



**RANCANG BANGUN MEJA PUTAR ELEKTRIK UNTUK PROSES  
PEMBUATAN KERAJINAN GERABAH**

**PROYEK AKHIR**

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya**



**Oleh :**

**Bayu Ardiansyah**

**NIM :11506134018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2016**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PROYEK AKHIR**

**RANCANG BANGUN MEJA PUTAR ELEKTRIK UNTUK PROSES  
PEMBUATAN KERAJINAN GERABAH**

**Oleh :**

**Bayu Ardiansyah**

**11506134018**

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing  
untuk diujikan

Yogyakarta, 26 Mei 2016

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Herlambang Sigit P, S.T, M.Cs

NIP. 19650829199903 1 001



## LEMBAR PENGESAHAN

### PROYEK AKHIR

#### RANCANG BANGUN MEJA PUTAR ELEKTRIK UNTUK PROSES PEMBUATAN KERAJINAN GERABAH

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Pada Tanggal 17 Juni 2016

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat guna memperoleh gelar Ahli Madya

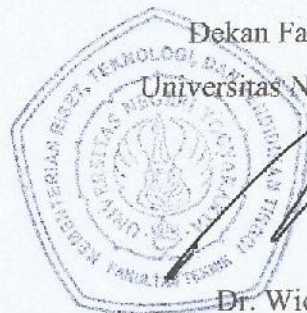
#### DEWAN PENGUJI

| Nama                          | Jabatan            | Tanda Tangan  | Tanggal |
|-------------------------------|--------------------|---|---------|
| Herlambang Sigit P, S.T, M.Cs | Ketua Penguji      |  | 26-7-16 |
| Moh. Khairudin, MT, Ph.D      | Sekretaris Penguji |  | 27-7-16 |
| Muhamad Ali, MT               | Penguji Utama      |  | 26-7-16 |

Yogyakarta, 25 Juli 2016

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta



Dr. Widarto, M.Pd

NIP. 19631230 198812 1 001



## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Pembuatan Proyek Akhir ini dibawah bimbingan dari Herlambang Sigit P, S.T, M.Cs selaku dosen pembimbing.

Yogyakarta, 23 Mei 2016  
Yang Menyatakan,



Bayu Ardiansyah  
NIM. 11506134018

## **MOTTO**

Jika apa yang kamu senangi tidak terjadi, senangilah apa yang terjadi

-Sayyidina Ali bin Abi Thalib k.w-

Apa gunanya ilmu kalau tidak memperluas jiwa seseorang sehingga ia berlaku seperti samudera yang menampung sampah-sampah?

Apa gunanya kepandaian kalau tidak memperbesar kepribadian manusia sehingga ia makin sanggup memahami orang lain?

-Emha Ainun Najib-

Aja Rumangsa Bisa, Nanging Bisaa Rumangsa

(Jangan Merasa Bisa, tetapi Bisalah Merasa)

-Nasihat Leluhur Jawa-

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, karya ini kupersembahkan kepada :

- Kedua orang tuaku Alm.Bapak Miftachul Arifin, Ibu Yusmi Widayati, nenek dan seluruh keluarga besarku yang telah memberikan dukungan materi maupun morill, motivasi, kasih sayang, dan do'a yang selalu diberikan selama ini.
- Guruku Spiritual dunia & akhirat KH. Asmawi Kediri.
- Kawan – kawan seperjuangan Jurusan Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2011 khususnya kelas B & C 2011 yang telah memberikan bantuannya dan semangat.
- Teman – teman seperjuanganku di TIM ROBOT UNY terima kasih atas ilmu yang diberikan, dukungan, kerjasama dan doanya.



# **RANCANG BANGUN MEJA PUTAR ELEKTRIK UNTUK PROSES PEMBUATAN KERAJINAN GERABAH**

Oleh :

Bayu Ardiansyah  
NIM. 11506134018

## **ABSTRAK**

Tujuan pembuatan proyek akhir ini adalah Membuat rancang bangun meja putar elektrik berbasis Mikrokontroler ATmega 8 dengan menggunakan motor DC sebagai penggerak yang dapat diatur kecepatannya, dan Mengetahui hasil unjuk kerja meja putar elektrik.

Metode yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah dengan metode rancang bangun yang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu : (1) analisis kebutuhan sistem, (2) desain /perancangan sistem, (3) perakitan *hardware* dan pengkodean *software* (*coding*), dan (4) pengujian. Alat ini terdiri dari : (1) Potensiometer yang terdapat pada pedal kaki serta *push button* sebagai masukan data untuk mengatur kecepatan motor DC, (2) Mikrokontroler ATmega 8 sebagai unit kontrol yang memproses data dari potensiometer dan *push button*, (3) *Driver* motor sistem relay yang dikontrol oleh mikrokontroler, (4) Motor DC sebagai aktuator serta (5) LED sebagai indikator berjalannya sistem.

Hasil pengujian diperoleh bahwa alat meja putar elektrik untuk proses pembuatan kerajinan gerabah bekerja sesuai yang diharapkan. Dari data yang didapat, pengujian 2 sistem kecepatan pedal kaki dan tombol *level* kecepatan dengan kategori pembebanan meliputi : tanpa beban, beban 700 gram, dan beban 900 gram menghasilkan keluaran tegangan dan kecepatan yang tergantung dengan beban yang diberikan. Beban maksimal yang diberikan adalah 900 gram, jika lebih dari itu kemampuan alat akan berkurang. Hasil unjuk kerja alat adalah membandingkan antara meja putar elektrik dengan meja putar konvensional, meliputi : kecepatan ( Rpm) dan waktu (detik). Meja putar konvensional mampu membuat kerajinan gerabah berupa cobek dengan kecepatan lebih dari 70 rpm membutuhkan waktu 120 detik, sedangkan Meja putar elektrik mampu membuat kerajinan gerabah berupa cobek dengan kecepatan lebih dari 94 rpm membutuhkan 86 detik. Perhitungan selisih kecepatan dan waktu kedua alat tersebut adalah kecepatan 24 rpm dan waktu 34 detik. Dari perbandingan diatas terlihat meja putar elektrik lebih baik unjuk kerjanya dibanding meja putar konvensional untuk proses pembuatan kerajinan gerabah.

Kata Kunci : Gerabah, Mikrokontroler ATmega 8, Meja Putar Elektrik.

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta Salam selalu tercurah kepada junjungan, Nabi Muhammad SAW, serta kepada keluarga sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Alhamdulillah atas kesempatan yang diberikan Allah SWT, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan laporan Proyek Akhir dengan judul “Rancang Bangun Meja Putar Elektrik untuk Proses Pembuatan Kerajinan Gerabah” disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Program Diploma III pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Terwujudnya Proyek Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, saran, dan bantuan baik moril dan materiil, dorongan serta kritik dari beberapa pihak. Dengan hati yang tulus penulis sampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT Dzat Yang Maha Sempurna
2. Nabi Muhammad SAW sebagai tauladan yang terbaik.
3. Kedua orang tuaku dan keluarga besar yang selalu memberikan dorongan, semangat dan kasih sayangnya sehingga proyek akhir ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Dr. Widarto, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

5. Bapak Drs. Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro.
6. Bapak Moh. Khairudin, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro D3.
7. Bapak Herlambang Sigit Pramono S.T., M.Cs. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan masukan dan bimbingannya dalam mengerjakan proyek akhir ini.
8. Drs. Nyoman Astra selaku koordinator proyek akhir Jurusan Pendidikan Teknik Elektro.
9. Segenap Dosen dan Staff Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
10. Hamka, Bayu & Agam Setiawan yang membimbing dan membantu selama pembuatan proyek akhir ini.
11. Teman-teman seperjuangan Tim Robot UNY yang selalu bersama-sama kerja lembur dalam susah dan canda tawa mengerjakan dan mengikuti kontes robot.
12. Untuk kawan-kawan kelas B & C angkatan 2011 yang selalu bersama-sama dalam menjalani masa muda di kampus dengan semua canda dan tawa serta doa dan dukungannya sehingga proyek akhir ini dapat terselesaikan.
13. Seluruh Keluarga Besar Kost Bapak Salamun Samirono Lama Yogyakarta.
14. Semua Pihak yang telah membantu dan memberikan dorongannya sehingga proyek akhir ini dapat terselesaikan, semoga kebbaikannya menjadi amal ibadah.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan proyek akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan, maka kritik dan saran dari semua pihak, akan

penulis terima demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak yang akan membutuhkan.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yogyakarta, 23 Mei 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

|                                   | Halaman  |
|-----------------------------------|----------|
| HALAMAN JUDUL.....                | i        |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....          | ii       |
| HALAMAN PENGESAHAN.....           | iii      |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN ..... | iv       |
| MOTTO .....                       | v        |
| PERSEMBAHAN .....                 | vi       |
| ABSTRAK .....                     | vii      |
| KATA PENGANTAR .....              | viii     |
| DAFTAR ISI .....                  | xi       |
| DAFTAR TABEL .....                | xiv      |
| DAFTAR GAMBAR .....               | xv       |
| DAFTAR LAMPIRAN .....             | xvii     |
| <b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>    | <b>1</b> |
| A. Latar Belakang .....           | 1        |
| B. Identifikasi Masalah .....     | 3        |
| C. Batasan Masalah .....          | 3        |
| D. Rumusan Masalah .....          | 3        |
| E. Tujuan .....                   | 4        |
| F. Manfaat .....                  | 4        |
| G. Keaslian Gagasan .....         | 5        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH .....</b>              | <b>6</b>  |
| A. Gerabah .....   | 6         |
| B. Meja Putar .....  | 7         |
| C. Mikrokontroler .....  | 9         |
| 1. Mikrokontroler ATmega 8 .....                               | 9         |
| a. Konfigurasi Pin ATmega 8 .....                              | 10        |
| b. Diagram Blok Mikrokontroler ATmega 8 .....                  | 13        |
| c. Arsitektur ATmega 8 .....                                   | 15        |
| D. Catu Daya .....   | 15        |
| E. Transistor .....  | 17        |
| F. MOSFET .....  | 18        |
| G. Relay .....   | 20        |
| H. Motor DC .....  | 21        |
| I. Push Button .....   | 22        |
| J. Potensiometer .....   | 23        |
| K. Diagram Alir ( Flow Chart ) .....                           | 23        |
| <b>BAB III. KONSEP PERANCANGAN .....</b>                       | <b>26</b> |
| A. Analisis Kebutuhan Sistem .....                             | 26        |
| B. Desain / Perancangan Sistem .....                           | 27        |
| 1. Perancangan dan Pembuatan Mekanik Meja putar Elektrik... .. | 27        |
| 2. Perancangan dan Pembuatan Elektronik .....                  | 29        |
| 3. Rangkaian Catu Daya .....                                   | 29        |
| 4. Rangkaian Driver Motor .....                                | 31        |

|   |           |
|---|-----------|
| 5. Rangkaian Sistem Minimum .....   | 32        |
| C. Perakitan Hardware & Pengkodean ( Coding ) .....   | 34        |
| 1. Perakitan Hardware .....   | 34        |
| 2. Pengkodean Software .....  | 35        |
| D. Rencana Pengujian .....  | 36        |
| <b>BAB IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>   | <b>38</b> |
| A. Pengujian Alat .....   | 38        |
| 1. Tujuan Pengujian .....   | 38        |
| 2. Alat yang digunakan .....  | 38        |
| 3. Hasil Pengujian .....  | 39        |
| B. Pembahasan .....   | 41        |
| 1. Pembacaan sudut pedal kaki dengan variasi beban<br>terhadap Tegangan <i>Output dan</i> kecepatan .....     | 40        |
| 2. Hasil pengujian tombol level kecepatan dengan beban<br>terhadap Tegangan <i>Output dan</i> kecepatan ..... | 43        |
| 3. Pembahasan Unjuk Kerja Alat .....  | 44        |
| <b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>  | <b>45</b> |
| A. Kesimpulan .....   | 45        |
| B. Keterbatasan Alat .....  | 46        |
| C. Saran .....  | 46        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>48</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>   | <b>50</b> |

