

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 penggulgungnya 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 transmisi.

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.

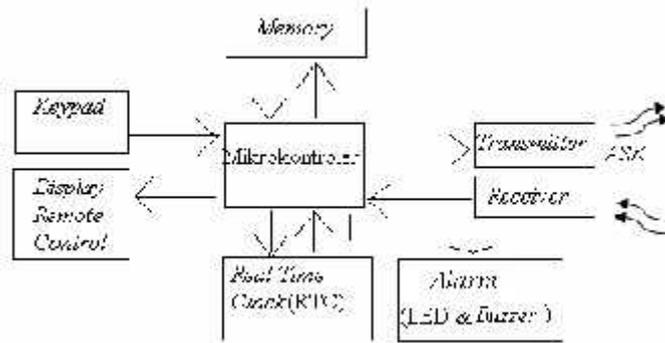
Saat sinyal informasi yang dikirimkan diterima oleh penerima, maka sinyal informasi tersebut harus dikeluarkan dari frekuensi pembawa. Proses ini dinamakan proses demodulasi. Alat untuk mendemodulasi disebut demodulator. Demodulator digunakan agar data tersebut dapat dibaca mikrokontroler, lalu mikrokontroler 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*.

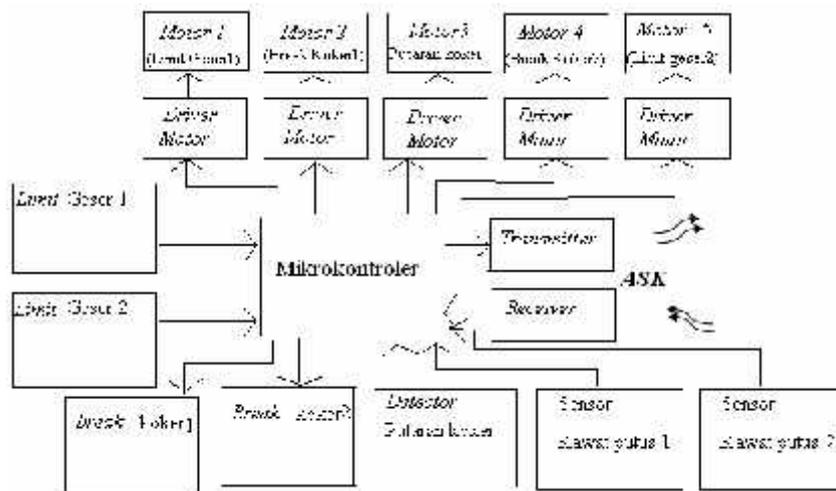
Laporan data saat kawat mengalami kendala kawat putus atau habis maupun telah selesai penggulangan sesuai *input*, tersimpan otomatis dalam *memory* EEPROM (*Erasable Programmable Read-Only Memory*) pada *remote control* sesuai dengan waktu kejadian sehingga tidak perlu repot untuk penyalinan data yang 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

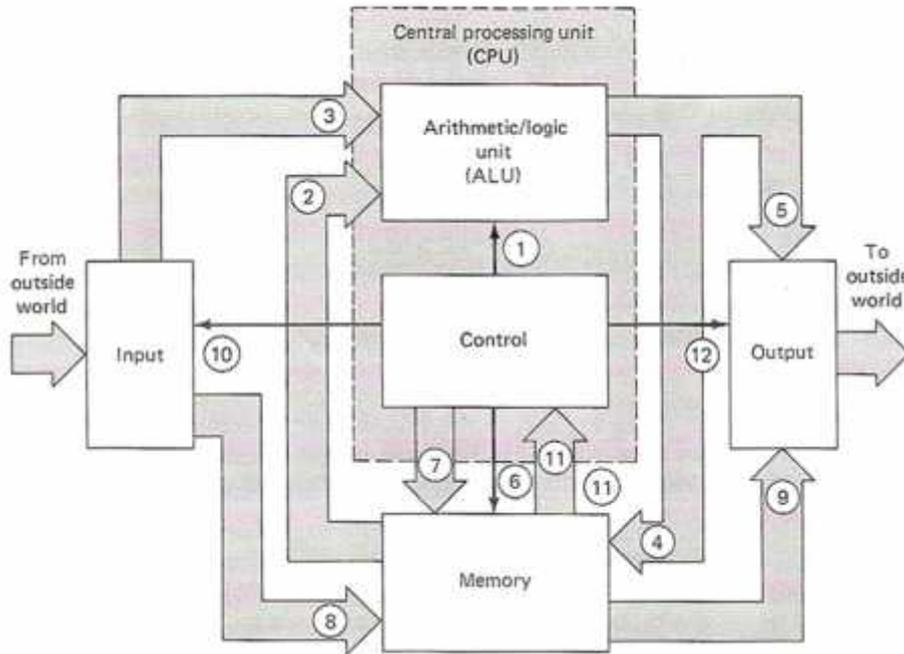
Mikrokontroler merupakan salah satu bagian dasar dari suatu sistem. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang dapat mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya sesuai dengan program yang dibuat. Mikrokontroler mempunyai lima elemen atau unit yang penting yaitu: *Arithmetic 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.



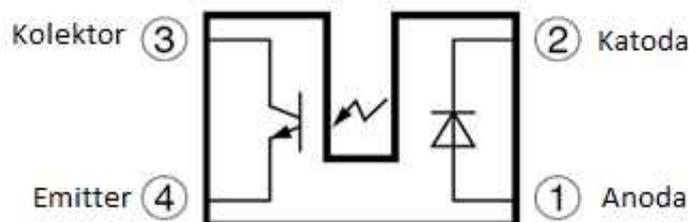
Gambar 8. Diagram Interkoneksi Dasar dari Mikrokontroler [1]

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.

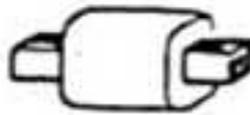
Transformator

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.

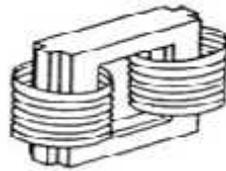
Transformator bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik, dimana dikehendaki adanya gandengan magnet antara rangkaian primer dan sekunder. Gandengan magnet ini berupa inti besi tempat melakukan fluks bersama. Berdasarkan cara melilitkan kumparan pada inti, dikenal tiga macam transformator, yaitu:

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.



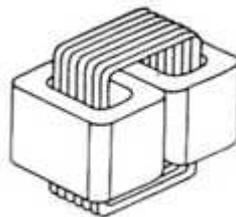
Gambar 10. Transformator Tipe Inti Terbuka

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

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

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

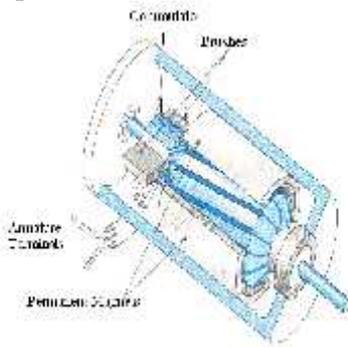
Driver Motor dan Motor DC Gearbox

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.



