

Alat Penggulung Lilitan Transformator secara Otomatis Menggunakan *Remote Control*

Hendra Junaidi Yulianus¹ dan Tony Winata²

ABSTRACT: *Rolling copper wire process is normally rolling out with an ace. Construction for this wire roller with a transformer is using a remote control with input data from the remote to run it. Data sent and received wirelessly with a transmitter and ASK (Amplitude Shift Keying) receiver. Wire rolling process is done by the motor when the data is received by ASK receiver and is processed first by microcontroller. The report when the rolling is done (LED indicator is flashing) or the wire is broken (buzzer indicatoris ringing) is given to the remote control and saved in EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only memory) memory. The report can be seen anytime and can be erased if it is not needed again. This design makes the rolling copper wire process easier and faster. This design is also safer for the operator because the operator doesn't need to be close to the wire roll. Two ways communication between remote control and wire roller are good for the distance of 15 meters.*

KEYWORDS : *transformator, copper wire, remote control, ASK, EEPROM memory*

ABSTRAK: Proses penggulangan kawat tembaga yang selama ini dilakukan adalah manual dengan tangan memutar poros lilitan guna menggulungnya. Model alat penggulang lilitan transformator secara otomatis ini menggunakan *remote control* dengan input data dari *remote control* untuk menjalankannya. Data yang dikirim dan diterima secara *wireless* dengan pemancar dan penerima ASK (*Amplitude Shift Keying*). Proses penggulangan kawat dilakukan oleh motor seketika data telah diterima oleh penerima ASK dan telah diolah terlebih dahulu oleh mikrokontroler. Laporan selesai penggulangan (menyalanya indikator LED) atau kawat putus (berbunyinya indikator *buzzer*) diberikan pada *remote control* yang kemudian tersimpan dalam memori EEPROM. (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*). Laporan data tersebut dapat dilihat sewaktu-waktu dan dapat dihapus jika tidak diinginkan lagi. Desain ini membantu proses penggulangan kawat menjadi lebih mudah dan lebih cepat. Desain ini juga lebih aman bagi operator karena tidak perlu berada dekat dengan gulungan kawat tersebut. Komunikasi dua arah antara *remote control* dan alat penggulang dapat berjalan dengan baik sejauh 15 meter.

KATA KUNCI: transformator, kawat tembaga, *remote control*, ASK, memori EEPROM

PENDAHULUAN

Semakin berkembang jaman, semakin berkembang pula teknologi yang digunakan masyarakat. Alat teknologi yang digunakan tersebut terbuat dari berbagai macam komponen di dalamnya. Salah satu dari kebanyakan komponen yang dipakai tersebut adalah transformator (trafo). Transformator yang tersedia dipasaran menggunakan bermacam ukuran koker dari yang kecil hingga besar. Koker dapat dikatakan juga sebagai rumah atau wadah untuk tempat meletakkan lilitan kawat tembaga.

Penggunaan besar kecilnya koker disesuaikan dengan kapasitas arus, tegangan dan tebal kawat yang digunakan. Untuk membuat transformator diperlukan ketelitian yang baik karena transformator merupakan salah satu komponen yang penting dalam dunia elektronika. Upaya pembuatan transformator tersebut biasanya menggunakan alat penggulangan kawat tembaga yang diputar secara manual dengan tangan, dimana hasil gulungannya tidak selalu rapi dengan putaran gulungan dan pengontrolannya tidak melepas pandangan dari alat penggulang. Hal ini dapat diatasi dengan sebuah alat penggulang lilitan transformator yang dapat berputar secara otomatis melalui *input* masukan dari *remote control*, nantinya hasil akhir penggulangan dilaporkan kembali ke *remote control*.

Survei pertama dilakukan di Universitas Trisakti, proses menggulang lilitan masih dilakukan manual dengan memutar poros penggulang yang terlebih dahulu di *setting* pengaturan tebal kawat yang dipakai untuk digulung. Jumlah lilitan yang telah digulung dapat dilihat pada jarum penunjuk jumlah lilitan. Berikut ini adalah gambar alat penggulang lilitan yang ada di Universitas Trisakti ruang laboratorium telekomunikasi. Gambar 1 adalah gambar penggerak yang membatasi gerak ke kiri dan ke kanan. Gambar 2 adalah alat pemutar untuk penggulangan kawat. Gambar 3 menunjukkan gambar pengatur tebal kawat.