## DAFTAR TABEL

|  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 1. Fungsi Pin Port C .....   | 11      |
| Tabel 2. Fungsi Pin Port D.....  | 12      |
| Tabel 3. Simbol <i>Flowchart</i> .....   | 24      |
| Tabel 4. Rencana pembacaan sudut pedal kaki terhadap Tegangan <i>Output</i> .....  | 36      |
| Tabel 5. Rencana pembacaan sudut pedal kaki terhadap kecepatan .....   | 36      |
| Tabel 6. Rencana pengujian tombol <i>level</i> kecepatan dengan beban terhadap<br>tegangan <i>Output dan</i> kecepatan ..... | 37      |
| Tabel 7. Hasil pembacaan sudut pedal kaki terhadap Tegangan <i>Output</i> .....  | 40      |
| Tabel 8. Hasil pembacaan sudut pedal kaki terhadap kecepatan .....   | 40      |
| Tabel 9. Hasil pengujian tombol <i>level</i> kecepatan dengan beban terhadap<br>tegangan <i>Output dan</i> kecepatan .....   | 41      |



## DAFTAR GAMBAR

|  | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 1. Meja putar .....   | 9       |
| Gambar 2. Konfigurasi Pin ATmega 8 .....                             | 10      |
| Gambar 3. Diagram Blok Mikrokontroler ATmega 8 .....                 | 13      |
| Gambar 4. Regulator tegangan positif (7812) dan negatif (7912) ..... | 16      |
| Gambar 5. Transistor jenis NPN dan PNP .....                         | 17      |
| Gambar 6. Kaidah tangan gaya Lorentz .....                           | 21      |
| Gambar 7. Bagian – bagian motor DC .....                             | 22      |
| Gambar 8. <i>Push</i> Button .....                                   | 22      |
| Gambar 9. Potensiometer Geser ( <i>Slider</i> ) .....                | 23      |
| Gambar 10. Desain alat Meja Putar Elektrik secara keseluruhan .....  | 28      |
| Gambar 11. Bagian– bagian sistem mekanik Meja Putar Elektrik .....   | 28      |
| Gambar 12. Diagram Blok Sistem .....                                 | 29      |
| Gambar 13. Rangkaian Catu daya .....                                 | 30      |
| Gambar 14. Rangkaian <i>Driver</i> motor .....                       | 32      |
| Gambar 15. Rangkaian Sistem Minimum ATmega 8 .....                   | 33      |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 16. <i>Flowchart</i> Meja Putar Elektrik .....  | 35 |
| Gambar 17. Grafik hubungan pembacaan Sudut pedal kaki terhadap tegangan<br>output .....                  | 42 |
| Gambar 18. Grafik hubungan pembacaan Sudut pedal kaki terhadap<br>Kecepatan .....                        | 42 |
| Gambar 19. Grafik hubungan tombol <i>level</i> kecepatan dengan tegangan<br>keluaran dan kecepatan ..... | 43 |

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Alat

Lampiran 2. *Datasheet* ATmega 8

Lampiran 3. *Datasheet* Transistor BD 139

Lampiran 4. *Datasheet* Transistor TIP 3055

Lampiran 5. *Datasheet* MOSFET IRF Z44

Lampiran 6. *Datasheet Optocoupler* TLP 521

Lampiran 7. *Datasheet* IC Regulator 7805

Lampiran 8. *Datasheet* IC Regulator 7812

Lampiran 9. Rangkaian Rancang bangun Meja Putar Elektrik

Lampiran 10. *List* Program

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar belakang**

Yogyakarta sebagai salah satu propinsi di Indonesia dengan julukan kota seni dan budaya, yang mana selalu dikagumi oleh para wisatawan baik domestik maupun mancanegara. Oleh karena itu, para wisatawan banyak mengunjungi obyek wisata yang menarik. Selain itu, Yogyakarta dikenal karena daya tarik obyek wisatanya diiringi juga dengan perkembangan yang cukup pesat dalam bidang perdagangan. Kerajinan merupakan salah satu unit industri yang mampu menggerakkan perdagangan dan perekonomian, dengan penyerapan tenaga kerja yang cukup besar. Salah satu produk karya seni yang menjadi andalannya adalah kerajinan gerabah.

Produksi kerajinan gerabah di Yogyakarta sampai sekarang ini masih tetap ada dan dilestarikan. Secara nyata kerajinan gerabah menjadi salah satu andalan pendapatan masyarakat setempat. Hal ini ditandai dengan jumlah perajin gerabah cukup banyak, seperti di daerah di Objek Wisata Industri Kecil Gerabah Kasongan terdapat di wilayah Kelurahan Bangunjiwa, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Provinsi DIY. Pengertian Gerabah (SP. Gustami, dkk : 2014) dalam (bahasa Jawa) bermakna barang pecah-belah, yaitu barang kelengkapan dapur, termasuk perkakas untuk makan, seperti piring, cangkir, mangkuk, dan sejenisnya, yang mudah pecah.



Proses pembuatan gerabah Kasongan umumnya menggunakan meja putar yang masih tradisional dengan tenaga gerakan tangan manusia, meja putar tersebut terbuat dari bahan kayu berbentuk lingkaran. Tanah liat sebagai bahan dasar untuk pembuatan kerajinan ini yang sudah diolah diletakkan di atas meja putar kemudian gerabah dibentuk sesuai keinginan dengan memutarnya menggunakan gerakan tangan. Cara pembuatan gerabah dengan meja putar tersebut ternyata bisa menghasilkan perbedaan kualitas akhir yang dicapai oleh masing – masing perajin gerabah disebabkan kecepatan meja putar tersebut tidak stabil.

Melihat kondisi tersebut di atas, maka penulis mengajukan proyek akhir yang berjudul “ RANCANG BANGUN MEJA PUTAR ELEKTRIK UNTUK PROSES PEMBUATAN KERAJINAN GERABAH”. Alat ini menggunakan Motor DC sebagai penggeraknya atau dengan kata lain meja pemutar tidak lagi diputar oleh gerakan kaki atau tangan, agar mendapatkan kecepatan yang stabil. Dengan terciptanya alat ini, penulis berharap dapat mempermudah para perajin dalam proses pembuatan kerajinan gerabah.

## **B. Identifikasi masalah**

Dari latar belakang di atas, masalah–masalah yang dapat diidentifikasi adalah :

1. Meja putar proses pembuatan kerajinan gerabah masih tradisional dengan menggunakan gerakan tangan sehingga kecepatan putar tidak stabil
2. Meja putar menghasilkan kualitas akhir kerajinan gerabah kurang maksimal

## **C. Batasan masalah**

1. Meja putar dapat digerakkan dengan menggunakan Motor DC.
2. Terdapat 2 sistem kecepatan putaran motor, yaitu sistem pedal mekanik dan sistem tombol level kecepatan.
3. Alat ini hanya bisa membuat kerajinan gerabah yang berukuran kecil, seperti cobek.

## **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan dalam latar belakang dan batasan masalah maka dapat dirumuskan :

1. Bagaimana rancang bangun meja putar elektrik untuk proses pembuatan kerajinan gerabah ?
2. Bagaimana unjuk kerja dari rancang meja putar elektrik untuk proses pembuatan kerajinan gerabah ?

### **E. Tujuan**

Tujuan dari pelaksanaan Proyek akhir ini antara lain :

1. Melakukan rancang bangun meja putar elektrik untuk proses pembuatan kerajinan gerabah.
2. Mengetahui unjuk kerja meja putar elektrik untuk proses pembuatan kerajinan gerabah.

### **F. Manfaat**

1. Bagi mahasiswa
  - a. Sebagai media mengembangkan ilmu pengetahuan yang dimiliki serta sebagai sarana untuk syarat kelulusan untuk mata kuliah Proyek Akhir.
  - b. Memberikan motivasi kepada mahasiswa untuk tetap berkarya dan menjadi salah satu pelaku dalam kemajuan teknologi di zaman yang serba modern ini.
2. Bagi Perguruan Tinggi

Hasil proyek akhir ini sebagai sumbangan koleksi berupa bahan pustaka dan bacaan yang berupa laporan tugas akhir bagi mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro pada khususnya dan mahasiswa Universitas Negeri Yogyakarta pada umumnya.

### 3. Bagi Industri

Bagi masyarakat khususnya para perajin Gerabah didaerah Kasongan Bantul Yogyakarta, harapannya alat ini dapat memberikan kemudahan dalam proses pembuatan Kerajinan Gerabah yang masih tradisonal.

### **G. Keaslian Gagasan**

Proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun Meja Putar Elektrik untuk Proses Pembuatan Kerajinan Gerabah merupakan asli gagasan penulis dan dukungan dari dosen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta.

## **BAB II**

### **PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH**

#### **A. Gerabah**

Gerabah adalah perkakas yang terbuat dari tanah liat atau lempung yang dibentuk kemudian dibakar untuk kemudian dijadikan alat- alat yang berguna membantu kehidupan. Gerabah adalah bagian dari keramik yang dilihat berdasarkan tingkat kualitas bahannya. Namun masyarakat ada mengartikan terpisah antara gerabah dan keramik. Ada pendapat gerabah bukan termasuk keramik, karena benda-benda keramik adalah benda-benda pecah belah permukaannya halus dan mengkilap seperti porselin dalam wujud vas bunga, guci, tegel lantai dan lain-lain. Sedangkan gerabah adalah barang-barang dari tanah liat dalam wujud seperti periuk, belanga, tempat air, dll. Menurut buku *Keramik Kasongan Heritage* ( SP. Gustami, dkk : 2014 ), Kerajinan Gerabah seperti ini dapat kita temui di Objek Wisata Industri Kecil Gerabah Kasongan terdapat di wilayah Kelurahan Bangunjiwa, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Provinsi DIY.

Menurut *The Concise Colombia Encyclopedia*, Copyright a 1995 dalam *website* [www.isi-dps.ac.id](http://www.isi-dps.ac.id), kata ‘keramik’ berasal dari Bahasa Yunani (Greek) ‘*keramikos*’ menunjuk pada pengertian gerabah; ‘*keramos*’ menunjuk pada pengertian tanah liat. ‘*Keramikos*’ terbuat dari mineral non metal, yaitu tanah liat yang dibentuk, kemudian secara permanen menjadi keras setelah melalui proses pembakaran pada suhu tinggi. Usia keramik tertua dikenal dari zaman Paleolitikum 27.000 tahun lalu. Sedangkan menurut Malcolm G.

McLaren dalam Encyclopedia Americana 1996 disebutkan keramik adalah suatu istilah yang sejak semula diterapkan pada karya yang terbuat dari tanah liat alami dan telah melalui perlakuan pemanasan pada suhu tinggi.

Beberapa teori lain tentang ditemukannya keramik pertama kali, salah satunya terkenal dengan ‘teori keranjang’. Teori ini menyebutkan pada zaman prasejarah, keranjang anyaman digunakan orang untuk menyimpan bahan makanan. Agar tak bocor keranjang tersebut dilapisi dengan tanah liat di bagian dalamnya. Setelah tak terpakai keranjang dibuang keperapian. Kemudian keranjang itu musnah tetapi tanah liatnya yang berbentuk wadah itu ternyata menjadi keras. Teori ini dihubungkan dengan ditemukannya keramik prasejarah, bentuk dan motif hiasnya di bagian luar berupa relief cap tangan keranjang (Nelson, 1984 : 20).

Dari teori keranjang dan teori lainnya di atas dapat dimengerti bahwa benda-benda keras dari tanah liat dari awal ditemukan sudah dinamakan benda keramik, walaupun sifatnya masih sangat sederhana seperti halnya gerabah dewasa ini. Pengertian ini menunjukkan bahwa gerabah adalah salah satu bagian dari benda-benda keramik.

## **B. Meja Putar**

Meja Putar adalah meja yang bentuknya pipih bulat dan dapat digerakkan dengan cara memutar, baik secara manual maupun menggunakan mesin (Sugiyanto dan Setyobudi, 2004: 50), Meja Putar ini merupakan alat yang digunakan oleh perajin gerabah dalam proses pengolahan bahan dan proses pembentukan / perwujudan. Kerajinan Gerabah di kasongan Yogyakarta. Salah

satu teknik pembentukan badan gerabah yang dapat diterapkan adalah teknik putar (*wheel/throwing*). Teknik ini sering dilakukan perajin gerabah karena lebih cepat dan hasilnya sempurna, terutama untuk membuat bentuk- bentuk yang bulat atau setengah bulat.