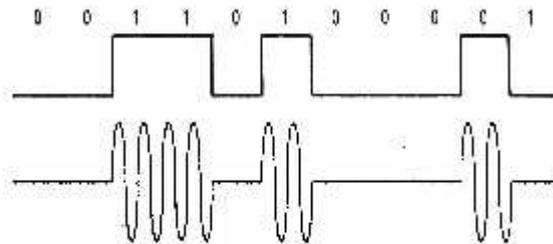
Gambar 13. Bagian Utama dari Motor DC Gearbox [4]

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.

Gearbox yang terintegrasi dengan motor DC berguna untuk membagi kecepatan motor DC sehingga didapatkan torsi yang besar. Motor ini membutuhkan tegangan 12 volt, mengingat motor ini digunakan untuk menggerakkan poros besi. Alasan dipilihnya motor DC *gearbox* 12 volt ini adalah torsi dan daya yang dihasilkan sudah cukup untuk memutar mekanik dari alat dan harga yang lebih murah.

Modulasi Amplitude Shift Keying

Modulasi adalah proses penumpangan (pengkodean) sinyal informasi pada suatu sinyal pembawa (*carrier*). Sinyal *input* bisa berupa analog atau digital dan disebut sinyal pemodulasi atau sinyal *baseband*. Pada sistem komunikasi digital bentuk sinyal pemodulasi atau sinyal informasi adalah persegi atau sederetan pulsa. Teknik modulasi sinyal digital dapat dilakukan dengan metode *Amplitude Shift Keying* (ASK), yaitu suatu bentuk modulasi amplitudo dimana *carrier* dimodulasi oleh sederetan pulsa. Bentuk sinyal modulasi ASK dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Sinyal Modulasi ASK [5]

Pada ASK, dua nilai biner dilambangkan dengan dua amplitudo berbeda dari frekuensi sinyal pembawa. Umumnya biner 0 diwakili amplitudo yang nilainya nol dan biner 1 yang diwakili oleh keberadaan sinyal pada amplitudo yang konstan dari suatu sinyal pembawa. Bila gelombang pemodulasi berbentuk *square* (kotak) atau disebut dengan sederetan pulsa, maka persamaan ASK menjadi :

$$V(t) = A \cos(2\pi f_c t) \quad \text{pada saat On (Biner 1)(8)}$$

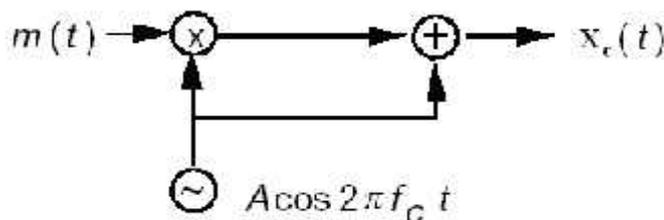
$$V(t) = 0 \quad \text{pada saat Off (Biner 0)(9) [5]}$$

Pembangkitan ASK dapat dilakukan dengan suatu *keying operation* dengan penggunaan *baseband unipolar* level nol untuk mengirim informasi '0' dan level sinyal *high* untuk mengirim informasi '1'. Sinyal ASK yang didapatkan akan berupa sebuah sinus dengan level V_c untuk nilai informasi '1' dan level nol untuk nilai informasi '0'. Osilator dipertahankan pada kondisi *on* (*turn on*) untuk selang waktu pengiriman informasi '1' dan kondisi *off* selama selang waktu pengiriman informasi bernilai '0'. Teknik ini dinamakan sebagai teknik *on-off keying* (OOK).

Sinyal ASK juga dapat dihasilkan dengan mengalikan suatu sinyal pemodulasi berupa data biner dengan suatu sinyal *carrier* yang berupa sinyal analog, sehingga didapatkan persamaan:

$$V(t) = A m(t) \cos(2\pi f_c t) \text{(10) [6]}$$

Modulator ASK dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Modulator ASK [7]

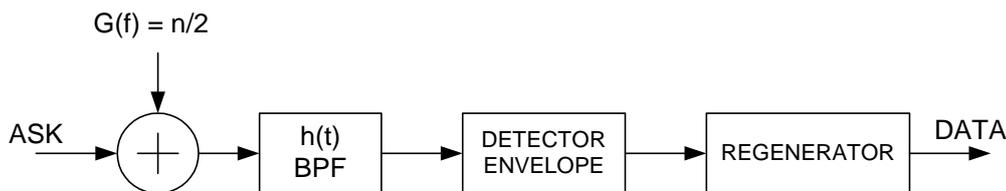
Model alat pengguling lilitan transformator secara otomatis menggunakan *remote control* ini menggunakan satu buah pemancar dan penerima ASK pada *remote control*nya dan satu buah pemancar dan penerima ASK lagi pada alat pengguling lilitannya, dimana komunikasi yang dilakukan bersifat dua arah.

Alat ini menggunakan modul pemancar ASK untuk melakukan pengiriman data secara *wireless*. Jenis pemancar ASK yang digunakan adalah TLP434A. Dipilihnya pemancar ASK ini karena telah tersedia dipasaran dan dapat bekerja sesuai pada tegangan catu daya 5VDC.

Penerimaan data yang dipancarkan oleh pemancar ASK akan diterima oleh modul penerima ASK. Jenis penerima ASK yang digunakan adalah RLP434A. Alasan penerima ASK RLP434A ini digunakan karena telah tersedia dipasaran dan merupakan pasangan dari pemancar ASK TLP434A.

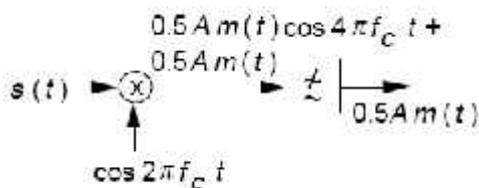
Demodulasi Amplitudo Shift Keying

Demodulator ASK digunakan untuk mendemodulasi sinyal ASK yang dilakukan oleh rangkaian *detector*, frekuensi *carrier* akan dihilangkan dan menghasilkan *output* sesuai dengan data biner yang dikirim. Demodulasi ASK dapat dilakukan secara *coherent* (koheren) dan *incoherent* (tidak koheren). Demodulator koheren yaitu demodulator yang memiliki *timing* (fasa dan frekuensi) yang persis dengan sinyal *carrier*, sedangkan demodulator tidak koheren tidak memerlukan fasa atau frekuensi yang sama persis dengan sinyal *carrier*. Elemen *non linear* yang digunakan dapat berupa sebuah *envelope detector*, *rectifier* atau *square-law device*. Demodulator ASK *noncoherent* dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Demodulator ASK Noncoherent

Pada demodulasi ASK koheren, detektor yang digunakan untuk mendeteksi ASK memiliki frekuensi dan fasa yang sama dengan frekuensi *carrier*. Sinyal yang dibangkitkan ini dijadikan referensi agar detektor dapat mendeferensiasi dua keadaan yang dikirim oleh pengirim. Gambar 17 menunjukkan gambar demodulator ASK koheren.