Survei kedua dilakukan di usaha dagang (U.D) Forlex yang berada di daerah Teluk Gong pada tanggal 5 dan 6 Maret 2008. Proses penggulangan dilakukan dengan menekan dinamo kaki untuk memutar poros penggulangan dan menggunakan tangan sebagai penggerak batas geser kiri dan kanan. Proses pengulangan ini memiliki kelemahan ketika putaran yang dilakukan dinamo kaki melebihi dari jumlah lilitan yang diinginkan sehingga poros penggulangan harus diputar berkebalikan arah sehingga jarum penunjuk jumlah lilitan sesuai dengan yang diinginkan. Berikut ini adalah gambar alat penggulang yang dipakai di U.D Forlex. Gambar 4 menunjukkan alat penggulang lilitan kawat dengan pengatur tebal kawat. Gambar 5 menunjukkan alat penggulang lilitan kawat tanpa pengatur tebal kawat.

Alat yang dibuat berupa alat penggulang lilitan transformator yang otomatis berputar menggulang lilitan kawat tembaga ketika diberi *input* masukan melalui *remote control*. Laporan hasil penggulangan dilaporkan kembali ke *remote control*, baik berupa penggulangan telah selesai maupun saat kawat mengalami kendala putus atau habis. Data hasil laporan penggulangan tersebut tersimpan pada memori tambahan di *remote control*.

¹ Jurusan Teknik Elektro Universitas Tarumanagara

² Jurusan Teknik Elektro Universitas Trisakti



Gambar 1. Penggerak yang Membatasi Gerak ke Kiri dan Kanan



Gambar 2. Pemutar untuk Penggulungan Kawat



Gambar 3. Pengatur Tebal Kawat



Gambar 4. Alat Penggulung Lilitan Kawat dengan Pengatur Tebal Kawat



Gambar 5. Alat Penggulung Lilitan Kawat tanpa Pengatur Tebal Kawat

KAJIAN PUSTAKA

Alat penggulung lilitan transformator ini terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian mesin penggulungnya dan *remote control* sebagai pengendalinya. Pada bagian alat penggulung terdiri dari modul mikrokontroler, *driver motor*, *detector* putaran koker, *break* koker, sensor kawat putus, *limit* geser, *transmitter* dan *receiver* ASK. Pada bagian *remote control* terdiri dari modul mikrokontroler, *keypad*, *display*, *memory* dan *real time clock*, *alarm*, *transmitter* dan *receiver amplitude shift keying* (ASK) sebagai media transmisinya

Pada bagian *remote control*, *input* data didapat dari masukan data tombol tekan yang ditekan pada bagian *keypad remote*. *Input* data tersebut dibaca oleh mikrokontroler yang kemudian ditampilkan pada *display* yang berupa *liquid crystal display* (LCD). Data *input* jumlah lilitan dapat dimasukkan untuk jumlah lilitan yang berbeda-beda antara koker satu dengan koker ke dua, atau dapat juga diatur untuk jumlah lilitan yang sama. Sebelum dipancarkan untuk dikirim, informasi data dari mikrokontroler tersebut perlu dimodulasi terlebih dahulu, setelah itu baru dapat dikirimkan. Modulasi adalah proses penumpangan informasi pada frekuensi pembawa yang lebih tinggi frekuensinya untuk ditransmisikan melalui media transmisi. Alat untuk memodulasi disebut modulator.

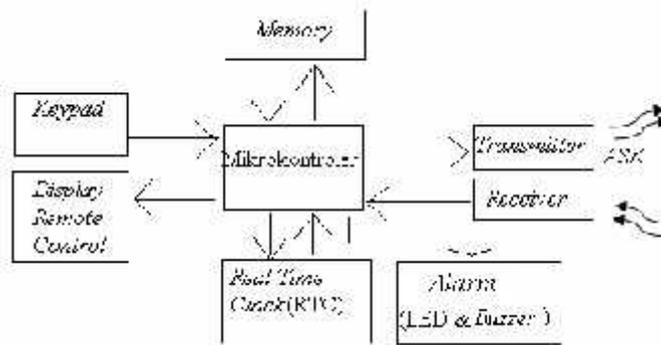
Saat sinyal informasi yang dikirimkan diterima oleh penerima, maka sinyal informasi tersebut harus dikeluarkan dari frekuensi pembawa. Proses ini dinamakan proses demodulasi. Alat untuk mendemodulasi disebut demodulator. Demodulator digunakan agar data tersebut dapat dibaca mikrokontroler, lalu mikrokontroler akan memerintahkan motor untuk melakukan penyesuaian *input* tersebut dan melakukan penggulangan. Motor yang digunakan ada 5 buah antara lain satu untuk memutar poros putaran koker sehingga mendapatkan jumlah lilitan yang diinginkan, dua buah motor untuk melepaskan koker dari poros penggulangan dan dua buah motor lagi untuk menggerakkan pergeseran kawat saat digulung. Pergerakan seberapa jauh batas gerak pengeser batas kiri kanan untuk melakukan pergeseran tersebut terlebih dahulu dikalibrasi dengan standar putaran kawat yang digunakan pada alat gulung yang dilakukan secara manual.