Meja putar ini terbuat dari kayu berbentuk lingkaran, Di atas tumpukan kayu berbentuk lingkaran yang bagian atasnya bisa diputar diletakkan adonan tanah liat. Bagian awal inilah yang akan menentukan pola gerabah yang ingin dibuat. Selanjutnya, dengan kecekatan jari jemari, gumpalan tanah liat dibentuk sesuai dengan imajinasi pembuatnya. Betapa tidak mudah melakukan hal ini. Tangan kiri berfungsi menahan bentuk luar sembari memutar kayu. Sementara tangan kanan berfungsi membentuk pola. Semakin lama semakin tinggi dan sesuai dengan pola yang diinginkan (yswitopr : 2014).

Proses pembuatan dengan fasilitas meja putar yang digunakan untuk membuat kerajinan gerabah masih manual yaitu menggunakan tangan manusia sehingga bisa menjadikan hasil gerabah kurang maksimal, selain itu Fasilitas kerja yang digunakan oleh pekerja pembuat gerabah masih sangat sederhana. Pekerja duduk pada kursi kecil, badan agak membungkuk pandangan ke arah benda kerja dan posisi kaki ditekuk. Kemudian pekerja gerabah memutar dengan tangan kiri sedangkan tangan yang kanan membentuk benda kerja. Ditinjau dari segi ergonomi sikap kerja pada pekerja gerabah tersebut kurang ergonomis, sehingga dapat menyebabkan kelelahan pada punggung, dan leher bagian belakang (Muhammad Hanafi : 2010).



Gambar 1. Meja Putar  
(Souvenir Yogya : 2015)

### C. Mikrokontroler

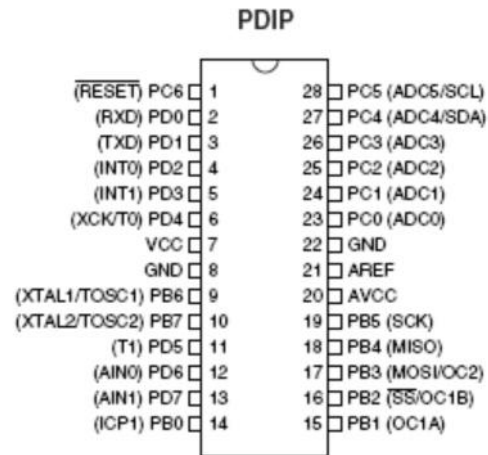
#### 1. Mikrokontroler ATmega 8

ATmega 8 merupakan mikrokontroller 8 bit CMOS berdaya rendah berbasis AVR (*Alf and Vegard's RISC processor*) buatan Atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*). Arsitektur ini mempunyai kemampuan mengeksekusi perintah hanya dalam satu siklus *clock* osilator dengan kecepatan mendekati 1 MIPS (*Million Instruction Per Second*) per MHz (Atmel : 2013). Mikrokontroler ATmega 8 memiliki fasilitas antara lain sebagai berikut:

- Memori *flash* sebesar 8 Kb dengan kemampuan *Read While Write*.
- Saluran I/O sebanyak 23 unit.
- CPU yang terdiri atas 32 unit *register*.
- Tiga unit *Timer/Counter*.
- ADC sebanyak 6 saluran.



a. Konfigurasi Pin ATmega 8



Gambar 2. Konfigurasi Pin ATmega 8  
(Sumber : <http://pdf1.alldatasheet.com>)

(Atmel : 2013) Konfigurasi dari masing-masing pin pada mikrokontroler ATmega 8 adalah sebagai berikut :

- 1) VCC : *Supply* tegangan digital.
- 2) GND : Ground
- 3) Port B (PB7...PB0)

Port B memiliki 8-bit *bi-directional I/O port*. Masing-masing pin pada port B dapat diberi resistor *pull-up* internal. *Buffer* port B memiliki karakteristik dengan kemampuan mencatu (*source*) dan menyerap (*sink*). Pada saat PB7 – PB0 digunakan sebagai input dan secara internal dalam kondisi *pulled low*, maka akan menghasilkan sumber arus pada saat resistor *pull-up* internal diaktifkan. Pin-pin pada *port B*

memiliki tiga keadaan ketika kondisi *reset* aktif bahkan pada saat *clock* tidak aktif.

#### 4) Port C (PC6...PC0)

Port C memiliki 8-bit *bi-directional I/O port*. Masing-masing pin pada port C dapat diberi resistor *pull-up* internal. *Buffer* port C memiliki karakteristik dengan kemampuan mencatu (*source*) dan menyerap (*sink*). Pada saat PC6 – PC0 digunakan sebagai input dan secara internal dalam kondisi *pulled low*, maka akan menghasilkan sumber arus pada saat resistor *pull-up* internal diaktifkan. Pin-pin pada *port C* memiliki tiga keadaan ketika kondisi *reset* aktif bahkan pada saat *clock* tidak aktif. Fungsi-fungsi khusus masing-masing *pin* dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Fungsi Pin Port C

| Port Pin | Alternate Function   |
|----------|--|
| PC6      | RESET (Reset pin)  |
| PC5      | ADC5 (ADC Input Channel 5)<br>SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)             |
| PC4      | ADC4 (ADC Input Channel 4)<br>SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line) |
| PC3      | ADC3 (ADC Input Channel 3)   |
| PC2      | ADC2 (ADC Input Channel 2)   |
| PC1      | ADC1 (ADC Input Channel 1)   |
| PC0      | ADC0 (ADC Input Channel 0)   |

(Sumber : <http://pdf1.alldatasheet.com>)

#### 5) Port D (PD7...PD0)

Port D memiliki 8-bit *bi-directional I/O port*. Masing-masing pin pada port D dapat diberi resistor *pull-up* internal.

*Buffer port D* memiliki karakteristik dengan kemampuan mencatu (*source*) dan menyerap (*sink*). Pada saat PD7 – PD0 digunakan sebagai input dan secara internal dalam kondisi *pulled low*, maka akan menghasilkan sumber arus pada saat resistor *pull-up* internal diaktifkan. Pin-pin pada *port D* memiliki tiga keadaan ketika kondisi *reset* aktif bahkan pada saat *clock* tidak aktif. Fungsi-fungsi khusus masing-masing *pin* dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Fungsi Pin Port D

| Port Pin | Alternate Function   |
|----------|--|
| PD7      | AIN1 (Analog Comparator Negative Input)  |
| PD6      | AIN0 (Analog Comparator Positive Input)  |
| PD5      | T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input)  |
| PD4      | XCK (USART External Clock Input/Output)<br>T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input) |
| PD3      | INT1 (External Interrupt 1 Input)  |
| PD2      | INT0 (External Interrupt 0 Input)  |
| PD1      | TXD (USART Output Pin)   |
| PD0      | RXD (USART Input Pin)  |

(Sumber : <http://pdf1.alldatasheet.com>)

## 6) Reset

Input *reset* mikrokontroler. Pada saat *pin* ini diberikan logika rendah maka akan membuat mikrokontroler berada pada kondisi reset walaupun *clock* dalam kondisi mati.

## 7) XTAL1

Input bagi *inverting oscillator amplifier*. Kaki ini juga sebagai input bagi operasi rangkaian *clock* eksternal sebagai sumber *clock* mikrokontroler.

## 8) XTAL2

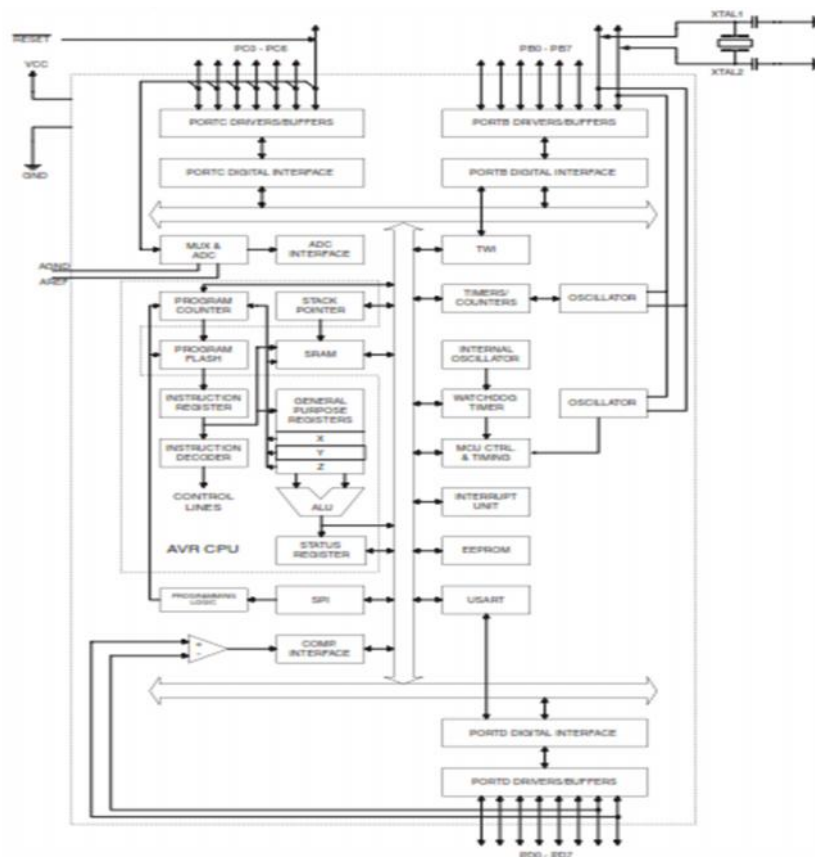
*Output inverting oscillator amplifier.* Kaki ini juga sebagai input bagi operasi rangkaian *clock* eksternal. sebagai sumber *clock* mikrokontroler.

9) AVCC : Pin *supply* tegangan untuk ADC

## 10) AREF : Pin referensi analog untuk A/ D konverter

## b. Diagram Blok Mikrokontroler ATmega 8

Gambar diagram blok ATmega 8 ditunjukkan pada gambar 3



Gambar 3. Diagram Blok Mikrokontroler ATmega 8  
(Sumber : <http://pdf1.alldatasheet.com>)

AVR menggunakan arsitektur *harvard* dengan memori dan *bus* untuk program dan data yang terpisah. Instruksi dalam memori

program dieksekusi dengan *a single level pipelining*. Pada saat sebuah intruksi sedang dieksekusi, intruksi berikutnya langsung diambil dari memori program. Konsep ini mengakibatkan intruksi dapat dieksekusi setiap periode *clock*. Memori program merupakan *flash* memori yang bisa diprogram dalam sistem ISP (*In-System Programing*).

Register berkas yang bisa diakses dengan cepat berisi 32x8 bit register kegunaan umum dengan waktu akses satu periode *clock*. Sehingga bisa melakukan operasi ALU (*Arithmetic Logic Unit*) dalam satu periode *clock*. Operasi ALU dari register berkas, berlaku dua operan, dilakukan eksekusi operasi, dan hasilnya disimpan kembali dalam register berkas dalam satu pewaktuan detak. 32 register yang ada, terdapat enam unit register yang dapat digunakan untuk pengalamatan tidak langsung 16 bit sebagai register *pointer*. Register tersebut memiliki nama khusus, yaitu register X, register Y, dan register Z. ALU mendukung operasi aritmetik dan logik antara register atau antara konstanta dan register. Operasi satu register dapat juga dieksekusi pada ALU. Status register diperbarui untuk melihat informasi hasil operasi setelah mengoperasikan sebuah operasi aritmetik. Aliran program menyediakan intruksi *JUMP* dan intruksi *CALL* yang mampu mengalamatkan langsung seluruh lokasi alamat. Kebanyakan

instruksi AVR berformat 16 bit. Setiap alamat memori program berisi 16 – 32 bit instruksi (Atmel : 2013)

c. Arsitektur ATmega 8

Mikrokontroler ATmega 8 merupakan mikrokontroler CMOS dengan daya rendah yang memiliki arsitektur AVR RISC 8-bit. Arsitektur ini mendukung kemampuan melaksanakan eksekusi instruksi hanya dalam satu *siklus clock osilator* (Atmel : 2013)

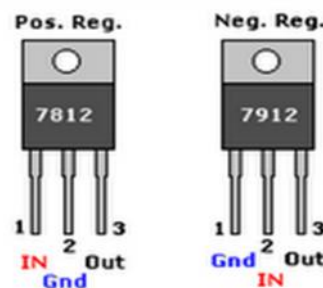
#### D. Catu Daya

Suatu perangkat elektronika memerlukan suatu rangkaian Catu daya dengan dilengkapi dioda berfungsi sebagai sistem filter penyearah yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Komponen dasar yang digunakan pada rangkaian catu daya adalah transformator, penyearah (dioda), resistor, kapasitor, dan regulator. namun untuk aplikasi yang lebih kompleks bisa ditambahkan transistor.