Gambar 17. Demodulator ASK Koheren

Untuk mendemodulasi, sinyal ini dapat di *multiply* dengan sinyal referensi yang memiliki frekuensi dan fasa yang sama seperti asalnya tadi, sehingga persamaannya menjadi:

$$\begin{aligned}
 V(t) &= m(t) A \cos \omega_c t \cdot \cos \omega_c t \\
 V(t) &= m(t) A [\cos (\omega_c t + \omega_c t) + \cos (\omega_c t - \omega_c t)] \\
 V(t) &= 0,5 A m(t) [(\cos 2 \omega_c t) + \cos 0] \\
 V(t) &= 0,5 A m(t) \cos (2 \omega_c t) + 0,5 A m(t) \dots \dots \dots (11) [7]
 \end{aligned}$$

Bentuk $\cos (2 \omega_c t)$ adalah suatu gelombang sinusoida dengan frekuensi $2 \omega_c$ dan dapat dihilangkan dengan cara mem-*filter*, sehingga memberikan persamaan $V(t) = 0,5 A m(t)$ yang sebanding dengan data semula.

Liquid Crystal Display

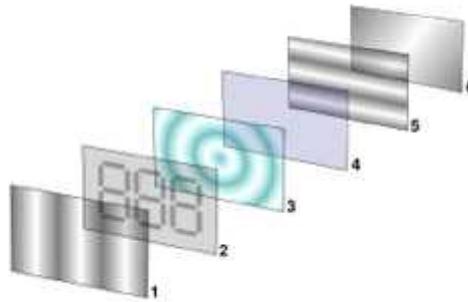
Liquid crystal display (LCD) adalah suatu jenis *display dot matrix* yang berfungsi untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang diinginkan (sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya). LCD memiliki keunggulan antara lain kualitas gambar yang baik, konsumsi energi yang kecil, serta kekuatan materi kristal cair yang tidak pernah mengalami degradasi.

Liquid crystal adalah material yang dapat mengalir seperti cairan tetapi sejumlah struktur molekul mempunyai sifat yang dapat berasosiasi dengan zat padat. *Liquid crystal* dapat berupa fase *nematic*. Salah satu sifat *liquid crystal* adalah dapat dipengaruhi oleh arus listrik. Jenis tertentu dari *liquid crystal nematic*, yang disebut *twisted nematic* (TN), artinya mengalami terpuntir. Dengan mengaplikasikan arus listrik kepada *liquid crystal* ini menyebabkan mereka tidak terpuntir.

LCD menggunakan *liquid crystal* karena reaksinya terhadap arus listrik memungkinkan untuk dikontrol lewat cahaya. Pada *nematic liquid crystal*, dapat beroperasi dengan dua metoda yaitu dengan *transmissive* atau *back light* (dengan sumber cahaya sendiri) atau dengan pantulan atau *reflective*.

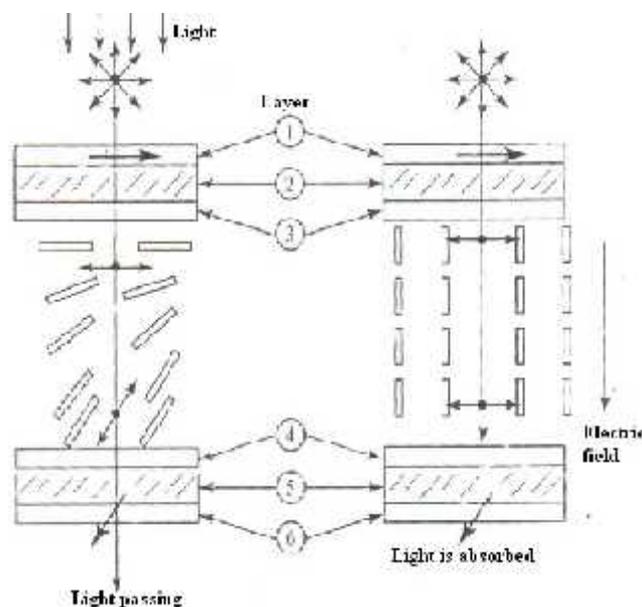
Susunan *reflective/transmissive twisted nematic liquid crystal display* (LCD), terdiri dari 6 layer, yaitu:

1. *Vertical filter film* untuk mempolarisasi cahaya masuk.
2. *Glass substrate* dengan *ITO electrodes*, yang menentukan potongan hitam muncul ketika LCD dinyalakan atau dimatikan. *Vertical ridges* tersusun halus pada permukaan.
3. *Twisted nematic liquid crystals*.
4. *Glass substrate* dengan *common electrode film* (ITO) dan dengan *horizontal ridges* untuk mensejajarkan dengan *horizontal filter*.
5. *Horizontal filter film* untuk memblok atau melewatkan cahaya. *Horizontal filter film* memiliki polarisasi yang berbeda 90° dari *Vertical filter film*.
6. *Reflective surface* pada *reflective LCD* berguna untuk mengirim cahaya kembali kepada pengamat.



Gambar 18. Susunan *Reflective/Transmissive Twisted Nematic Liquid Crystal Display*

Gambar 18 menunjukkan susunan *reflective/transmissive twisted nematic liquid crystal display* (LCD). Kristal cair TN (*layer 3*) pada Gambar 18 diletakkan diantara dua elektroda (*layer 4* dan *layer 2*) yang dilapisi lagi dengan dua panel gelas (*layer 1* dan *layer 5*), sisi luarnya diberi lapisan tipis *polarizing film*. *Layer 6* pada aplikasi di *reflective LCD* berupa cermin yang dapat memantulkan cahaya yang dapat menembus lapisan LCD dan berguna untuk mengirim cahaya kembali kepada pengamat. Pada *transmissive* atau *backlit LCD*, lapisan ini digantikan dengan sumber cahaya. *Layer 2* dan *4* dihubungkan dengan baterai sebagai sumber tegangan. *Layer 5* memiliki polarisasi yang berbeda 90° dari *layer 1*. Cahaya masuk melewati panel pada *layer 1* sehingga terpolarisasi. Ketika tidak ada arus listrik, cahaya lewat begitu saja menembus semua lapisan mengikuti arah pilinan molekul-molekul *twisted nematic* (90°), sampai memantul di cermin di *layer 6* dan keluar kembali. Elektroda pada *layer 2* dan *layer 4* (elektroda kecil berbentuk segi empat yang dipasang di lapisan gelas) mendapatkan arus, kristal cair pada *layer 3* yang sangat sensitif terhadap arus listrik tidak lagi terpilin sehingga cahaya terus menuju panel pada *layer 5* dengan polarisasi sesuai panel pada *layer 1*. Panel pada *layer 5* yang memiliki polarisasi yang berbeda 90° dari panel *layer 1* menghalangi cahaya untuk menembus terus. Karena cahaya tidak dapat lewat, pada layar terlihat bayangan gelap berbentuk segi empat kecil yang ukurannya sama dengan elektroda pada *layer 2* (berarti pada bagian tersebut cahaya tidak dipantulkan oleh cermin pada *layer 6*). Gambar arah polarisasi dan pilinan dapat dilihat pada Gambar 19.

