

## PROTOTYPE PENGONTROL MESIN BOR SUMUR BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535 *Prototype Controlled Artesian Well Engine Used Microcontroller ATmega 8535*

Ahmad Humaidi<sup>1</sup>, Paniran<sup>2</sup>, I Made Budi Suksmadana<sup>3</sup>

### Abstrak

Salah satu cara untuk mendapatkan air yang melimpah dan bersih adalah dengan membuat sumur bor. Saat ini mesin bor sumur banyak yang menggunakan penggerak motor listrik, hal ini karena perawatan dan pengontrolan yang lebih mudah. Prototype mesin bor sumur berbasis mikrokontroler AVR ATmega 8535 dibuat untuk memudahkan operator dalam menjalankan mesin. Prototype mesin bor dilengkapi dengan sensor arus ACS 712-5T, sensor air, batas atas dan batas bawah. Sensor arus digunakan untuk melindungi motor penggerak dari bahaya rusak akibat beban lebih akibat slip. Sensor air digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya air saat pengeboran. Mikrokontroler mengendalikan motor pemutar stang bor sehingga dapat berputar searah jarum jam saat mengebor dan berlawanan saat terjadi slip agar motor terbebas dari slip, mengontrol motor naik atau turun stang bor dan buzzer untuk memberi tanda peringatan saat terjadi bahaya yang dapat menyebabkan stangbor tertanam. Hasil pengujian menunjukkan mikrokontroler dapat memutar motor stang bor searah jarum jam dan sebaliknya, menaikkan atau menurunkan stang bor dan memberi tanda bahaya apabila pompa sumur bor tidak bekerja.

**Kata kunci** : Mesin bor sumur, ATmega 8535, Sensor Arus, Sensor air.

### ABSTRACT

Huge amount of fresh water can be found by built an artesian well. Nowadays, an artesian well commonly developed using electrical motor, because of the easy maintenance and controlled. Artesian well prototype based mikrocontroller AVR ATmega 8535 is maked for helping the operator to operate the machine. Artesian well prototype aslo uses a current censor ACS 712-5T, water censor, upper and under limit censor. Current censor is used to save the movement motor from the over load because of the slip. water censor is used to detects the water in the well. Microcontroller controll the motor to rotate the drill tube so that it can make the rotation in clockwise and counterclockwise direction so that the motor can avoid from the slip, controls the drill tube up or down and buzzer to give the warning information so that the drill tube will not be burried. The results show that mikrocontroller can rotates the drill tube motor in clockwise and counterclockwise dirrection, haul up and haul down the drill tube and give the warning signal if the artesian well pomp is not work.

**Key word** : artesian well engine, ATmega 8535, Curent censor, Water censor

### LATAR BELAKANG

Pengeboran tanah untuk membuat sumur dilakukan dengan menggunakan mesin bor. Mesin bor yang dibuatpun mulai bervariasi dan banyak yang menggunakan tenaga penggerak berupa motor listrik. Penggunaan motor listrik sebagai penggerak karena mudah dalam pengontrolan dan perawatan. Kemajuan teknologi saat ini dapat diaplikasikan untuk membuat pengontrol mesin bor secara otomatis. Ada beberapa hal yang dikontrol oleh pengontrol otomatis yang rencananya akan dibuat. Pertama adalah motor penggerak stang bor, motor penggerak berputar searah jarum jam untuk mengebor dan sebaliknya untuk mengangkat apabila terjadi selip pada mata bor. yang kedua

adalah motor penggerak sling untuk menaikkan dan menurunkan stang bor. Ketiga pompa untuk mensuplai air lumpur kedalam sumur. Masalah-masalah yang sering muncul dan perlu pengawasan Pertama masalah lumpur yang selalu harus dikontrol dalam keadaan tersedia. Kedua apabila mata bor tertanam karena pengeboran dilakukan tanpa lumpur. Ketiga mata bor sering slip ketika melakukan pengeboran. Slip. Untuk mengatasi berbagai masalah di atas maka direncanakan membuat *prototype* pengontrol mesin bor sumur berbasis mikrokontroler ATmega 8535. Dengan penempatan limit switch, sensor-sensor, dan penggunaan motor DC (*direct current*) maka sangat

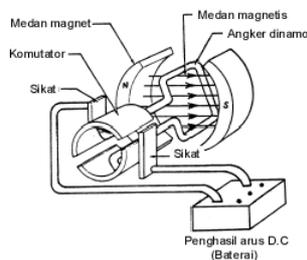
<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jln Majapahit 62 Mataram - Nusa Tenggara Barat

memungkinkan perancangan prototype pengontrol mesin bor secara otomatis.