Suplai daya atau tegangan catu suatu rangkaian elektronik yang berubah-ubah (baik berubah membesar atau naik maupun mengecil atau turun) dapat memberikan dampak yang sifatnya merusak fungsi kerja suatu rangkaian elektronik. Oleh sebab itu, jika rangkaian elektronik diharapkan dapat bekerja dengan baik dan tahan lama, salah satunya syaratnya adalah dengan menggunakan catu daya yang stabil dan mampu menekan riak (kerut atau *ripple*) semaksimal mungkin. Catu daya yang stabil dan dapat diatur sering disebut *regulated power supply*. Catu daya ini menggunakan komponen aktif sehingga harganya cukup mahal

dengan pesatnya kemajuan elektronika, khususnya semikonduktor, saat ini catu daya tidak lagi dirakit dengan komponen diskrit (yang terpisah-pisah), tetapi menggunakan sistem integrasi (bentuk IC). Catu daya diskrit semakin ditinggalkan karena catu daya dengan IC lebih menguntungkan, baik dari kepraktisan, kehandalan maupun biaya. Faktor-faktor kehandalan ini yaitu selain karena regulasinya lebih baik, regulator IC kebanyakan telah dilengkapi dengan pelindung thermal maupun hubung singkat (Sunomo : 1996). Regulator tegangan IC secara garis besar dibagi menjadi dua, yaitu regulator tegangan tetap (3 kaki) dan regulator tegangan yang dapat diatur (3 kaki dan banyak kaki).

IC regulator tegangan tetap yang sekarang populer adalah keluarga 78xx untuk tegangan positif dan seri 79xx untuk tegangan negatif. Bentuk IC dan susunan kakinya adalah seperti terlihat pada Gambar 4. Besarnya tegangan keluaran IC seri 78xx dan 79xx ini dinyatakan dengan dua angka terakhir pada serinya. Contoh IC 7812 adalah regulator tegangan positif dengan tegangan keluaran 12 volt, IC 7912 adalah regulator tegangan negatif dengan tegangan keluaran -12 volt.

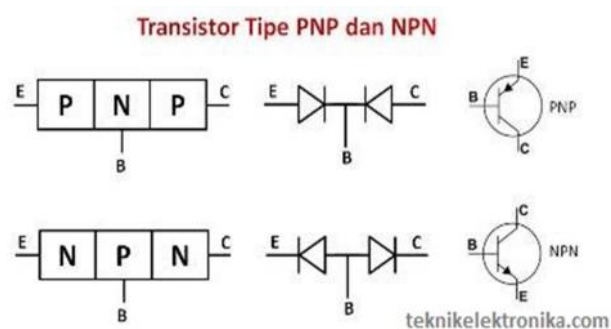


Gambar 4. Regulator tegangan positif (7812) dan negatif (7912)  
(Sumber : <https://cnt121.files.wordpress.com/2007/11/ic-regulator.jpg> )

## E. Transistor

(Herman Dwi : 2008) Transistor adalah komponen semikonduktor yang terdiri atas sebuah bahan tipe p dan diapit oleh dua bahan tipe n (transistor NPN) atau terdiri atas sebuah bahan tipe n dan diapit oleh dua bahan tipe p (transistor PNP). Sehingga transistor mempunyai tiga terminal yang berasal dari masing-masing bahan tersebut yaitu Basis, Collector, dan Emitor. Emitor merupakan bahan semikonduktor yang diberi tingkat doping sangat tinggi. Bahan kolektor diberi doping dengan tingkat yang sedang. Sedangkan basis adalah bahan dengan doping yang sangat rendah. Perlu diingat bahwa semakin rendah tingkat doping suatu bahan, maka semakin kecil konduktivitasnya. Hal ini karena jumlah pembawa mayoritasnya (elektron untuk bahan n; dan hole untuk bahan p) adalah sedikit.

Simbol transistor bipolar ditunjukkan pada gambar 5. Pada emitor terdapat tanda panah yang nanti bisa diketahui bahwa itu merupakan arah arus konvensional. Pada transistor NPN tanda panahnya menuju keluar sedangkan pada transistor PNP tanda panahnya menuju ke dalam.



Gambar 5. Transistor jenis NPN dan PNP  
(Sumber: <http://teknikelektronika.com>)



## F. MOSFET ( *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor* )

MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) adalah suatu transistor dari bahan semikonduktor (silikon) dengan tingkat konsentrasi ketidakmurnian tertentu. Tingkat dari ketidakmurnian ini akan menentukan jenis transistor tersebut, yaitu transistor MOSFET tipe-N (NMOS) dan transistor MOSFET tipe-P (PMOS). Bahan silicon digunakan sebagai landasan (substrat) dari penguras (drain), sumber (source), dan gerbang (gate). Selanjutnya transistor dibuat sedemikian rupa agar antara substrat dan gerbangnya dibatasi oleh oksida silikon yang sangat tipis. Oksida ini diendapkan di atas sisi kiri dari kanal, sehingga transistor MOSFET akan mempunyai kelebihan dibanding dengan transistor BJT (Bipolar Junction Transistor), yaitu menghasilkan disipasi daya yang rendah (maulana.lecture.ub.ac.id ).

MOSFET terdiri dari dua tipe, yaitu MOSFET tipe pengosongan (*Depletion-Mode Metal-Oxide Semiconductor FET*) dan MOSFET tipe peningkatan (*Enhancement-Mode Metal-Oxide Semiconductor FET*). Masing-masing tipe MOSFET ini masih terbagi juga dalam kanal-P dan kanal-N. D-MOSFET kanal-N dibuat di atas bahan dasar silikon tipe P yang biasanya disebut dengan substrat. Antara bahan-N drain dan bahan-N source dihubungkan kanal yang terbuat juga dari bahan-N. Terminal *gate* dihubungkan ke sisi kanal-N melalui kontak *metal*. Antara kontak *metal gate* dengan kanal-N ada lapisan *oksida silikon* (SiO<sub>2</sub>) yang berfungsi sebagai isolasi (dielektrikum). Secara kelistrikan antara

terminal *gate* dengan kanal-N tidak ada hubungan. Hal ini membuat impedansi dari D-MOSFET sangat tinggi, lebih tinggi dari impedansi input JFET. Dengan demikian dalam pembiasan DC, arus *gate*  $I_G$  dianggap sama dengan nol. Apabila VGS dibuat negatif, maka muatan negatif pada terminal *gate* akan menolak elektron bebas pada kanal-N menjauhi daerah kanal-N dan menuju daerah substrat-P. Hal ini akan mengosongkan kanal-N dari elektron bebas, sehingga arus  $I_D$  semakin kecil. Apabila tegangan negatif VGS dinaikkan terus hingga kanal-N kosong dari semua elektron bebas, maka arus  $I_D$  sudah tidak bisa dinaikkan lagi meskipun dengan memperbesar VDS. D-MOSFET dengan tegangan VGS nol hingga VGS negatif ini disebut dengan mode pengosongan. Hal ini karena dengan tegangan VGS ini kanal-N dikosongkan dari elektron bebas, atau dengan kata lain pada kanal-N timbul daerah pengosongan. Seperti halnya pada JFET, saat VGS negatif tertentu, arus  $I_D$  tidak bisa mengalir lagi (mati) meskipun VDS diperbesar. VGS yang menyebabkan  $I_D$  nol ini disebut dengan VGS(off).

Selain dengan tegangan VGS negatif, D-MOSFET bisa juga bekerja dengan tegangan VGS positif. Berbeda dengan JFET yang hanya bisa bekerja dengan VGS negatif saja. Bila VGS pada D-MOSFET dibuat positif, maka muatan positif pada terminal *gate* ini akan menarik elektron bebas dari substrat ke daerah kanal-N, sehingga elektron bebasnya lebih banyak. Dengan demikian arus  $I_D$  mengalir lebih besar dibanding saat  $V_{GS} = 0$ . Semakin diperbesar harga VGS ke arah positif, semakin

banyak jumlah pembawa muatan elektron bebas pada kanal N, sehingga semakin besar arus ID. ( Herman Dwi 2008 : 10-12).

### **G. Relay**

Relay adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka di sekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam ferromagnetis. Logam ferromagnetis adalah logam yang mudah terinduksi medan elektromagnetis. Ketika ada induksi magnet dari lilitan yang membelit logam, logam tersebut menjadi "magnet buatan" yang sifatnya sementara. Cara ini kerap digunakan untuk membuat magnet non permanen. Sifat kemagnetan pada logam ferromagnetis akan tetap ada selama pada kumparan yang melilitinya teraliri arus listrik. Sebaliknya, sifat kemagnetannya akan hilang jika suplai arus listrik ke lilitan diputuskan. (Hari Santoso : 2014). Relay yang digunakan pada rangkaian ini adalah tegangan 12 V. dimana kontak- kontak ini dapat digunakan untuk mengendalikan arus yang lebih besar dalam rangkaian. Relay memiliki tiga jenis kutub : *COMMON* = kutub acuan, *NC* (Normally Close) = kutub yang dalam keadaan awal terhubung pada *COMMON*, dan *NO* (Normally Open) = kutub yang pada awalnya terbuka dan akan terhubung dengan *COMMON* saat kumparan relay diberi arus listrik.

## H. Motor DC

Motor DC adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik arus searah menjadi gerak atau energi mekanik. konstruksi dasar motor DC terdiri 2 bagian utama, yaitu rotor dan stator. Rotor adalah bagian yang berputar atau *armature*, berupa koil dimana arus listrik dapat mengalir. Stator adalah bagian yang tetap dan menghasilkan medan magnet. (Widodo Budiharto: 2010). Prinsip kerja motor DC adalah jika ada kumparan dilalui arus maka kedua sisi kumparan akan bekerja gaya Lorentz, Aturan tangan kiri dapat digunakan untuk menentukan gaya Lorentz, dimana gaya yang jatuh pada telapak tangan tangan, jari – jari yang direntangkan menunjukkan arah arus, ibu jari direntangkan menunjukkan arah gaya :

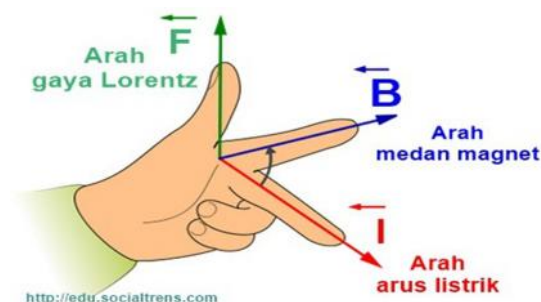
$$F = B I L$$

F = gaya yang dihasilkan (newton)

B = medan magnet (tesla)

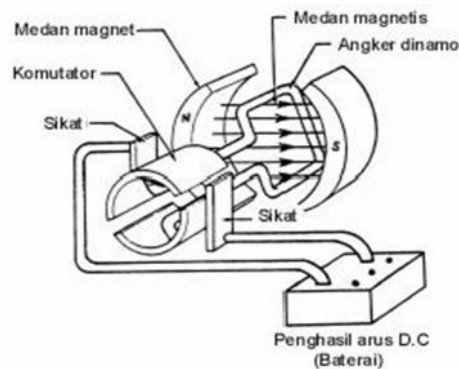
I = arus listrik (ampere)

L = panjang penghantar (meter)



Gambar 6. Kaidah tangan gaya Lorentz  
(Sumber : <http://i0.wp.com/edu.socialtrens.com> )

Gambar bagian-bagian motor DC dilihat dari gambar 7



Gambar 7. Bagian – bagian motor DC

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/wp-content/uploads/2012>)

## I. Push Button

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal. ( Trikueni dermanto : 2014).