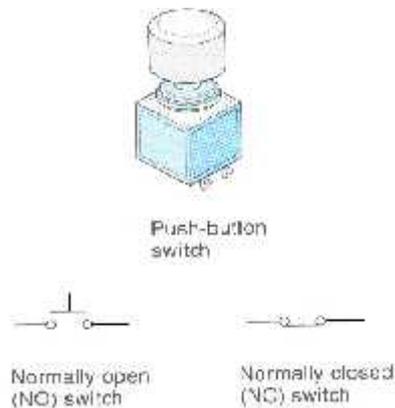


Gambar 19. Arah Polarisasi dan Pilinan pada LCD [8]

LCD yang digunakan alat ini adalah LCD dengan tipe ADT-1620/C/S/L yang berukuran 2x16 karakter. Alasan dipilihnya modul ini karena sudah cukup untuk menampilkan karakter status kondisi kedua trafo dengan penggunaan 2 baris LCD, selain itu LCD ini harga yang lebih relatif murah dan mudah ditemukan dipasaran.

Tombol Tekan

Tombol tekan yang digunakan untuk menyusun *keypad* adalah *switch* yang berjenis *push button* dengan fungsi sebagai *switch normally open*. *Switch normally open* adalah *switch* yang keadaan awalnya adalah *open* atau terbuka sehingga untuk menghubungkan *link* yang terhubung pada kaki *switch* tersebut hanya dilakukan dengan sekali tekan saja. Konektivitas *switch push button* dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Konektivitas Switch Push Button [4]

Model alat penggulung lilitan transformator secara otomatis menggunakan *remote control* ini memakai *keypad* yang merupakan susunan dari *switch push button normally open* dengan matrix 3 x 4. *Switch push button* ini berfungsi sebagai masukan data yang diinginkan. Digunakan jenis ini karena mendukung dalam pembuatan alat ini dan mudah didapatkan dengan harga yang terjangkau.

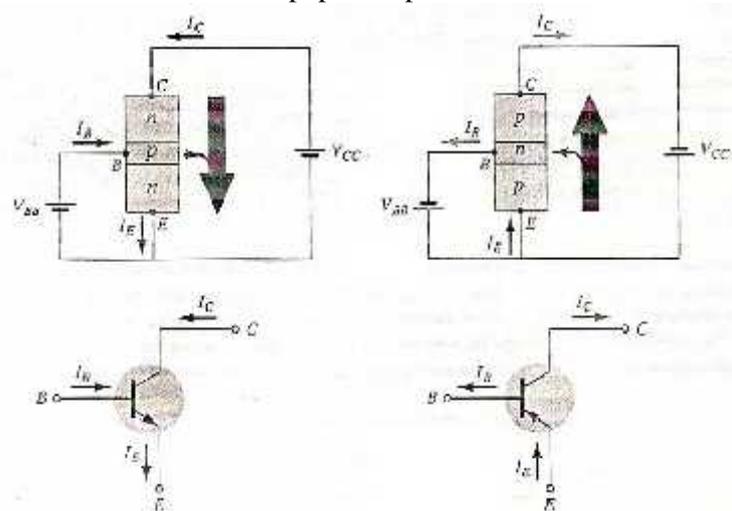
Alarm

Pada alat ini *alarm* proses penggulungan telah selesai dilakukan diindikasikan dengan menggunakan LED dan *alarm* bahwa kawat mengalami putus menggunakan *buzzer*. Arus sinyal informasi dari modul mikrokontroler dilewatkan kepada transistor, dimana transistor pada modul ini berguna sebagai saklar, untuk mengatur arus sehingga dapat menghidupkan/ mematikan *buzzer* yang terdapat pada modul *alarm* ini.

Transistor

Transistor merupakan alat semikonduktor yang dapat dipakai sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*), dan dapat juga berfungsi sebagai penguat arus. Transistor terlihat seperti dioda dengan dua sambungan (*junction*), tetapi tidak bisa secara langsung menyambung dua buah dioda untuk membuat transistor.

Sambungan tersebut membentuk transistor PNP maupun NPN. Ujung-ujung terminalnya berturut-turut disebut *collector*, *base* dan *emitter*. Transistor ini disebut transistor *bipolar*, karena struktur dan prinsip kerjanya tergantung dari perpindahan elektron di kutub *negatif* mengisi kekurangan elektron (*hole*) di kutub *positif*. Gambar 21 menunjukkan simbol untuk transistor pnp dan npn.



Gambar 21. Simbol Transistor NPN (Kiri) dan Transistor PNP (Kanan) [9]

Transistor *bipolar* mempunyai 2 *junction* yang dapat disamakan dengan penggabungan 2 buah dioda. *Base-collector* adalah satu *junction* dan *emitter-base junction* lainnya. Seperti pada dioda, arus hanya akan mengalir hanya jika diberi bias *positif*, yaitu hanya jika tegangan pada material P lebih *positif* daripada material N (*forward bias*).

Pengoperasian transistor dapat diterangkan secara distribusi potensial. *Base-emitter* mendapat bias *positif*, dimana elektron pada *base* tertarik ke kutub *positif* V_{EE} , sehingga menyebabkan *base* miskin elektron (*minoritas*), dan pada kutub *negatif* V_{EE} terus mendorong elektron ke *emitter*, maka seperti pada dioda, elektron mengalir dari *emitter* menuju *base*. *Collector* pada rangkaian ini bersifat miskin elektron (*minoritas*) karena elektron tertarik ke kutub *positif* dari V_{CC} , karena itu seluruh aliran elektron akan bergerak menuju *collector*. Misalnya tidak ada *collector*, aliran elektron seluruhnya akan menuju *base* seperti pada dioda. Dengan lebar *base* yang sangat tipis, hanya sebagian elektron yang dapat bergabung dengan *hole* yang ada pada *base*, sebagian besar elektron akan menembus lapisan *base* menuju *collector*.

