasi Port = Config Portb.0 = Output, Led Alias Portb.0

Ungkapan ini menyatakan pin portb di kaki mikrokontroller di koneksikan ke LED dan di berikan nilai byte 0.,Portb di beri nama dengan variable LED.

4. Menu_led:

Call Output_adc

Tegangan = V_input

If V_input > 2 Then

Waitms 30

Set Led

Elseif V_input < 2 Then

Reset Led

End If

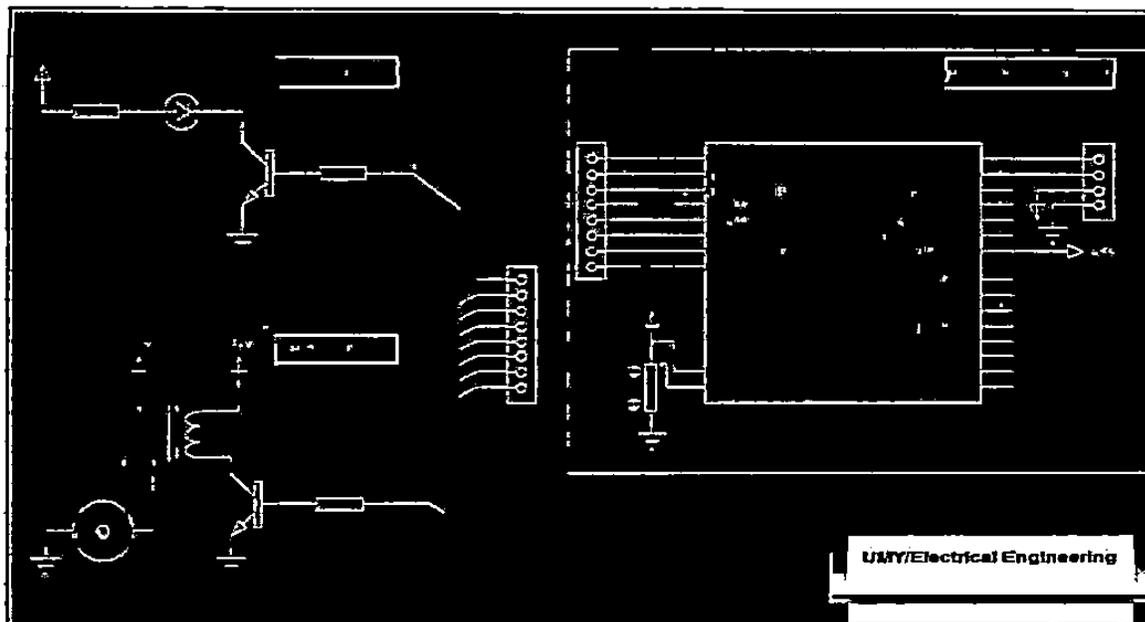
Goto Menu_led

Sub program di atas merupakan program utama perintah memanggil sub output_ADC,Perintah call memanggil sub output_ADC dimana hasil dari pemanggilan sub output_ADC menghasilkan tegangan yang disimpan dalam variable V_input,Perintah If V_input > 2 Then,Waitms 30., Jika tegangan input lebih dari 2 volt maka delay waktu sebesar 30 ms. Perintah Elseif V_input < 2

Then, Reset Led, Jika tegangan kurang dari 2 maka akan reset. Dan perintah yang terakhir adalah "Goto" . Dengan perintah "Goto" , program akan melompat ke sebuah label dan akan menjalankan program yang ada didalam subrutin.

Output berupa komponen LED dan input berupa sensor LDR. Proses pengolahan mikro yang telah diprogram atau diatur menghasilkan lampu LED yang menyala jika resistansi tegangan input bernilai kecil. Tetapi bila resistansi tegangan dari input besar lampu LED akan padam. Pengujian sensor dimaksudkan untuk mengetahui apakah sensor LDR dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

3.5.2. Pengujian Output



Gambar 3.15 Pengujian Output

Pengujian output dilakukan dengan cara memberi masukan pada mikrokontroller berupa tegangan yang di hasilkan dari perubahan resisitansi yang ada pada LDR. Sesuai dengan prinsip sensor LDR yakni apabila nilai intensitas cahaya semakin besar maka nilai tegangan di sensor LDR semakin kecil dan

sebaliknya. Pada saat ada kertas masuk maka sensor akan memberi tegangan ke pin pada mikrokontroler sehingga port berlogika 1. dapat dilihat bahwa pada saat ada ada kertas masuk maka output yang terjadi adalah lampu LED hijau nyala berkedip hal ini terjadi karena adanya transistor BD 139 sebagai switching terhadap LED dan relay akan bekerja memutar motor yang di kopel dengan roll pisau perajang.