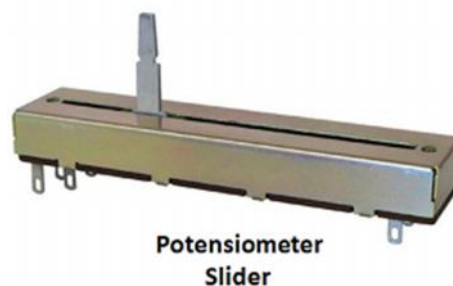


Gambar 8. *Push Button*

Sumber : (<http://www.directindustry.com>)

## J. Potensiometer

Potensiometer (POT) adalah salah satu jenis Resistor yang Nilai Resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan Rangkaian Elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer merupakan Keluarga Resistor yang tergolong dalam Kategori Variable Resistor. Secara struktur, Potensiometer terdiri dari 3 kaki Terminal dengan sebuah shaft atau tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya. Gambar dibawah ini menunjukkan Struktur Internal Potensiometer beserta bentuk dan Simbolnya. Berdasarkan bentuknya, Potensiometer ada beberapa macam salah satunya adalah Potensiometer Slider, yaitu Potensiometer yang nilai resistansinya dapat diatur dengan cara menggeserkan Wiper-nya dari kiri ke kanan atau dari bawah ke atas sesuai dengan pemasangannya. Biasanya menggunakan Ibu Jari untuk menggeser wiper-nya (Dickson Kho : 2014)



Gambar 9. Potensiometer Geser (*Slider*)



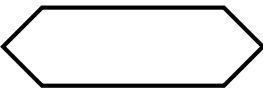



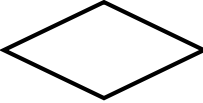
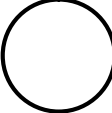
Sumber : (<http://teknikelektronika.com>)

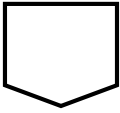
## K. Diagram Alir (Flow Chart)

Teknik merancang sebuah program dengan struktur yang baik, haruslah diawali dengan pembuatan diagram alir (*flowchart*). Diagram

alir digunakan untuk menggambarkan terlebih dahulu mengenai apa yang harus dikerjakan atau urutan-urutan yang harus dilakukan agar alat dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Simbol-simbol diagram alir ditunjukkan pada Tabel 9

Tabel 3. Simbol *Flowchart*

| Simbol  | Nama                     | Fungsi   |
|---|--------------------------|--|
|    | <b>TERMINATOR</b>        | Permulaan atau akhir program   |
|    | <b>FLOW</b>              | Arah aliran program  |
|  | <b>PREPARATION</b>       | Proses inisialisasi/pemberian nilai awal   |
|  | <b>PROCES</b>            | Proses pengolahan data   |
|  | <b>INPUT/OUTPUT DATA</b> | Proses input / output data, parameter , informasi  |
|  | <b>SUB PROGRAM</b>       | Permulaan sub program / proses menjalankan sub program                                       |
|  | <b>DECISION</b>          | Perbandingan pernyataan, penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya |
|  | <b>ON PAGE CONECTOR</b>  | Penghubung bagian - bagian flowchart yang berada pada satu halaman                           |

|   |                              |  |
|---|------------------------------|--|
|   |                              |  |
|  | <b>OFF PAGE<br/>CONECTOR</b> | Penghubung bagian - bagian<br>flowchart pada halaman yang<br>berbeda |

( Sumber : <https://cybernur.wordpress.com/tag/flowchart-sistem/> )



### **BAB III**

#### **KONSEP RANCANGAN**

Dalam Perancangan Meja putar elektrik ini dilakukan dengan berbagai tahapan dan menggunakan metode rancang bangun. Tahapan tersebut terdiri dari analisis kebutuhan sistem, desain /perancangan sistem, perakitan *hardware* dan pengkodean *software (coding)*, serta pengujian. Semua tahapan ini akan berulang sampai tercapainya kondisi ideal yaitu sistem berfungsi dengan baik sesuai yang direncanakan.

##### **A. Analisis Kebutuhan Sistem**

Dalam proyek akhir ini penulis akan melakukan analisis kebutuhan mengenai semua kebutuhan sistem yang akan dibuat, antara lain :

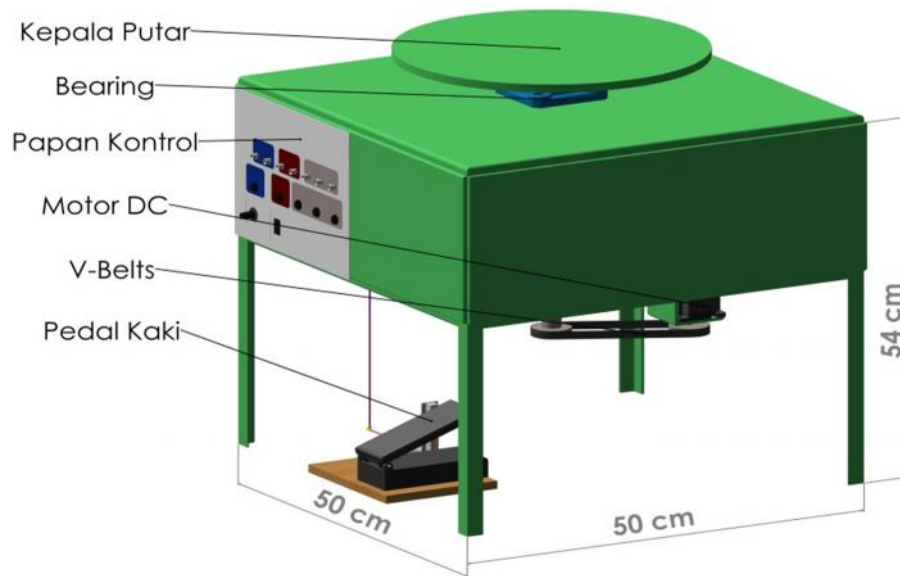
1. Catu daya DC 24 Volt ,12 Volt, dan 5 Volt sebagai penyedia tegangan.
2. Kontruksi mekanik Meja putar elektrik
3. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega 8 sebagai proses data masukan dan pengendali dari Meja Putar Elektrik
4. Rangkaian Driver Motor DC
5. Potensiometer sebagai nilai ADC yang diproses oleh mikrokontroler ATmega 8
6. Motor DC sebagai penggerak Meja putar elektrik
7. Lampu LED sebagai indikator
8. Tanah liat

## **B. Desain/ Perancangan Sistem**

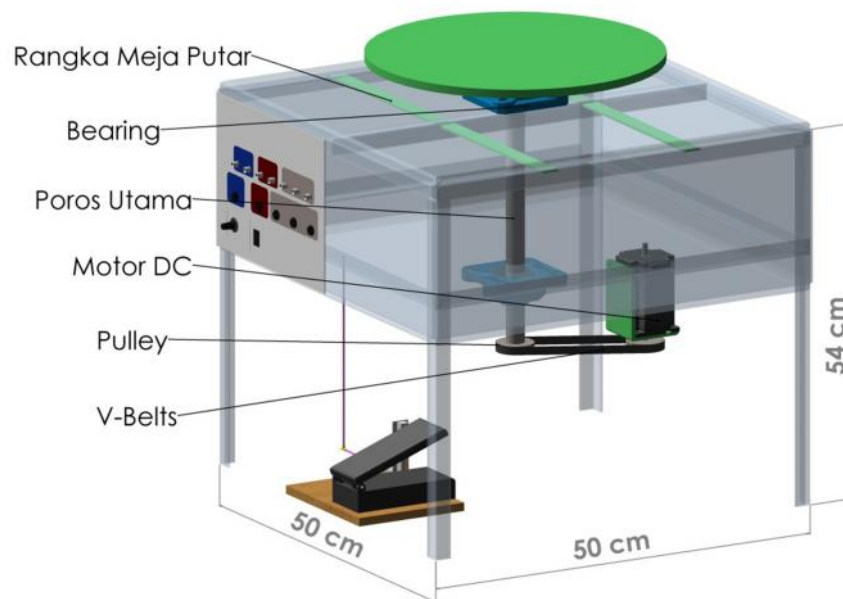
Pembuatan Meja putar elektrik ini harus dengan perencanaan dan perancangan yang baik. Berikut rancangan-rancangan pembuatan Meja putar elektrik dalam Proyek Akhir ini :

### **1. Perancangan dan Pembuatan Mekanik Meja Putar Elektrik**

Mekanik Meja putar elektrik merupakan konstruksi utama Meja putar elektrik yang digunakan sebagaiudukan rangkaian elektronik, aktuator, poros utama, dan catu daya. Konstruksi mekanik terdiri dari kerangka dan poros utama. Mekanik Meja putar elektrik dalam pemilihan bahannya juga harus tepat agar konstruksinya kuat dan berat. Meja putar elektrik bisa memiliki keseimbangan yang baik. Kerangka Meja putar elektrik merupakan dasar konstruksi mekanik yang digunakan untuk menopang poros utama yang terhubung dengan kepala putar saat melakukan gerakan memutar dalam proses pembuatan kerajinan gerabah. Untuk menggerakkan kepala putar, diperlukan adanya transmisi antara motor DC dengan poros utama menggunakan *V-belt*. Kerangka Meja putar elektrik terbuat dari besi profil “L” yang berukuran 36 mm x 36 mm, sedangkan untuk poros utama terbuat dari besi baja berdiameter 22 mm. Desain alat yang akan dibuat mempunyai dimensi 500 mm x 500mm x 540 mm, rancangan Meja putar elektrik secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 10 dan gambar 11 di bawah ini :



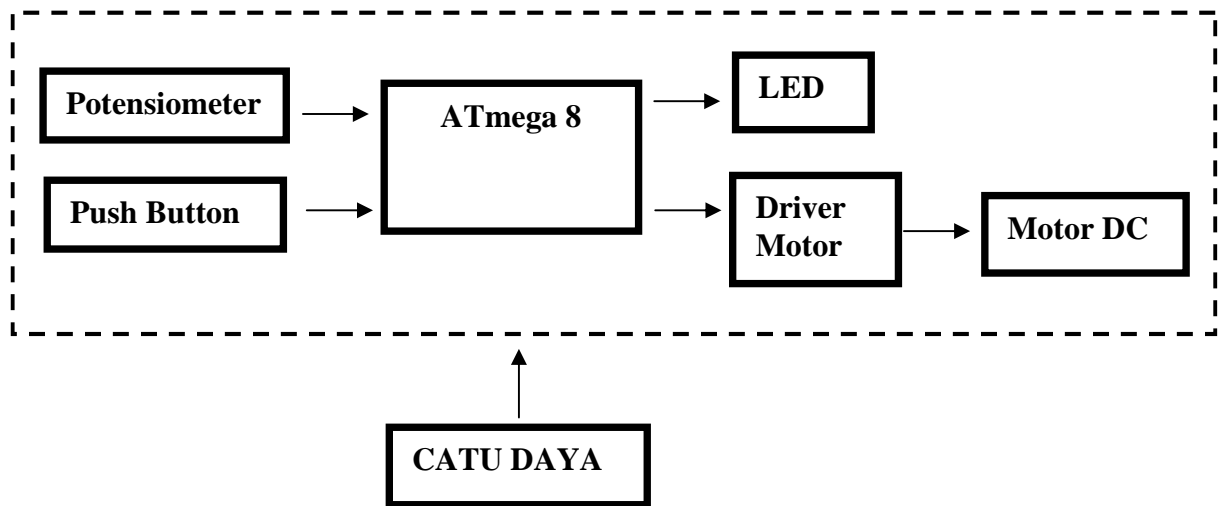
Gambar 10. Desain alat Meja putar elektrik secara keseluruhan



Gambar 11. Bagian-bagian sistem mekanik Meja putar elektrik

## 2. Perancangan dan Pembuatan Elektronik

Secara umum sistem elektronik Meja putar elektrik ini dapat digambarkan dengan diagram blok diagram dibawah ini. Sistem hanya terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian input berupa potensiometer dan *push button*, bagian proses menggunakan IC ATmega 8 untuk memproses masukan dan kemudian bagian *output* adalah LED dan *driver* motor untuk mengendalikan motor .