Inilah sebabnya jika dua dioda digabungkan tidak dapat menjadi sebuah transistor, karena persyaratannya adalah lebar *base* harus sangat tipis sehingga dapat dialiri oleh banyak elektron. Jika misalnya tegangan *base-emitter* dibalik (*reverse bias*), maka tidak akan terjadi aliran elektron dari *emitter* menuju *collector*. Jika pelan-pelan *base* diberi bias maju (*forward bias*), maka elektron mengalir menuju *collector* dan besarnya sebanding dengan besar arus bias *base* yang diberikan. Dengan kata lain, arus *base* mengatur banyaknya elektron yang mengalir dari *emitter* menuju *collector*. Arah arus yaitu dari kutub dengan potensial yang lebih *positif* ke kutub dengan potensial yang lebih *negatif*.

Pada fungsi transistor sebagai saklar/ *switch* maka transistor bekerja pada salah satu dari dua keadaan yaitu keadaan *cut-off* (tersumbat) atau keadaan *saturation* (jenuh).

1. Transistor dalam keadaan *cut off*. Dalam keadaan ini transistor tidak bekerja. Pada kaki basis tidak ada arus (tegangan basis = 0). Dalam keadaan ini transistor dianalogikan sebagai saklar terbuka.
2. Transistor dalam keadaan saturasi. Keadaan ini adalah keadaan jenuh transistor. Kaki basis *overload* (mendapat tegangan berlebih). Dalam hal ini transistor dianalogikan sebagai saklar tertutup.

Untuk menguatkan arus dari catu daya digunakanlah transistor untuk menguatkan arus yaitu dengan tipe TIP2955. Hal ini diperlukan, karena sistem ini menggunakan 5 buah motor DC *gearbox* yang memiliki besaran arus yang besar, sehingga diperlukan transistor untuk memperbesar arus yang masuk kerangkaian.

Light Emitting Diode (LED)

Light emitting diode adalah dioda semikonduktor yang memancarkan sebuah *wavelength* dari cahaya ketika diberikan arus listrik dan biasanya berwarna. Warna yang dihasilkan tersebut tergantung dari bahan material yang digunakan untuk ujung dari *probe*. Contohnya *Aluminum Indium Gallium Phosphide* (AlInGaP) digunakan untuk warna merah dan kuning. *Indium Gallium Nitride* (InGaN) digunakan untuk warna hijau dan biru, dan dengan tambahan *phosphor* untuk warna putih.

Cahaya adalah bentuk dari energi yang dilepaskan dari atom. Cahaya terbentuk dari banyak partikel kecil yang mempunyai energi dan momentum. Partikel ini disebut dengan *photon*, yang merupakan unit dasar dari cahaya. *Photon* dilepaskan sebagai hasil dari pergerakan elektron. Dalam atom, elektron bergerak dalam orbital dalam *nucleus*. Elektron yang berada dalam orbital yang berbeda mempunyai sejumlah energi yang berbeda pula. Dengan kata lain, elektron yang mempunyai energi terbesar berada lebih jauh dari *nucleus*. Untuk elektron melompat dari orbital yang dekat ke orbital yang lebih jauh, harus membutuhkan sesuatu yang dapat meningkatkan tingkat energinya.

Begitu pula sebaliknya, elektron melepaskan energinya ketika elektron melompat dari orbital yang jauh ke orbital yang lebih dekat. Energi ini dilepaskan dalam bentuk *photon*. Semakin besar energi yang dilepaskan menciptakan energi *photon* yang besar juga. Elektron pada *N-type semiconductor* bergerak melintasi dioda sehingga jatuh dalam lobang kosong dari *P-type semiconductor*. Ini menyebabkan turunnya *conduction band* kepada orbital yang lebih dekat, sehingga elektron melepaskan energinya dalam bentuk *photon*. LED secara spesial dibentuk untuk melepaskan banyak *photon* ke arah luar. LED ditutup dalam plastik dengan tujuan mengkonsentrasikan cahaya ke banyak arah.

LED mempunyai sejumlah keuntungan daripada lampu pijar konvensional. Salah satunya, LED tidak mempunyai filamen yang akan terbakar habis, sehingga LED akan bertahan lebih lama. Intensitas cahaya dari LED berhubungan dengan warna yang dikeluarkan dari LED tersebut, dimana setiap warna dari tiap LED berhubungan dengan bahan material dari semikonduktor dioda yang digunakan.

Alat ini menggunakan 2 buah LED sebagai indikator laporan bahwa proses penggulungan lilitan trafo A atau B telah selesai. LED yang dipergunakan merupakan LED yang banyak terdapat di pasaran yaitu dengan diameter 5mm dan memiliki 2 kaki.

Buzzer

Kegunaan *buzzer* sama seperti halnya dengan *speaker*, yaitu mengeluarkan suara, namun *buzzer* mempunyai bentuk fisik yang kecil daripada *speaker* pada umumnya. *Buzzer* dapat berfungsi sebagai indikator suara dan bekerja dengan diberikan tegangan DC (*Direct Current*). Biasanya penggunaan *buzzer* diperuntukkan memberikan suara peringatan atau suara *alarm*. Pada model alat penggulung lilitan transformator secara otomatis menggunakan *remote control* ini, *buzzer* digunakan sebagai indikator *alarm* bahwa kawat mengalami putus.

Alat ini menggunakan *buzzer* sebagai *alarm* ketika mengalami kendala putus saat menggulung kawat. *Buzzer* yang digunakan, bekerja dengan maksimal apabila diberikan *supply* tegangan 5 VDC, selain itu mudah didapatkan dengan harga yang terjangkau.

Real Time Clock (RTC)

Real time clock berfungsi sebagai penunjuk waktu, dimana waktu yang dapat ditunjukkan tidak hanya jam saja melainkan dapat menunjukkan dari detik, menit, jam, hari, bulan dan tahun. *Real time clock* ini membutuhkan sumber daya yang berupa dari sebuah baterai *lithium* (Li+) sehingga ketika sumber daya utama dari *remote control* tidak digunakan atau dinyalakan maka proses waktu tetap berjalan sesuai dengan waktu sebenarnya.

Real time clock yang dipakai pada alat ini berupa sebuah IC (*Integrated Circuit*), akan tetapi bukan sebuah IC biasa dimana IC ini berfungsi hanya sebagai penunjuk waktu dengan memiliki 31 *byte static* dari RAM (*Random Access Memory*) dan *interface* dengan mikrokontrolernya dilakukan dengan komunikasi *serial synchronous*. IC yang digunakan adalah dengan tipe IC DS1302 sebagai penunjuk waktu secara *realtime* (RTC). IC DS1302 ini menggunakan arus kurang dari 300 nA saat 2 volt.