Pergerakan motor tersebut akan bekerja setelah diterimanya data *input* pada alat penggulung. Misalkan *input* jumlah lilitan yang dimasukkan adalah sama maka proses penggulangan kedua koker tersebut akan bekerja dan selesai bersamaan. Jika *input* jumlah lilitan yang diberikan berbeda, misalnya pada koker1 200 lilitan dan koker2 300 lilitan, penggulangan akan dilakukan bersamaan tetapi pada koker pertama akan selesai terlebih dahulu lalu dilepaskan dari porosnya oleh *break* motor sebagai *break* gerak koker1 yang kemudian dilaporkan pada *remote* (menyalanya indikator LED yang diasumsikan sebagai tanda telah selesai penggulangan) dan proses penggulangan akan berlanjut terus hingga koker kedua selesai dan akan dilaporkan kembali ke *remote control* dengan transmisi *Amplitude Shift Keying* (ASK). Apabila dalam proses penggulangan berlangsung kawat yang akan digulung putus atau mengalami kendala kawat habis sehingga mengakibatkan sensor kawat putus yang kondisi awalnya sensor terhalang plat pemberat yang ditarik oleh kawat tembaga dan pegas akan jatuh sehingga tidak terhalangi lagi. Hal ini diidentifikasi bahwa terjadi kawat putus yang kemudian memberi masukan data untuk menggerakkan *break* motor agar melepaskan koker1 atau koker2 dari poros penggulangan dan mengirimkan *signal* pada *remote control* sebagai tanda kawat mengalami putus dengan berbunyinya indikator *buzzer*.

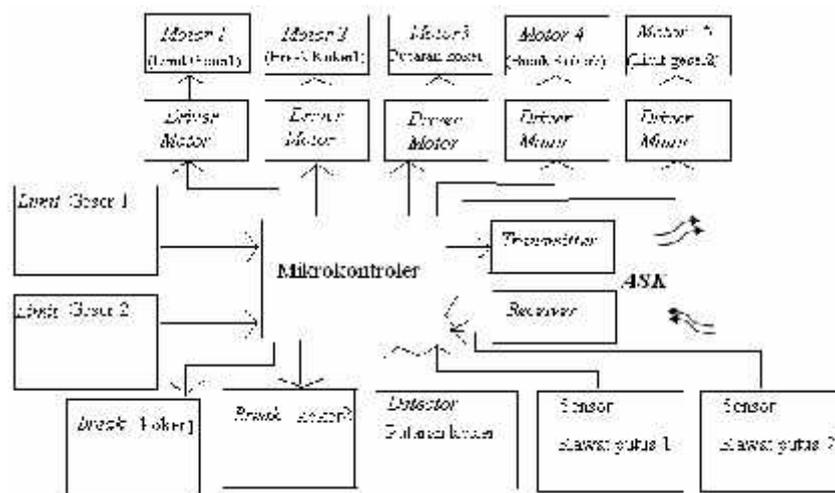
Laporan data saat kawat mengalami kendala kawat putus atau habis maupun telah selesai penggulangan sesuai *input*, tersimpan otomatis dalam *memory* EEPROM (*Erasable Programmable Read-Only Memory*) pada *remote control* sesuai dengan waktu kejadian sehingga tidak perlu repot untuk penyalinan data yang disesuaikan dengan waktu saat itu juga. Selain itu juga, data tersebut dapat dilihat sewaktu-waktu dan dihapus ketika tidak diperlukan lagi.

Diagram Blok

Gambar di bawah ini adalah gambar diagram blok *remote control* (Gambar 6) dan gambar diagram blok alat penggulung (Gambar 7).