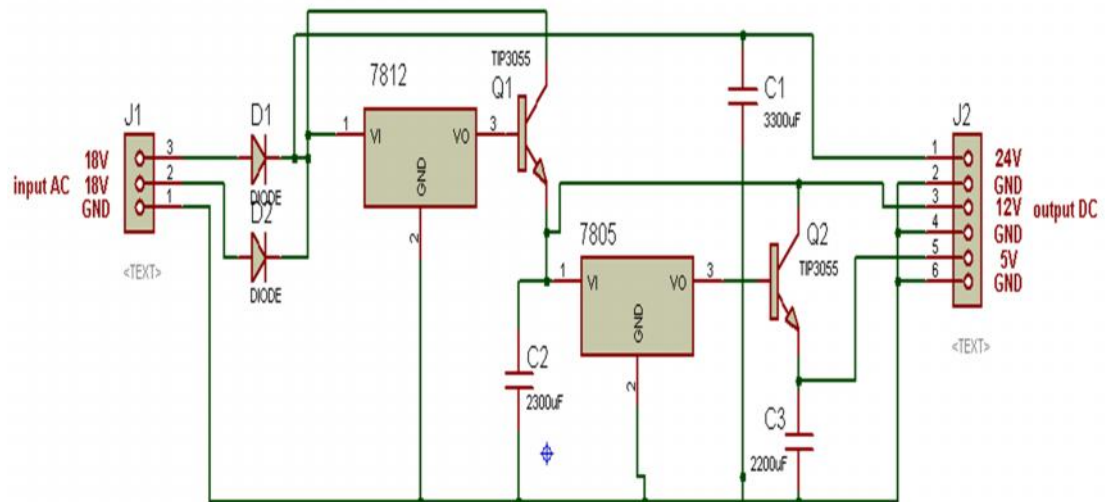


Gambar 12. Diagram Blok Sistem

## 3. Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya adalah suatu rangkaian yang dapat mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Perubahan dari arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) sering disebut *converter*/penyearah tegangan. Pada rangkaian catu daya dibutuhkan *travo step down* untuk menurunkan tegangan 220 Volt AC menjadi tegangan yang diinginkan. Pada

proyek akhir ini dibutuhkan tegangan DC sebesar tegangan 24 volt. Diperlukan sebuah rangkaian regulator terdiri dari IC 7812 untuk menghasilkan 12V dan 7805 untuk *output* 5V sehingga menggunakan *travo step down* sebesar 3 A dengan pengambilan tegangan pada *travo* 18 volt dan CT. Tegangan ini selanjutnya akan disalurkan ke masing masing rangkaian.



Gambar 13. Rangkaian Catu daya

Menghitung nilai tegangan keluaran dari sistem penyearah gelombang penuh dengan trafo CT:

$$\begin{aligned}
 1. \quad V_{m \text{ in}} &= \frac{10}{7} \times V_{\text{eff}} \\
 &= \frac{10}{7} \times 18\text{v} \\
 &= 25,71 \text{ v}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad V_{m \text{ o}} &= V_{m \text{ in}} - V_{d \text{ on}} \\
 &= 25,71 - 0,7 \\
 &= 25,01 \text{ v}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
3. \quad V_{dc} &= 25,01 - \frac{V_{dc}}{4.f.R.C} \\
&= 25,01 - \frac{V_{dc}}{4.50.16.3300.10^{-6}} \\
&= 25,01 - \frac{V_{dc}}{10,56} \\
V_{dc} + \frac{V_{dc}}{10,56} &= 25,01 \\
\frac{11,56 V_{dc}}{10,56} &= 25,01 \text{ v} \\
V_{dc} &= \frac{10,56}{11,56} \times 25,01 \\
&= 22,85 \text{ v}
\end{aligned}$$

$$\text{Persentase Error} : = \frac{\text{Selisih Vukur} - \text{Vhitung}}{24} \times 100\%$$

$$= \frac{24 - 22,85}{24} \times 100\%$$

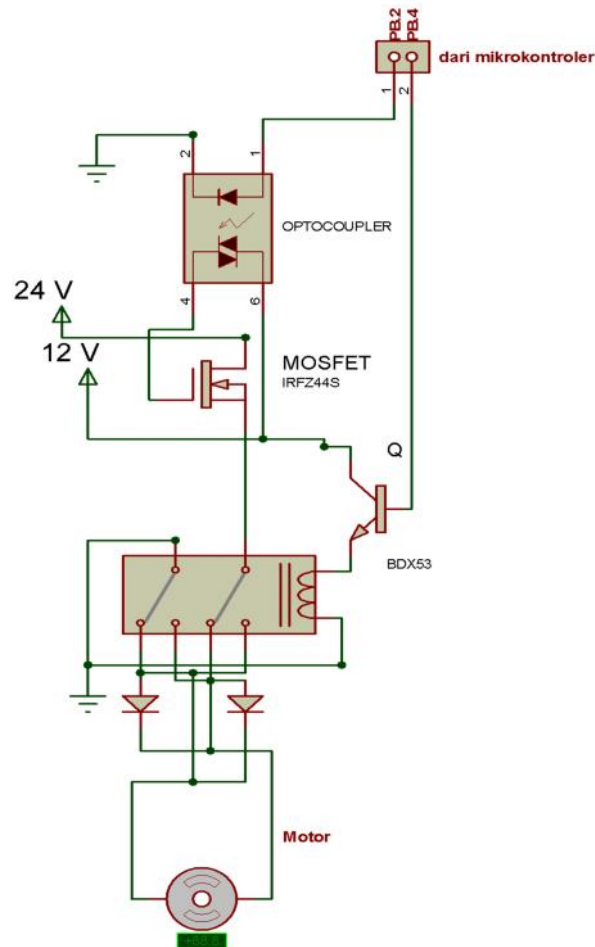
$$= \frac{1,15}{24} \times 100\%$$

$$= 4,79 \%$$

#### 4. Rangkaian *Driver* Motor

Rangkaian *driver* motor utama digunakan untuk mencatu motor penggerak pada poros utama meja putar yang diatur oleh mikrokontroler. Rangkaian *driver* motor utama terdiri dari komponen utama yaitu MOSFET, transistor, optocoupler dan *relay*. MOSFET dalam rangkaian *driver* motor berfungsi untuk keperluan *switching* dan sebagai penguat daya. Selain itu dapat juga untuk *driver* motor yang diberi sinyal PWM (*Pulse Width*

*Modulation*). PWM adalah salah satu pengaturan kecepatan motor dengan prinsip mengatur lebar pulsa yang dikirimkan ke *driver* motor.

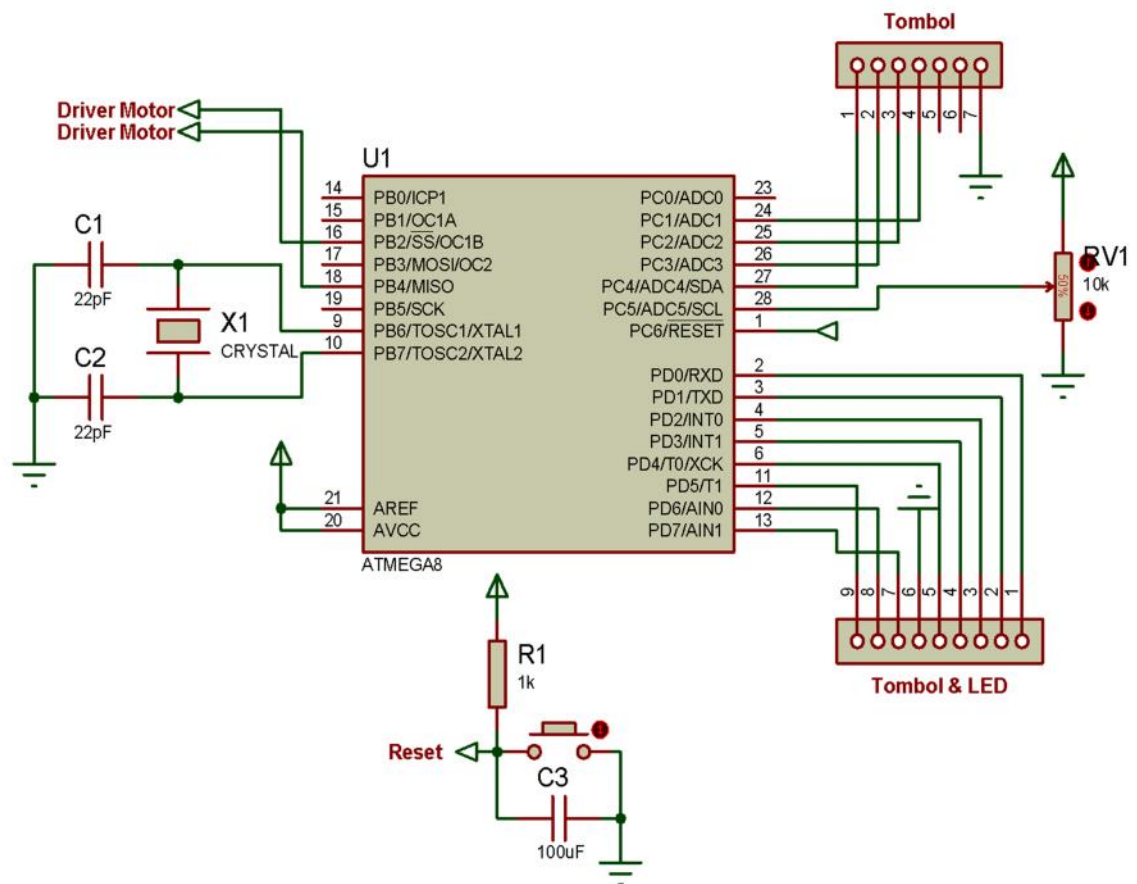


Gambar 14 . Rangkaian *Driver* motor

## 5. Rangkaian Sistem Minimum

IC Mikrokontroler yang digunakan pada meja putar elektrik ini adalah IC ATmega 8. Program yang telah dibuat dengan *software* AVR kemudian kita compile dan dimasukkan ke dalam IC ini melalui port download-nya. Selain sebagai pengolah program, IC ATmega 8 bisa digunakan sebagai piranti

input output. Mikrokontroler ini akan mengontrol kecepatan motor, gerakan motor, perintah masukan dari potensiometer dan *push button* dan LED digunakan sebagai indikator berjalannya sistem.