Memory

Memory digunakan sebagai penyimpanan data pelaporan hasil penggulangan yang dilakukan dan dalam penggulangan mengalami kawat putus yang disesuaikan dengan waktu yang sesuai saat itu. *Memory* yang digunakan adalah serial EEPROM. EEPROM merupakan salah satu tipe dari ROM (*Read-Only Memory*) dimana EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*) adalah sejenis chip memori *non-volatile* yang digunakan dalam komputer dan peralatan elektronik lain untuk menyimpan sejumlah kecil konfigurasi data pada alat elektronik tersebut.

Keuntungan memakai *memory* EEPROM adalah memiliki kemampuan untuk dihapus dan diprogram oleh perseorangan tanpa harus melepaskan terlebih dahulu dari *socketnya* seperti pada EPROM (*Erasable Programmable Read-Only Memory*). Keuntungan lainnya adalah EEPROM dapat dihapus dalam waktu 10ms (*in-circuit*) dibandingkan dengan EPROM selama 30menit dengan *external* cahaya ultraviolet (UV) dan juga untuk memprogramkannya juga lebih cepat EEPROM yang membutuhkan waktu hanya 10ms untuk setiap kata, dibandingkan dengan EPROM yang membutuhkan waktu 50ms [1].

Serial EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*) yang digunakan adalah AT93C66 yang merupakan serial EEPROM keluaran ATMEL. Serial EEPROM AT93C66 digunakan sebagai memori tambahan untuk menyimpan data hasil produksi dan data mengenai kejadian kawat yang digulung mengalami putus karena bila data tersebut disimpan pada RAM (*Random Access Memory*) mikrokontroler ada satu permasalahan pokok yang timbul, yaitu bahwa isi dari RAM ini akan hilang jika catu daya sistem terputus. Digunakan serial EEPROM maka data yang telah disimpan tidak akan hilang bila *supply* tersebut dicabut, karena serial EEPROM ini akan membaca data yang terakhir ditulis atau disimpan.

Limit Switch

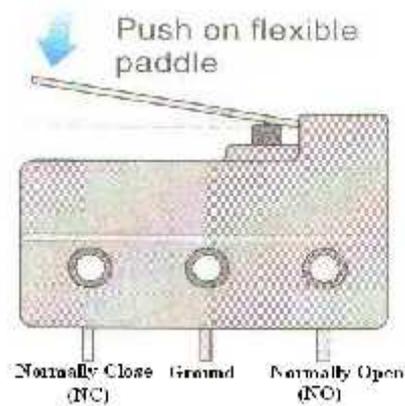
Alat ini menggunakan *limit switch*, dimana sensor *limit switch* ini diletakkan pada kiri dan kanan bagian penggerak batas geser serta break kokernya. Sensor ini digunakan untuk mengetahui batas gerak pergeseran kiri dan kanan maksimum dari sebuah koker yang telah ditentukan saat digunakan dan juga untuk menentukan batas maksimum *break* koker untuk masuk dan lepas dari putaran motor detektor jumlah lilitan.

NO(*Normally Open*) adalah pin pada saat keadaan normal(tidak ditekan) menyebabkan rangkaian dalam keadaan terbuka, sedangkan bila *switch* ditekan akan menyebabkan rangkaian menjadi tertutup. Pin NC(*Normally Close*) adalah kebalikan dari pin NO, yang akan menyebabkan rangkaian menjadi tertutup bila *switch* tidak ditekan dan terbuka apabila *switch* ditekan. Pin GND(*Ground*) adalah pin yang dihubungkan ke *negatif* rangkaian. Gambar konfigurasi pin *limit switch* dapat dilihat pada Gambar 22.

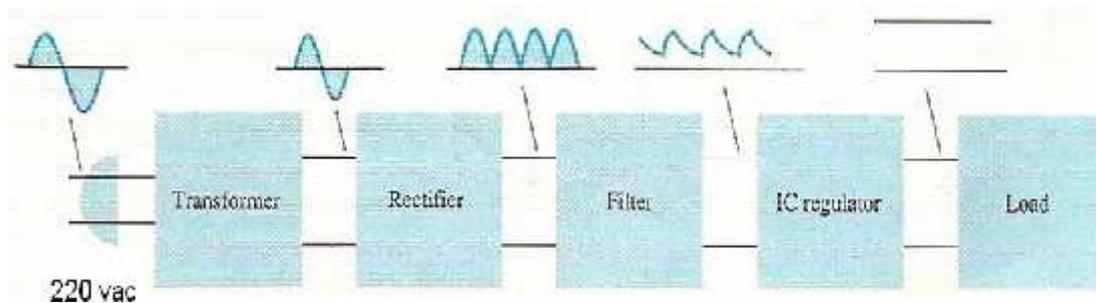
Catu Daya

Catu daya bertujuan untuk menurunkan tegangan dan mengubah arus AC (*Alternating Current*) menjadi DC (*Direct Current*), Catu daya menggunakan penyearah gelombang penuh, dan menggunakan komponen-komponen berupa: transformator *step-down* untuk menurunkan tegangan dari jala-jala (220 Volt). Pada Gambar

23 dapat dilihat bahwa *input* dari jala-jala yang berupa gelombang sinus masih dikeluarkan berupa gelombang sinus pada *output* komponen ini. *Diode* atau *bridge diode* digunakan sebagai penyearah gelombang penuh untuk catu daya ini, *diode* digunakan untuk mendapatkan arus DC dari arus AC. Filter pada catu daya ini menggunakan kapasitor, kapasitor berguna untuk meratakan *ripple* dari arus DC keluaran dari *diode* melalui proses *charge dan discharge capacitor*. *Voltage/ IC regulator* untuk meratakan *ripple* yang masih timbul karena jeda waktu antara proses *charge* dan *discharge* dari kapasitor, dan menjaga *level* tegangan untuk men-*supply* beban.



Gambar 22. Konfigurasi Pin *Limit Switch* [4]



Gambar 23. Diagram Blok dari Modul Catu Daya [9]

Alat ini memerlukan *supply* tegangan sebesar 5 volt dan 12 volt. Untuk mendapatkan tegangan sebesar 5 volt dan 12 volt yang stabil maka dibutuhkan sebuah IC yang dapat meregulasi tegangan sebesar 5 volt dan 12 volt. IC yang digunakan untuk meregulasi tegangan sebesar 5 volt maka diperlukan IC regulator LM7805, sedangkan IC regulator yang digunakan untuk meregulasi tegangan sebesar 12 volt maka diperlukan IC regulator LM7812. Dipilihnya IC ini karena IC ini mampu meregulasikan tegangan stabil sebesar yang dibutuhkan pada setiap modul rangkaian

Tegangan yang digunakan adalah 5VDC dan 12VDC untuk menyuplai tegangan pada bagian alat pengguling lilitan. Selain itu juga digunakan sumber baterai 9 volt yang juga akan diolah menjadi 5VDC pada realisasi rangkaian catu daya untuk menyuplai tegangan pada bagian *remote control*nya.