Pengujian output juga di barengi dengan pembacaan program, hal ini karena pengujian output dilakukan dengan memasukan program sederhana ke dalam mikrokontroler., berikut program pengujian output dengan bahasa basic compailer.

```

$crystal = 11059200
$regfile = "m8def.dat"

'-----
'Configuration ADC
'-----
Config ADC = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc

'-----
'Configuration PORT
'-----
Config PORTB.0 = Output
Config PORTB.1 = Output
Config PORTB.2 = Output
Led_power Alias PORTB.0
Led_kedip Alias PORTB.1
Motor Alias PORTB.2

'-----
'Declaration SUB
'-----
Declare Sub Output_adc
Declare Sub Proses_kedip

'-----
'Declaration VARIABLE
'-----

```

```

'-----
'MAIN MENU
'-----
Menu_utama:
    Call Output_adc
    Tegangan = V_input

    If V_input > 2 Then
        Set Motor
        Set Led_power
        Call Proses_kedip
    End If
    If V_input <= 2 Then
        Waitms 30
        Gosub Mati
    End If
Goto Menu_utama

Sub Proses_kedip:
    Tunggu = 1
    Do
        Incr Tunggu
        Set Led_kedip
        Waitms 50
        Reset Led_kedip
        Waitms 50
    Loop Until Tunggu = 40
End Sub

'-----
'SUB MENU
'-----
Sub Output_adc:
    Start ADC
    Data_adc = Getadc(0)
    V_input_sen = Data_adc * 5
    V_input = V_input_sen / 1023

End Sub

Mati:
    Reset Motor
    Reset Led_kedip
    Reset Led_power

Return

```

Ketika program di atas di jalankan maka alat pada posisi stand by dan akan berputar jika pada LDR di beri pemicu berupa kertas .Pengecekan output dengan memberi masukan ke LDR dengan menggunakan perintah *if...then*.Jika ada perubahan kondisi logika atau ada masukan ke LDR maka akan terjadi perubahan logika dari 0 ke 1. Akibat dari perubahan kondisi tersebut maka output

lampu LED akan menyala dan relay akan bekerja untuk member tegangan pada motor.

3.6. Pengujian Akhir

Pengujian akhir merupakan pengujian yang dilakukan secara keseluruhan alat dan hasil dari pengujian berupa data-data sesuai rancangan awal pembuatan alat. Pengujian pertama adalah dengan melakukan analisis alat pengecekan operasional kerja dari alat secara menyeluruh



Gambar 3.16 Bentuk alat penghancur kertas

Analisis alat ini dilakukan untuk membuktikan apakah semua komponen dan fungsi-fungsi program sudah sesuai dengan yang diharapkan dan berfungsi.