Gambar 6. Diagram Blok *Remote Control*



Gambar 7. Diagram Blok pada Alat Penggulung

Mikrokontroler

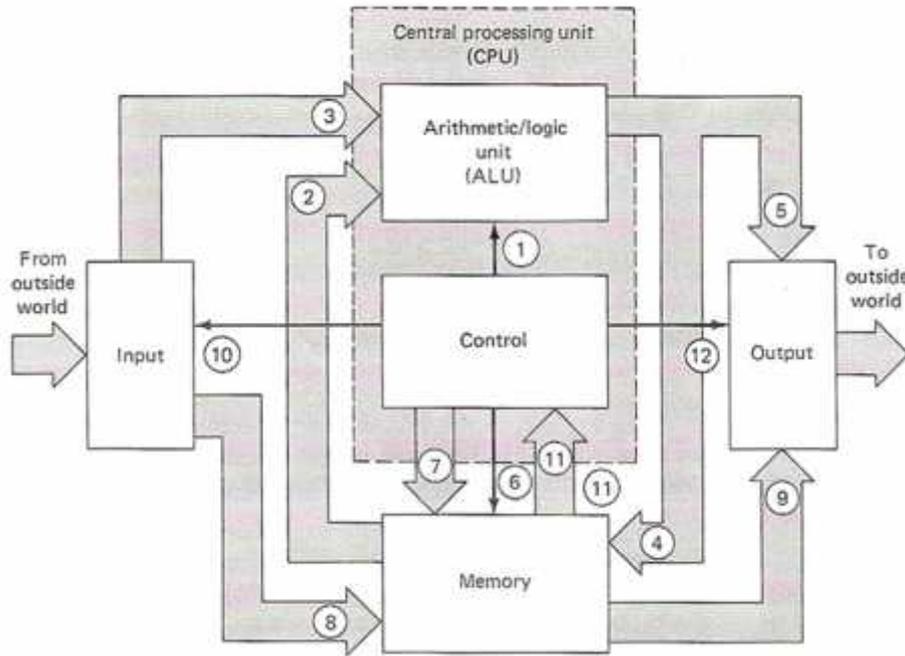
Mikrokontroler merupakan salah satu bagian dasar dari suatu sistem. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang dapat mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya sesuai dengan program yang dibuat. Mikrokontroler mempunyai lima elemen atau unit yang penting yaitu: *Arithmetic Logic Unit (ALU)*, *control unit*, *input unit*, *output unit* dan *memory unit*. Diagram interkoneksi dasar dari mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 8.

Ada dua macam ukuran tanda panah yang digunakan pada Gambar 8 diatas, tanda panah yang besar digunakan untuk menunjukkan data atau informasi, sedangkan tanda panah yang kecil menunjukkan sinyal kontrol yang sebenarnya. Tanda panah yang mengalir dalam diagram ini diberi penomoran agar mudah dilihat apa yang dimaksud.

Pada *Arithmetic Logic Unit (ALU)* tipe operasi dilakukan berdasarkan perintah dari *control unit* (tanda panah 1), operasi *arithmetic* dan *logic* dilakukan pada data. Data yang dilakukan oleh ALU dapat datang dari *memory unit* (tanda panah 2) maupun dari *input unit* (tanda panah 3), hasil dari operasi ALU dapat di *transfer* ke *memory unit* untuk disimpan (tanda panah 4) atau ke *output unit* (tanda panah 5).

Memory unit menyimpan sejumlah *binary digit*. *Memory unit* berlaku juga sebagai penyimpanan sementara maupun hasil akhir dari operasi *arithmetic* (tanda panah 4). Operasi dari *memory* dikontrol oleh *control unit* (tanda panah 6), sinyal kontrol dapat berupa operasi baca atau tulis. Penempatan lokasi dalam *memory* diakses oleh *control unit* dimana diberikan kode alamat yang sesuai (tanda panah 7). Informasi dapat ditulis dalam *memory* dari ALU atau *input unit* (tanda panah 8) dan dapat dibaca dari *memory* ke ALU (tanda panah 2) atau *output unit* (tanda panah 9).

Input unit berasal dari informasi dan data dari luar untuk dimasukkan ke dalam mikrokontroler dan ditempatkan dalam *memory unit* (tanda panah 8) atau ke ALU (tanda panah 3). *Control unit* memberikan perintah kemana akan dikirimnya informasi *input* (tanda panah 10). *Output unit* digunakan untuk mentransfer data dan informasi dari mikrokontroler ke luar mikrokontroler. Peralatan *output* memberi perintah dari *control unit* (tanda panah 12) dan dapat menerima data dari *memory unit* (tanda panah 9) atau dari ALU (tanda panah 5), yang datanya disesuaikan untuk keperluan eksternal.