Teknik Penyearahan

Rangkaian catu daya dengan penyearah gelombang penuh (*full-wave rectifier*) adalah rangkaian catu daya yang paling sering digunakan, karena dengan penyearah setengah gelombang (*half-wave rectifier*) tidak dapat mensuplai peralatan elektronik dengan arus yang besar, karena akan menimbulkan *ripple*. Rangkaian dengan hanya menggunakan satu buah dioda penyearah (*diode rectifier*), rangkaian catu daya dengan penyearah setengah gelombang.

Rangkaian catu daya dengan penyearah gelombang penuh (*full-wave rectifier*) menggunakan dua dioda *rectifier* atau dengan *bridge diode* (empat buah dioda *rectifier*) sebagai penyearahnya. Untuk keperluan rangkaian catu daya *full wave rectifier* dengan penyearah dua buah dioda, maka digunakan transformator CT (*Center Tape/ Cabang Tengah*) yaitu transformator yang gulungan sekundernya bercabang tengah, dimana tegangan antara CT dan titik A adalah sama besar dengan tegangan antara CT dan titik B, tetapi kedua tegangan itu saling berlawanan fasa. Jadi kalau titik A sedang *positif* terhadap CT, maka titik B *negatif* terhadap CT dan sebaliknya.

Voltage Regulator

Pada rangkaian catu daya, *voltage regulator* berguna untuk meratakan *ripple* dan menjaga *level* tegangan *output* sesuai yang dibutuhkan pada saat rangkaian catu daya terhubung dengan beban atau rangkaian lainnya.

Rangkaian yang membutuhkan arus besar dapat menimbulkan *ripple* pada tegangan *output* catu daya, sehingga tegangan *output* pada catu daya berubah-ubah atau naik-turun, hal ini dapat merusakkan rangkaian elektronik yang terhubung dengan catu daya tersebut.

Voltage regulator pada rangkaian catu daya dapat berupa dioda zener dan IC (*Integrated Circuit*). IC biasanya terdiri atas 3 terminal, yaitu terminal untuk tegangan *positif* (tegangan *input*), tegangan *negatif* (*ground*), dan tegangan *output*. IC *voltage regulator* terdapat berbagai macam jenis berdasarkan tegangan *output* yang dapat dihasilkannya. Tegangan *output* pada jenis-jenis IC *voltage regulator* ada yang berupa tegangan *positif* dan ada juga yang tegangan *negatif*.

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian mikrokontroler dilakukan untuk mengetahui apakah modul mikrokontroler yang digunakan pada alat ini dapat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan program pada mikrokontroler. Hal ini dimaksudkan untuk melihat apakah mikrokontroler dapat menjalankan program yang telah diisikan pada *memory* mikrokontroler tersebut.

Pengujian dilakukan dengan mengisikan program pada mikrokontroler dengan menggunakan *flash programmer* Atmel MCU ISP *software* dengan kabel ISP (*In system Programming*). Berikut ini adalah *listing* program yang digunakan

```
$MOD51
START:
MOV  A,#11111110B
LOOP_GESER:
MOV  P1,A
CALL DELAY_1S
RL   A
JMP  LOOP_GESER
DELAY_50MS:
MOV  TMOD,#11H
MOV  TH0,#03CH
MOV  TL0,#0AFH
SETB TR0
TF0_50MS:
JNB  TF0,TF0_50MS
CLR  TR0
CLR  TF0
RET
DELAY_1S:
MOV  R7,#20
LOOP_1S:
CALL DELAY_50MS
DJNZ R7,LOOP_1S
RET
END
```

Listing program yang digunakan adalah program *running* LED dan *port* yang digunakan untuk pengujian yakni *port 1* pada mikrokontroler yang akan dihubungkan dengan delapan buah LED pada *project board*. Setelah program yang diisi ke mikrokontroler dijalankan maka delapan buah LED tersebut akan berjalan secara berurutan, mulai dari LED pada pin 1.7 akan berjalan menuju LED pada pin 1.0 dengan selang waktu satu detik sesuai dengan program yang dibuat. Hasil pengujian modul mikrokontroler dengan program *running* LED dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.1, maka dapat disimpulkan bahwa pengujian modul mikrokontroler yang dibuat dapat bekerja dengan baik dimana LED menyala (ditandai dengan) secara bergiliran dari pin 1.7 sampai pin 1.0 sesuai dengan *input* program yang diberikan.

Pengujian sensor *photointerrupter* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah sensor ini dapat membangkitkan pulsa yang kompatibel dengan mikrokontroler. Pada pengujian sensor *photointerrupter* ini terdapat dua macam keadaan pengukuran yaitu pada saat keadaan ketika sensor tidak terhalangi dan saat keadaan sensor terhalangi. Hasil pengukuran tegangan keluaran sensor *photointerrupter* dalam keadaan tidak terhalangi dan terhalangi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Modul Mikrokontroler dengan Program

Periode detik ke-	Kondisi LED pada pin ke-							
	Pin 1.7	Pin 1.6	Pin 1.5	Pin 1.4	Pin 1.3	Pin 1.2	Pin 1.1	Pin 1.0
1		-	-	-	-	-	-	-
2	-		-	-	-	-	-	-
3	-	-		-	-	-	-	-
4	-	-	-		-	-	-	-
5	-	-	-	-		-	-	-
6	-	-	-	-	-		-	-
7	-	-	-	-	-	-		-
8	-	-	-	-	-	-	-	

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sensor *Photointerrupter*

Tegangan keluaran sensor saat dihalangi	Tegangan keluaran sensor saat tidak dihalangi
121,6 mV	4,98 Volt

Pengujian modul motor DC *gearbox* terlebih dahulu disusun menjadi satu rangkaian yang telah digabungkan dengan motor DC *gearbox*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui arah pergerakan motor dan juga besarnya nilai tegangan kerja dari motor DC yang digunakan. Hasil pengujian modul driver motor dan motor DC *gearbox* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Modul *Driver Motor* dan *Motor DC Gearbox*