Gambar 15. Rangkaian Sistem Minimum ATmega 8



### C. Perakitan Hardware & Pengkodean *software* (Coding)

Tahap ini merupakan tahap penyusunan komponen-komponen Meja putar elektrik sesuai dengan sistem Meja putar elektrik yang sudah ditentukan sebelumnya. Tahap ini terdiri dari dua langkah, yaitu langkah perakitan *hardware* (sistem mekanik dan sistem elektronik) dan langkah pengkodean *software*

#### 1. Perakitan Hardware

Pada perangkat keras dibuat sistem mekanik Meja putar elektrik dan sistem elektronik terdiri dari panel kontrol (*push button* dan LED), rangkaian potensiometer pada pedal kaki, *driver* motor, rangkaian catu daya, rangkaian sistem minimum ATmega 8, dan motor DC yang dipasang pada kerangka Meja putar elektrik

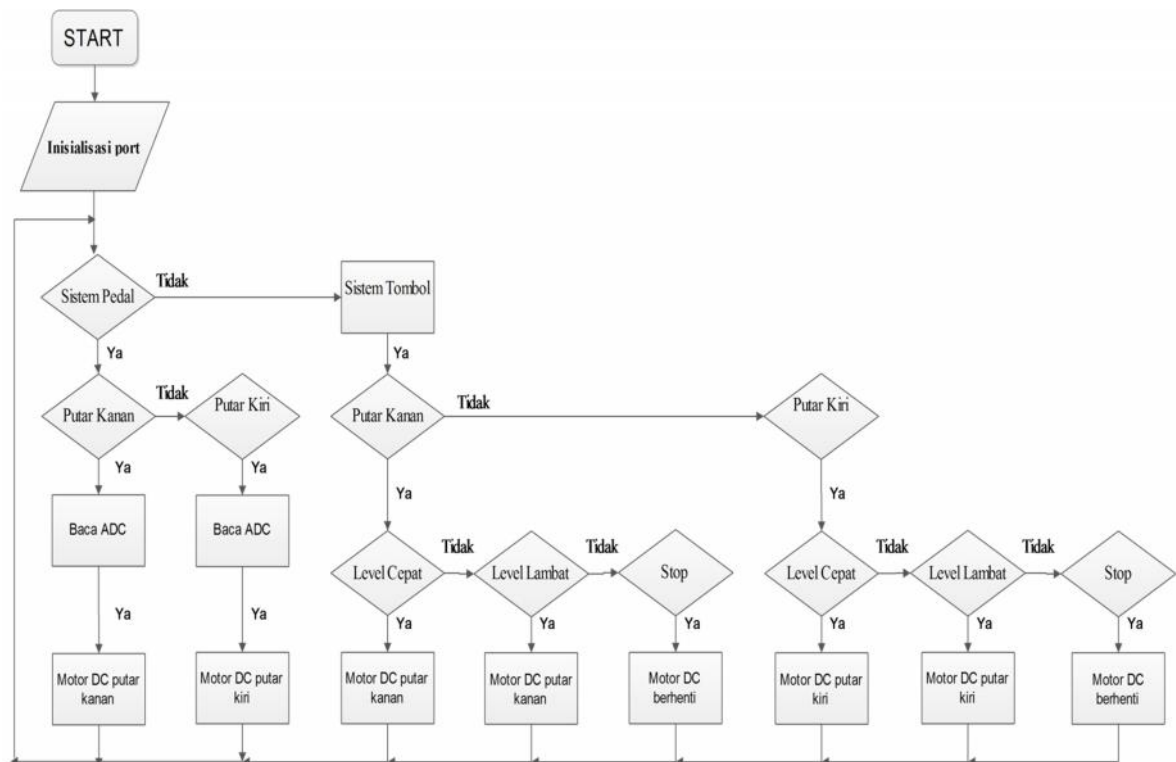
Pembuatan sistem rangkaian elektronik meliputi:

- a. Membuat desain layout PCB dibantu menggunakan *software* Proteus 7
- b. Memfotokopi hasil desain layout PCB menggunakan kertas glossy
- c. Menyablon hasil fotokopi layout PCB ke papan PCB dengan menggunakan setrika
- d. Mencilupkan papan PCB ke dalam aquades
- e. Melepaskan layout fotokopi dari papan PCB
- f. Melarutkan hasil sablonan menggunakan larutan Ferri Chlorid
- g. Mengebor lubang untuk kaki-kaki komponen, memasang dan menyoldernya
- h. Pembuatan papan kontrol dengan bahan *acrylic*
- i. Pemasangan *push button*, LED, fuse dan saklar power pada papan kontrol.

- j. Merangkai instalasi antara panel kontrol dengan semua rangkaian elektronik dan motor DC agar saling terhubung.

## 2. Pengkodean *Software*

Pada tahap ini dibuat suatu kode pemrograman agar kecepatan motor dapat diatur dengan menggunakan inputan yang sudah ditentukan menggunakan *push button* dan potensiometer, dengan teknik PWM. Program rangkaian diketik dalam *software Code Vision AVR* kemudian dimasukkan ke Mikrokontroler menggunakan downloader melalui *software progisp*. Mikrokontroler dapat mengolah data masukan berdasarkan algoritma yang dibuat dan diolah kedalam bahasa pemrograman.



Gambar 16. *Flowchart* Meja putar elektrik

#### D. Rencana Pengujian

Rencana pengujian merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk melakukan uji coba dan ambil data percobaan dengan melakukan pembacaan sudut pedal kaki yang secara sistem mekanik terhubung langsung dengan potensiometer yang menghasilkan nilai ADC dan tombol *level* kecepatan yang sudah di *setting* di program untuk diproses mikrokontroler ATmega 8. Tujuannya untuk mengetahui nilai keluaran tegangan dan kecepatan motor ketika diberi variasi pembebanan dengan kategori : tanpa beban, beban 700 gram, dan beban 900 gram

##### a. Pembacaan sudut pedal kaki dengan *variasi* beban terhadap tegangan *Output* dan kecepatan

Tabel 4. Rencana pembacaan sudut pedal kaki terhadap Tegangan *Output*

| Sudut pedal kaki<br>(Derajat ) | Tanpa beban | Beban 700 gram | Beban 900 gram |
|--------------------------------|-------------|----------------|----------------|
|                                | Vout (Volt) | Vout (Volt)    | Vout (Volt)    |
| 5                              |             |                |                |
| 10                             |             |                |                |
| 15                             |             |                |                |
| 20                             |             |                |                |
| 25                             |             |                |                |
| 30                             |             |                |                |

Tabel 5. Rencana pembacaan sudut pedal kaki terhadap kecepatan

| Sudut pedal kaki (Derajat) | Tanpa beban     | Beban 700 gram  | Beban 900 gram  |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                            | Kecepatan (Rpm) | Kecepatan (Rpm) | Kecepatan (Rpm) |
| 5                          |                 |                 |                 |
| 10                         |                 |                 |                 |
| 15                         |                 |                 |                 |
| 20                         |                 |                 |                 |
| 25                         |                 |                 |                 |
| 30                         |                 |                 |                 |

**b. Pengujian tombol *level* kecepatan dengan beban terhadap Tegangan *Output* dan kecepatan**

Tabel 6. Rencana pengujian tombol *level* kecepatan dengan beban terhadap Tegangan *Output* dan kecepatan

| Pengujian Tombol level Kecepatan | Cepat       |                 | Lambat      |                 |
|----------------------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
|                                  | Vout (Volt) | Kecepatan (Rpm) | Vout (Volt) | Kecepatan (Rpm) |
| Tanpa Beban                      |             |                 |             |                 |
| Beban 700 gram                   |             |                 |             |                 |
| Beban 900 gram                   |             |                 |             |                 |

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Pengujian Alat**

##### **1. Tujuan Pengujian**

Tujuan pengujian dan pengambilan data terhadap adalah untuk mengetahui unjuk kerja alat yang telah dibuat meliputi kinerja tiap bagian maupun kinerja alat secara keseluruhan. Dari data yang diperoleh, akan diketahui apakah alat dapat berfungsi sesuai yang diharapkan.

##### **2. Alat Uji yang digunakan**

###### **a. Tachometer Digital**

Tachometer Digital digunakan untuk mengukur kecepatan dari poros utama yang berputar digerakkan oleh motor DC dengan menghitung banyaknya rotation per minute (RPM) atau putaran per menit.

###### **b. Stopwatch**

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu unjuk kerja alat saat proses pembuatan kerajinan gerabah.

###### **c. Tanah Liat**

Obyek yang digunakan untuk pengambilan data ini merupakan tanah liat yang digunakan untuk membuat kerajinan gerabah.

d. Multimeter Digital

Multimeter ini digunakan untuk mengukur tegangan yang dibutuhkan untuk pengambilan data.

e. Papan kontrol

Papan kontrol ini digunakan untuk mengontrol bekerjanya fungsi alat sebagaimana yang telah diolah oleh program utama.

f. Perangkat Komputer dan Downloader

Perangkat Komputer dan *Downloader* digunakan untuk membuat program yang akan didownload ke mikrokontroler, dan *downloader* mikrokontroler sebagai *interface* antara komputer dengan IC mikrokontroler untuk mendownload program.

3. Hasil Pengujian

1. Pembacaan sudut pedal kaki dengan *variasi* beban terhadap Tegangan *Output* dan kecepatan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai keluaran tegangan dan kecepatan motor ketika diberi variasi pembebanan dengan kategori : tanpa beban, beban 700 gram, dan beban 900 gram dengan memberikan data sudut pedal antara 0-30°. Pada pengujian ini pedal ditekan menggunakan kaki dari gerakan atas ke bawah. Berikut tabel hasil pembacaan sudut pedal kaki.

Tabel 7. Hasil pembacaan sudut pedal kaki terhadap Tegangan  
*Output*

| Sudut pedal kaki<br>(Derajat ) | Tanpa beban | Beban 700 gram | Beban 900 gram |
|--------------------------------|-------------|----------------|----------------|
|                                | Vout (Volt) | Vout (Volt)    | Vout (Volt)    |
| 5                              | 6,84        | 6,18           | 6              |
| 10                             | 11          | 9,35           | 8              |
| 15                             | 16          | 12             | 10,15          |
| 20                             | 17,93       | 15,05          | 12,7           |
| 25                             | 18,4        | 18,23          | 17,3           |
| 30                             | 18,64       | 18,3           | 18,06          |

Tabel 8. hasil pembacaan sudut pedal kaki terhadap kecepatan

| Sudut pedal kaki<br>(Derajat) | Tanpa beban     | Beban 700 gram  | Beban 900 gram  |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                               | Kecepatan (Rpm) | Kecepatan (Rpm) | Kecepatan (Rpm) |
| 5                             | 73              | 71,4            | 69,1            |
| 10                            | 82              | 81              | 80              |
| 15                            | 88              | 87              | 85              |
| 20                            | 99,1            | 97              | 94              |
| 25                            | 108,1           | 106,1           | 103,1           |
| 30                            | 170,7           | 170,1           | 169,6           |

2. Pengujian tombol level kecepatan dengan beban terhadap  
Tegangan *Output* dan kecepatan

Tabel 9. Hasil pengujian tombol *level* kecepatan dengan beban terhadap tegangan *Output* dan kecepatan

| Pengujian Tombol<br>level Kecepatan | Cepat          |                    | Lambat         |                    |
|-------------------------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
|                                     | Vout<br>(Volt) | Kecepatan<br>(Rpm) | Vout<br>(Volt) | Kecepatan<br>(Rpm) |
| Tanpa Beban                         | 18,64          | 170,7              | 6,84           | 73                 |
| Beban 700 gram                      | 18,3           | 170,1              | 6,18           | 71,4               |
| Beban 900 gram                      | 18,06          | 169,6              | 6              | 69,1               |

## B. Pembahasan

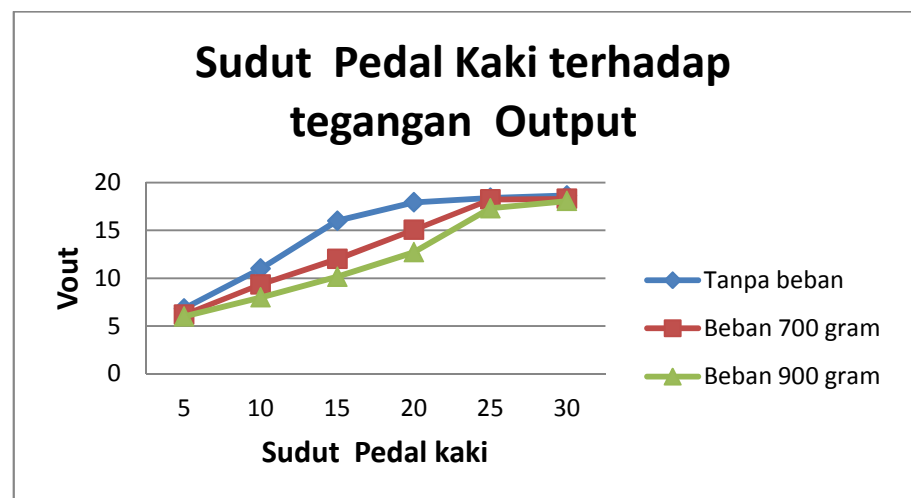
1. Pembacaan sudut pedal kaki dengan variasi beban terhadap Tegangan  
*Output* dan kecepatan