Hasil analisis alat dapat dilihat pada tabel 3.2

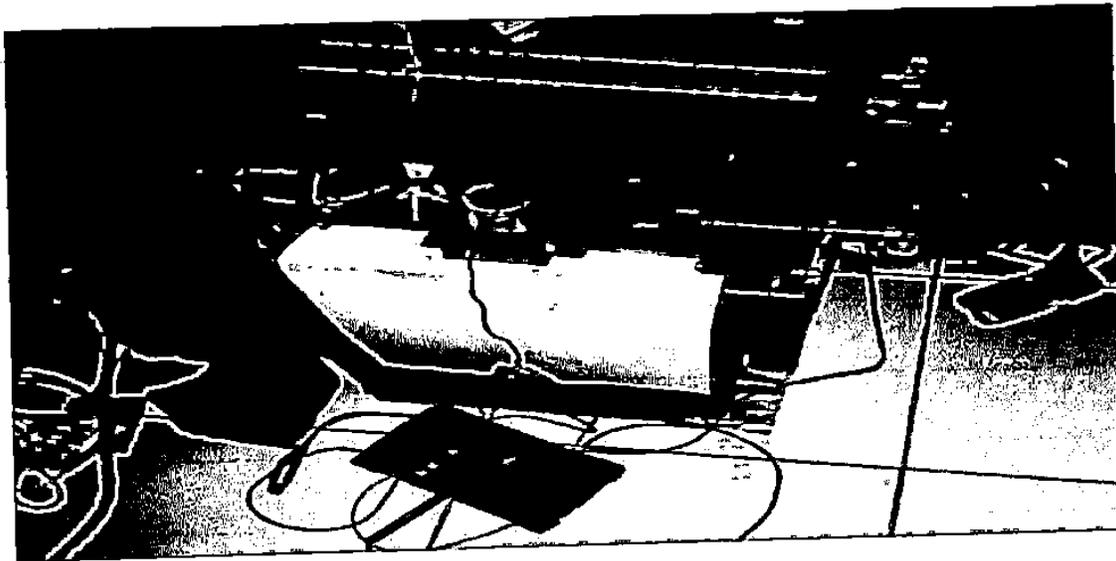
Tabel 3.2 Pengujian dan Analisis Alat

KOMPONEN	KONDISI	DESKRIPSI	STATUS
Saklar Power	OFF	Saat saklar pada kondisi OFF maka tegangan dari sumber akan terputus dan alat langsung mati.	OK
	ON	Saat saklar pada kondisi ON tegangan masuk dan alat dalam kondisi standbay	OK
Indikator LED	OFF	Saat LDR menerima cahaya langsung dari LED	OK
	ON	Saat cahaya LED terhalang	OK

Setelah analisis pengecekan alat sudah dilakukan tinggalah pengujian alat secara keseluruhan. Pengujian pertama dilakukan pada motor pada kondisi alat sedang bekerja dan Stand bay untuk mencari tegangan, arus dan daya pada motor.

Tabel 3.3 pengukuran pada motor

Kondisi Alat	Tegangan motor	Arus pada motor	Daya pada motor
Alat Standbay	0	0	0
Alat bekerja	104 volt	153,8 mA	15,9 watt



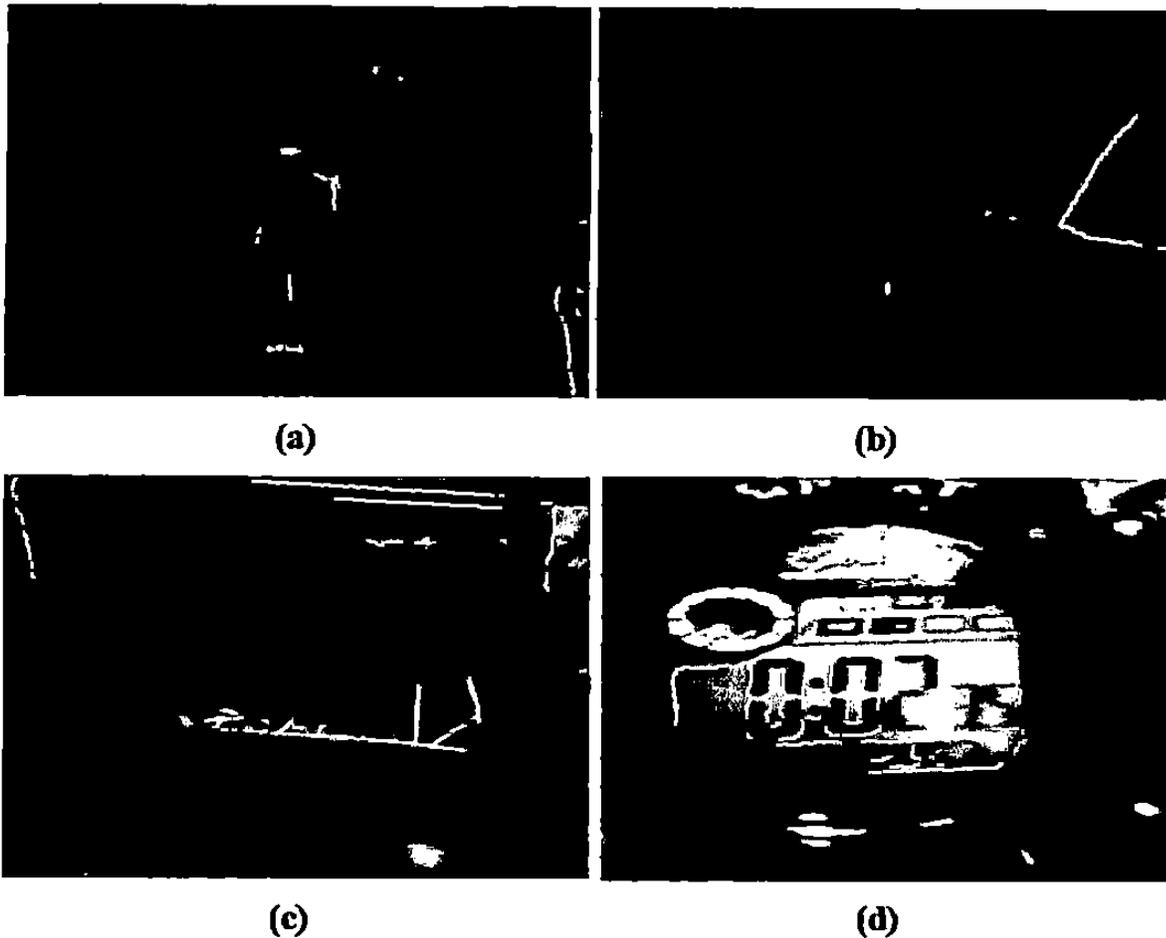
Gambar 3.17 Proses pengukuran pada motor