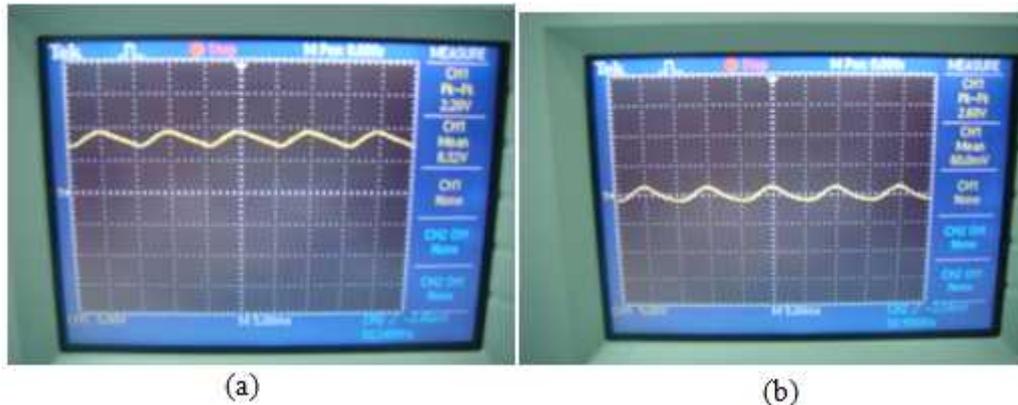
<i>Input1/3</i>	<i>Input2/4</i>	Arah putaran motor	Tegangan keluaran dari motor (V)				
			1	2	3	4	5
1	1	Tidak bergerak	0	0	0	0	0
1	0	Searah jarum jam	10,38	10,38	10,38	10,38	10,38
0	1	Berlawanan jarum jam	-10,38	-10,38	-10,38	-10,38	-10,38
0	0	Tidak bergerak	0	0	0	0	0

Pengujian modul ASK dilakukan dengan menggunakan *spectrum analyzer* dengan tipe *Hewlett Packard 8591E* yang bertujuan untuk mengetahui besarnya pancaran frekuensi dari pemancar ASK TLP434A yang digunakan. TLP434A yang digunakan dalam alat ini bekerja pada frekuensi 433,92 MHz. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui berapa jarak maksimum modul ASK dapat menerima *input* untuk menjalankan alat penggulung. Cara pengujiannya dilakukan dengan memberikan jarak antara *remote control* dengan alat penggulung, kemudian diberikan *input* masukan untuk menjalankan alat penggulung. Hasil pengujian untuk menentukan jarak jangkauan alat penggulung dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

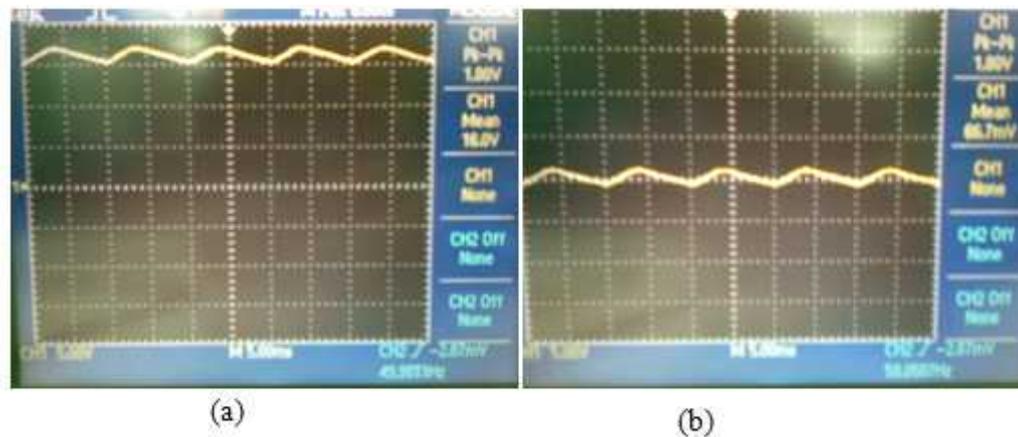
Tabel 4. Hasil Pengukuran Jarak Jangkauan Alat Penggulung

Jarak (m)	Kondisi Alat Penggulung
1	Mengulung
2	Mengulung
3	Mengulung
4	Mengulung
5	Mengulung
6	Mengulung
7	Mengulung
8	Mengulung
9	Mengulung
10	Mengulung
11	Mengulung
12	Mengulung
13	Mengulung
14	Mengulung
15	Mengulung
16	Tidak Menggulung

Pengujian modul catu daya dilakukan untuk melihat tingkat kestabilan tegangan yang didistribusikan dalam rangkaian. Pengujian dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan beban dan tanpa beban. Gambar 24 adalah gambar hasil pengujian modul catu daya 5 volt dengan beban 6 ohm, yang mengukur “mean” tegangan DC pada kaki *input* IC *regulator*. Gambar 25 adalah gambar hasil pengujian modul catu daya 12 volt dengan beban 8 ohm, yang mengukur tegangan *ripple* pada kaki *input* *regulator*.



Gambar 24. (a) dan (b) Hasil Pengujian dengan Tahanan 6 Ohm pada Catu Daya 5 Volt



Gambar 25. (a) dan (b) Hasil Pengujian dengan Tahanan 8 Ohm pada Catu Daya 12 Volt

KESIMPULAN

Hasil uji coba sistem dari model alat penggulung lilitan transformator secara otomatis menggunakan *remote control* ini telah menunjukkan dapat berjalan dengan baik. Komunikasi dua arah antara *remote control* dan alat penggulung dapat berjalan dengan baik sejauh 15 meter. Modul catu daya yang digunakan untuk mengaliri arus dan tegangan pada alat ini bekerja dengan baik. Hal ini terlihat dari *ripple* yang dihasilkan oleh catu daya yang tidak menyentuh batas minimum tegangan *input* dari IC *regulator* LM7805 dan LM7812.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R.J. Tocci, *Digital Systems Principles and Application*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc, 1991, pp. 682
- [2] T. L. Floyd, *Electronics Fundamental Circuits, Devices, and Applications*. New York: Merrill and Maxwell International, 1991, Ch: 11 pp. 420-446
- [3] A. Kadir, *Transformator*. Jakarta: Pradnya Paramita, 1981, Ch: 2 pp. 102-132
- [4] C.T Kilian, *Modern Control technology*, third ed, United States of America: Thomson Delmar learning, 2006, Ch: 4, pp. 110-111, Ch: 6 pp. 242, Ch: 7 pp. 299
- [5] W. Stallings, *Data And Computer Communication*, 6th ed, New Jersey: Prentice Hall, Inc, 1996, Ch: 5-6
- [6] Laboratorium Telekomunikasi Jurusan Elektro, *Petunjuk Praktikum Kinerja Sistem Telekomunikasi*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Ch: 1 pp. 1-5.
- [7] A.B. Carlson, *Communication Systems*. Singapore: McGraw-Hill, 1984, Ch: 6, 14
- [8] E. Uiga, *Optoelectronic*. New Jersey: Prentice Hall, Inc, 1995, Ch: 5 pp. 172
- [9] R. Boylestad and L. Nashelsky, *Electronic Devices and Circuit Theory*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc, 1992, Ch: 3 pp. 109-125, Ch: 19 pp. 773-797