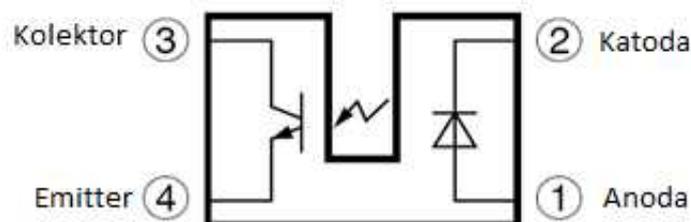
Gambar 8. Diagram Interkoneksi Dasar dari Mikrokontroler [1]

Control unit berfungsi memberikan perintah operasi kepada semua *unit* lainnya dengan menyediakan *timing* dan *control signal*. *Control unit* mengambil instruksi dari *memory* dengan mengirimkan *address* (tanda panah 7) dan membaca perintah (tanda panah 6) ke *memory unit*. Kalimat instruksi tersebut disimpan dalam lokasi *memory* yang kemudian ditransfer ke *control unit* (tanda panah 11). Kalimat instruksi ini berupa kode biner yang kemudian dikodekan dengan *logic circuitry* dalam *control unit* untuk menentukan instruksi mana yang sedang dipanggil. Pada unit *Central Processing Unit (CPU)*, merupakan kombinasi dari ALU dan *control unit* yang menjadi satu *unit*. Umumnya ini menjadi "Otak" dari unit lainnya.

Modul mikrokontroler pada alat ini menggunakan mikrokontroler 8 bit buatan ATMEL, yakni AT89S51. Pemilihan AT89S51 ini karena IC ini menggunakan sistem ISP (*In-System Programming*) untuk men-*download* program yang sudah berbentuk *.hex* ke dalam *chip* mikrokontrolernya. Sistem ISP memungkinkan program di-*download* secara langsung pada modul mikrokontrolernya, selain itu juga karena adanya kapasitas memori yakni 4 *kbyte* yang digunakan untuk menyimpan data-data dan variabel yang bersifat sementara pada mikrokontroler.

Sensor Photointerrupter

Photointerrupter berbentuk seperti huruf U, terdiri dari *infrared* yang memiliki sensitivitas tinggi dan *phototransistor* yang berfungsi sebagai penerima pancarannya. *Photointerrupter* dapat dihubungkan langsung ke TTL, LSTTL atau CMOS. *Photointerrupter* mempunyai kegunaan yang luas antara lain untuk mendeteksi adanya kertas pada *printer*, mendeteksi posisi *head* pada disket, dan mendeteksi posisi suatu benda. Diagram koneksi *internal* dari sensor *photointerrupter* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Koneksi *Internal* Sensor *Photointerrupter*

Sensor *photointerrupter* yang digunakan pada alat ini adalah sensor *photointerrupter* tipe GP1S53VJ000F. GP1S53VJ000F merupakan sebuah sensor yang terbentuk dari rangkaian infra merah dan *phototransistor*. Pemilihan komponen ini dikarenakan karena sensor ini memiliki bentuk fisik yang kecil sehingga menjangkau dari kriteria mekanik alat, dan mudah didapatkan dengan harga yang terjangkau.

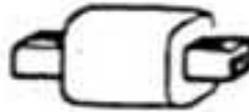
Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya, melalui gandingan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Dalam bidang tenaga listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi:

1. Transformator daya
2. Transformator distribusi
3. Transformator pengukuran, yang terdiri dari transformator arus dan transformator tegangan.

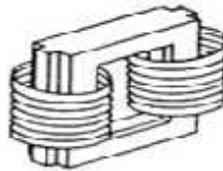
Transformator bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik, dimana dikehendaki adanya gandengan magnet antara rangkaian primer dan sekunder. Gandengan magnet ini berupa inti besi tempat melakukan fluks bersama. Berdasarkan cara melilitkan kumparan pada inti, dikenal tiga macam transformator, yaitu:

1. Transformator tipe inti terbuka (Open Core type), bila kumparan dililitkan disekitar satu kaki inti magnetik. Gambar transformator berinti terbuka dapat dilihat pada Gambar 10.