3.7. Pengujian Keseluruhan Alat

Pada pengujian akhir pengujian pertama dengan memasukan satu kertas dengan panjang dan pengujian kedua memasukan dua kertas secara kontinyu dan sampai lima kertas secara kontinyu. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berapa waktu yang di butuhkan dalam merajang satu kertas dengan panjang 30 cm dan lima kertas dengan panjang 150 cm.

Tabel 3.4 Tabel hasil pengujian jumlah kertas terhadap waktu

JumlahKertas	Waktu					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
1	2,35	2,19	2,56	2,73	2,25	2,41
2	4,57	4,31	4,11	3,80	4,15	4,18
3	6,81	7,28	6,13	6,20	7,11	6,70
4	9,63	9,79	9,34	9,46	8,87	9,41
5	11,08	11,08	11,08	11,04	11,03	11,23



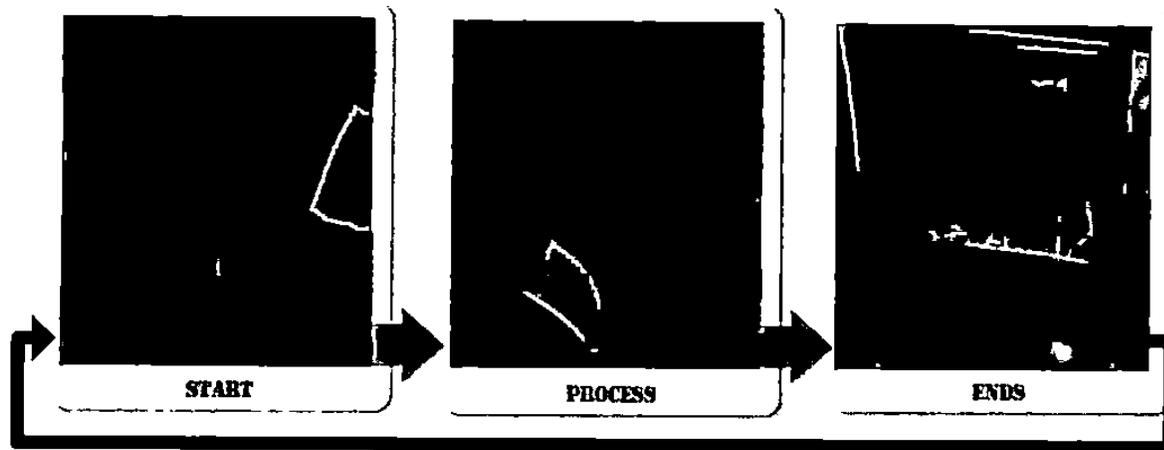
Gambar 3.18 Pengujian waktu satu kertas, (a) Stand by (b) Memasukkan kertas
(c) Tempat pembuangan (d) Perhitungan waktu

Dari tabel 3.14 dapat di simpulkan bila lima lembar kertas Hvs dengan panjang sekitar 150 cm akan membutuhkan waktu Perajangan sekitar 11,23 *second*.

Pengujian kedua di lakukan dengan memasukan kertas sebanyak-banyaknya dengan waktu $\frac{1}{2}$ menit dan 1 menit dengan tujuan untuk mengetahui energi listrik yang di pakai dalam perajangan tersebut

Tabel 3.5 Pengujian banyaknya kertas dalam 1/2menit dan 1 menit

Waktu	Banyaknya kertas
$\frac{1}{2}$ menit	12 kertas
1 menit	25 kertas



Gambar 3.19 Proses pengujian banyaknya kertas

Dengan melihat hasil tabel di atas dapat di rumuskan untuk mencari daya yang terpakai dengan rumus :

$$p = v . i . t . \cos\varphi$$

Dimana :

V : tegangan pada motor

I : Arus pada motor

t : Waktu perajangan

$$p = v . i . t . \cos\varphi$$

Untuk waktu $\frac{1}{2}$ menit : $104 \times 15,9 \times 0,8 \times 30 = 39,6 \text{ watt}$

Untuk waktu 1 menit : $104 \times 15,9 \times 0,8 \times 60 = 79,3 \text{ watt}$

Jadi Untuk Merajang kertas sebanyak 12 lembar daya yang terpakai sebesar 39,6

Watt dan untuk merajang kertas sebanyak 25 lembar daya yang terpakai sebesar