Hasil pengujian tersebut menunjukkan hubungan pembacaan sudut pedal kaki dengan variasi beban terhadap tegangan *output* dan kecepatan. Dari masukan data sudut pedal antara 0-30° yang secara sistem mekanik terhubung langsung dengan potensiometer menghasilkan nilai ADC kemudian diproses mikrokontroler ATmega 8, Sebagaimana pada saat kondisi diberi tanpa beban menunjukkan nilai tegangan *output* maupun kecepatan motor yang tinggi, kemudian pada saat kondisi diberi beban 700 gram menunjukkan nilai tegangan *output* maupun kecepatan motor yang mengalami penurunan, dan yang terakhir pada saat kondisi diberi beban 900 gram menunjukkan nilai tegangan *output* maupun kecepatan motor yang mengalami penurunan

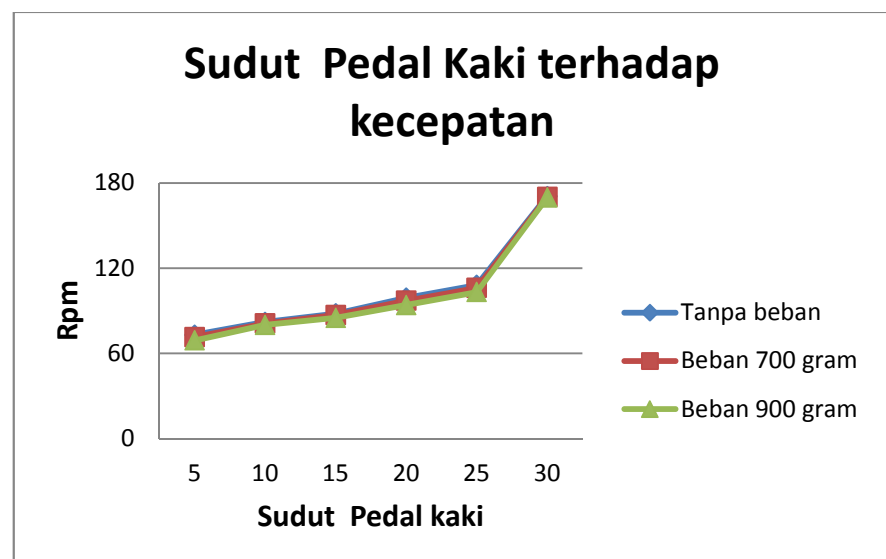


lagi. Hal ini juga dapat dilihat pada gambar grafik 17 dan 18. Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa nilai tegangan *output* maupun kecepatan memiliki perbedaan dan tergantung dengan variasi beban yang diberikan.

. Dari data yang diperoleh menghasilkan grafik sebagai berikut :



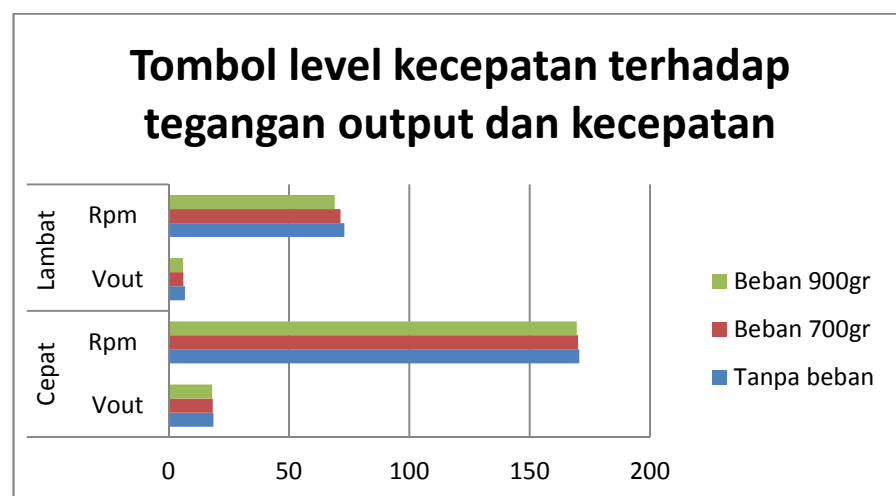
Gambar 17. Grafik hubungan pembacaan Sudut pedal kaki terhadap tegangan output



Gambar 18. Grafik hubungan pembacaan Sudut pedal kaki terhadap kecepatan

2. Hasil pengujian tombol *level* kecepatan dengan beban terhadap tegangan *Output* dan kecepatan

Hasil pengujian tombol *level* kecepatan tersebut, kecepatan dipengaruhi oleh besar kecilnya data PWM ( *Pulse With Modulation* ) yang di berikan dari mikrokontroller. Alat ini diprogram dengan 2 tingkat kecepatan, yaitu kecepatan lambat dan cepat dengan data 100 dan 200. Digunakannya 2 *level* kecepatan bertujuan untuk memudahkan *user* dalam mengendalikannya. Gambar grafik 19 tersebut menunjukkan bahwa nilai tegangan *output* maupun kecepatan memiliki perbedaan dan tergantung dengan variasi beban yang diberikan.



Gambar 19. Grafik hubungan tombol *level* kecepatan dengan tegangan keluaran dan kecepatan

### 3. Pembahasan Unjuk Kerja Alat

Pengujian dilakukan dengan menghitung dan membandingkan antara meja putar elektrik dengan meja putar konvensional, yang meliputi kecepatan putar (Rpm) dan Waktu (detik). Dalam pengujiannya, maksimal beban berupa tanah liat yang diberikan dari kedua alat tersebut adalah 900 gram. Dari data yang didapat, dengan meja putar konvensional mampu membuat kerajinan gerabah berupa cobek dengan kecepatan lebih dari 70 rpm membutuhkan waktu 120 detik, sedangkan Meja putar elektrik mampu membuat kerajinan gerabah berupa cobek dengan kecepatan lebih dari 94 rpm membutuhkan 86 detik. Perhitungan selisih kecepatan dan waktu dibandingkan antara Meja putar elektrik dengan dengan meja putar konvensional mempunyai selisih kecepatan 24 rpm dan waktu 34 detik. Dari perbandingan diatas terlihat meja putar elektrik lebih baik unjuk kerjanya dibanding meja putar konvensional untuk proses pembuatan kerajiann gerabah berupa cobek.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan pada Proyek Akhir yang berjudul Rancang Bangun Meja Putar Elektrik untuk Proses Pembuatan Kerajinan Gerabah, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Rancang bangun Meja Putar Elektrik untuk Proses Pembuatan Kerajinan Gerabah, terdiri dari sistem mekanik, elektronik, dan *software*. Sistem mekanik meliputi kerangka alat meja putar elektrik dengan bahan pipa profil “L”, poros vertikal, dan *V-belt*. Sistem elektronik meliputi trafo 3A dengan rangkaian regulator sebagai catu daya, sistem minimum ATmega 8, *driver* motor, dan rangkaian *interface* ( *push button* dan LED). Sistem *software* terdiri dari sebuah program yang dibuat pada komputer dan didownload pada IC mikrokontroler Atmega 8.
2. Hasil pengujian diperoleh bahwa alat meja putar elektrik untuk proses pembuatan kerajinan gerabah bekerja sesuai yang diharapkan. Dari data yang didapat, pengujian 2 sistem kecepatan pedal kaki dan tombol level kecepatan dengan kategori pembebanan meliputi : tanpa beban, beban 700 gram, dan beban 900 gram menghasilkan keluaran tegangan dan kecepatan yang tergantung dengan beban yang diberikan. Beban maksimal yang diberikan adalah 900 gram, jika lebih dari itu

kemampuan alat akan berkurang. Hasil unjuk kerja alat adalah membandingkan antara meja putar elektrik dengan meja putar konvensional, meliputi : kecepatan ( Rpm) dan waktu (detik). Meja putar konvensional mampu membuat kerajinan gerabah berupa cobek dengan kecepatan lebih dari 70 rpm membutuhkan waktu 120 detik, sedangkan Meja putar elektrik mampu membuat kerajinan gerabah berupa cobek dengan kecepatan lebih dari 94 rpm membutuhkan 86 detik. Perhitungan selisih kecepatan dan waktu kedua alat tersebut adalah kecepatan 24 rpm dan waktu 34 detik. Dari perbandingan diatas terlihat meja putar elektrik lebih baik unjuk kerjanya dibanding meja putar konvensional untuk proses pembuatan kerajinan gerabah.

## **B. Keterbatasan Alat**

Proyek Akhir yang berjudul Rancang Bangun Meja Putar Elektrik untuk Proses Pembuatan Kerajinan Gerabah, yaitu :

1. Motor yang digunakan masih memiliki torsi yang kecil, sehingga saat start dengan dibebani sekaligus mendapat tekanan dengan tangan tidak terlalu mampu memutar poros utama.
2. Alat ini hanya mampu membuat kerajinan gerabah yang berukuran kecil, seperti cobek.
3. Panel kontrol dan rangkaian elektronik yang masih terpisah –pisah

## **C. Saran**

Berdasarkan kesimpulan dan keterbatasan yang telah dijelaskan, maka dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Gunakan motor yang memiliki torsi yang besar sehingga dapat memutar poros utama dengan baik.
2. Hasil kerajinan gerabah bisa di perluas dengan bermacam –macam produk.
3. Panel kontrol dan rangkain elektronik sebaiknya dibuat dalam *box* sehingga terlihat minimalis dan memudahkan pengecekan saat terjadi *error* pada alat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alldatasheet.2013.Datasheet ATMega 8. <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheetpdf>  
Diakses 1 Maret 2015
- Anonim.Gaya Lorentz [http://edu.socialtrens.com/fisika/medan-magnet-di-sekitar-  
arus-listrik-gaya-lorentz](http://edu.socialtrens.com/fisika/medan-magnet-di-sekitar-arus-listrik-gaya-lorentz) .diakses 14 Juni 2015
- Azzahtutunnisa.2009.Jenis-Jenis MotorDC,[azzahratunnisa.wordpress.com](http://azzahratunnisa.wordpress.com) diakses  
14 Juni 2015
- Budiharto, Widodo. 2010.Robotika – Teori dan Implementasinya.Yogyakarta  
ANDI
- cybernur. 2010. flowchart-sistem . [https://cybernur.wordpress.com/tag/flowchart-  
sistem](https://cybernur.wordpress.com/tag/flowchart-sistem) diakses 14 Juni 2015
- Dermanto, Trikueni . 2014. Pengertian Push Button Switch (Saklar Tombol  
Tekan). <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.nl> diakses 14 Juni  
2015
- Hanafi muhammad, <https://core.ac.uk/download/pdf/16507815.pdf> Perancangan  
Ulang Fasilitas Kerja Alat Gerabah Klaten diakses 8 maret  
2015
- Kho,Dickson.2014.Pengertian dan Fungsi Potensiometer.  
<http://teknikelektronika.com/pengertian-fungsi-potensiometer>.  
diakses 14 Juni 2015
- Maulana,Eka.2014.Teori dasar mosfet. <http://maulana.lecture.ub.ac.id>.diakses 14  
Juni 2015
- Nelson. 1984. [http://forum.isi-dps.ac.id/Pengertian gerabah](http://forum.isi-dps.ac.id/Pengertian%20gerabah) by ISI Denpasar  
diakses 14 Juni 2015
- Santoso, Hari. 2014.Relay[http://www.elangsakti.com/2013/03/pengertian-fungsi-  
prinsip-dan-cara.html](http://www.elangsakti.com/2013/03/pengertian-fungsi-prinsip-dan-cara.html). diakses 14 Juni 2015
- SP. Gustami, dkk. 2014. Keramik Kasongan : Heritage. Indonesia : Direktorat  
Pengembangan Seni Rupa, Indonesia
- Sugiyanto dan Setyobudi .2004. Kesenian SMP Kelas VII. Jakarta : Erlangga
- Sunomo. 1996. ELEKTRONIKA II. Yogyakarta : Proyek IKIP Yogyakarta.
- Surjono, Herman Dwi. 2008. Elektronika Analog. Jember. : Cerdas Ulet Kreatif

Yswitopr.2014.<http://www.kompasiana.com/yswitopr/mengintip-gerabah-> diakses  
14 Juni 2015