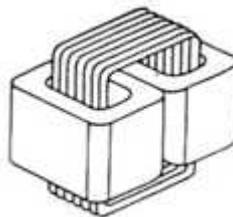
Gambar 10. Transformator Tipe Inti Terbuka

2. Transformator tipe inti tertutup (Close Core type), bila kumparan dililitkan disekitar dua kaki inti magnetic. Berikut ini adalah gambar transformator inti tertutup (gambar 11):



Gambar 11. Transformator Tipe Inti Tertutup

3. Transformator tipe inti berbentuk cangkang (Shell Core type), bila kumparan dililitkan disekitar kaki tengah dari inti magnetik berkaki tiga. Gambar transformator tipe inti berbentuk cangkang dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Transformator Tipe Inti Berbentuk Cangkang

Perhitungan untuk penggunaan jumlah lilitan, tegangan, dan arus yang dipakai pada kumparan primer dan sekunder serta daya dapat dilihat dalam persamaan dibawah ini :

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \dots\dots\dots(1)$$

$$P = V.I \dots\dots\dots(2)$$

$$P = \frac{V^2}{R} \dots\dots\dots(3)$$

$$P = I^2.R \dots\dots\dots(4) [2]$$

Untuk mengurangi daya yang hilang dari $I^2.R$ pada konduktor dengan mengurangi tahanan R dan harga arus maka akan menyebabkan penggunaan diameter kawat yang lebih besar dan menggunakan material yang lebih besar. Perhitungan penentuan penampang total tembaga dan besi per fasa, kerugian tembaga dan besi dapat dilihat melalui persamaan dibawah ini:

$$S_t S_b = P_s / (2 m f_v f B s) \dots\dots\dots(5)$$

dimana: S_t = penampang tembaga total
 S_b = penampang besi total

P_s = daya samar nominal
 m = jumlah fasa
 $f_v = 1,1$
 f = frekuensi
 B = induksi maksimal
 s = kepadatan arus

$$P_s = m s^2 S_t k_w \frac{l_t}{k} \dots\dots\dots(6)$$

dimana: k_w = faktor arus bolak-balik
 l_t = panjang rata-rata satu lilitan
 k = daya hantar spesifik tembaga

$$P_b = m v_b B^2 l_b S_b \gamma_b \dots\dots\dots(7) \quad [3]$$

dimana: v_b = angka rugi besi, yaitu kerugian pada induksi $1 \frac{Wb}{m^2}$
 m = berat besi
 γ_b = berat jenis besi

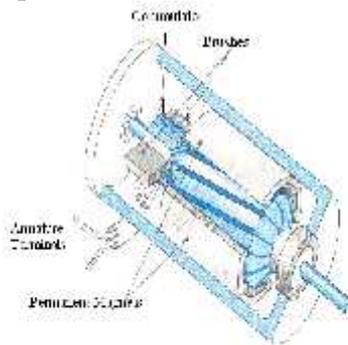
Driver Motor dan Motor DC Gearbox

Driver motor berfungsi untuk menggerakkan motor. Motor tidak akan bisa bergerak tanpa *driver* motor, karena motor yang digunakan memiliki tegangan yang berbeda dengan mikrokontroler. Mikrokontroler hanya memiliki tegangan keluaran sebesar 5 Volt, untuk menutupi kekurangan daya tersebut maka diperlukan *driver* motor. Dapat dikatakan bahwa *driver* motor berguna untuk menjembatani perbedaan arus dan tegangan antara motor dengan mikrokontroler.

Motor adalah suatu mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi listrik yang digunakan motor arus searah adalah listrik arus searah. Pada umumnya motor arus searah terdiri dari tiga bagian utama yaitu:

- Bagian yang diam disebut dengan stator
- Bagian yang berputar disebut dengan rotor
- Komutator dan sikat arang.

Stator merupakan magnet permanen yang melekat pada lingkaran paling luar, sedangkan rotor yang berhimpit dengan stator. Komutator ikut berputar dengan rotor yang berfungsi sebagai pengatur polaritas tegangan yang masuk ke rotor agar motor tetap berputar. Dengan cara kerja demikian, suatu gerakan putaran dapat dihasilkan dari energi listrik maka secara teori motor DC *gearbox* ini dapat digunakan untuk model alat penggulung lilitan transformator secara otomatis menggunakan *remote control*. Berikut ini adalah bagian utama dari motor DC *gearbox* yang ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Bagian Utama dari Motor DC *Gearbox* [4]

IC L298 digunakan sebagai *driver* motor untuk menggerakkan motor DC *gear box*. Hal ini dikarenakan tegangan yang keluar dari mikrokontroler tidak cukup untuk menggerakkan motor DC *gearbox* 12 volt. IC L298 dapat membangkitkan arus hingga 4 ampere pada tegangan antara 1,5 volt hingga 46 volt.