Adapun tujuan dari pembuatan ini adalah untuk membuat pengontrol otomatis alat pengebor sumur dengan penggerak motor listrik.

Rismawan E., dkk (2012) membuat *prototype* penjemur pakaian otomatis berbasis mikrokontroler ATmega 8535. Sensor yang dimanfaatkan adalah sensor hujan. Mikrokontroler akan menerima sinyal dari sensor tersebut, lalu memberikan perintah pada motor *driver* untuk memerintahkan motor DC berputar ke kiri atau ke kanan. Motor dapat menggulung rel jemuran, agar baju atau jemuran tidak basah karena hujan.

**Motor DC.** Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.



Gambar 1. Motor D.C Sederhana

Catu tegangan DC dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet.

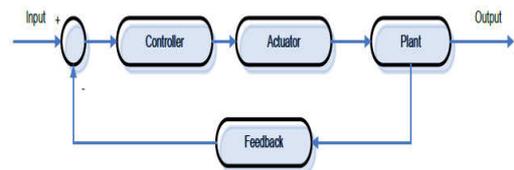
**Kontrol otomatis.** Suatu sistem kontrol otomatis dalam suatu proses kerja berfungsi mengendalikan proses tanpa adanya campur tangan manusia (otomatis). Ada dua sistem kontrol pada sistem kendali/kontrol otomatis yaitu :

**Open Loop (Loop Terbuka).** Suatu sistem kontrol yang keluarannya tidak berpengaruh terhadap aksi pengendalian.



Gambar 2. Diagram blok sistem pengendalian loop terbuka

**Close Loop (loop tertutup).** Suatu sistem kontrol yang sinyal keluarannya memiliki pengaruh langsung terhadap aksi pengendalian yang dilakukan

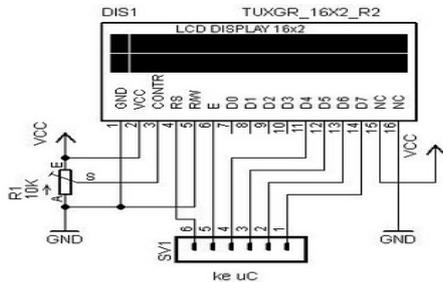


Gambar 3. Diagram blok sistem kontrol tertutup

**Mikrokontroler ATmega 8535.** Mikrokontroler merupakan keseluruhan sistem komputer yang dikemas menjadi sebuah *chip* di mana di dalamnya sudah terdapat Mikroprosesor, I/O, Memori bahkan ADC, berbeda dengan Mikroprosesor yang berfungsi sebagai pemroses data (Heryanto, dkk, 2008:1).

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua intruksi dikemas dalam kode 16-bit ( 16-bits word) dan sebagian besar intruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock, berbeda dengan intruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock. ini terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC ( *Reduced Instruction Set Computing* ), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC ( *Complex Instruction Set Computing* ). Secara umum dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing - masing kelas adalah memory, periperhal, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka hampir bisa dikatakan sama.

**LCD.** LCD merupakan singkatan dari *Liquid Crystal Display* penemunya bernama Tatsuo Ohida. Modul LCD ini dapat dihubungkan dengan mikrokontroler.



Gambar 4. DDRAM M1632

**Sensor arus Efek Hall ACS712.** Aliran arus listrik yang mengakibatkan medan magnet akan menginduksi bagian *dynamic offset cancellation* dari ACS712. Bagian ini akan dikuatkan oleh amplifier dan melalui filter sebelum dikeluarkan melalui kaki 6 dan 7, modul tersebut membantu penggunaan untuk mempermudah instalasi arus ini ke dalam sistem. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, dan proteksi beban lebih.

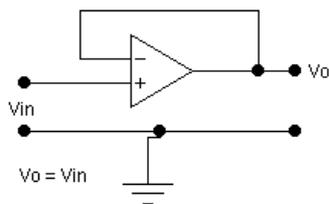


Gambar 5. Bentuk dari sensor ACS712

**Pengkondisi sinyal *lopeasional amplifier (Op Amp)*** (*Op Amp*). Pada materi ini akan membahas sejumlah rangkaian dan karakteristik dasar dari rangkaian tersebut dan respon rangkaian dengan asumsi Op Amp ideal.

**Pengikut tegangan (*Voltage Follower/ buffer*)**. Penguatan Pengikut tegangan adalah penguat yang besar tegangan inputnya sama dengan tegangan output.

$$V_o = V_i \dots\dots\dots(1)$$

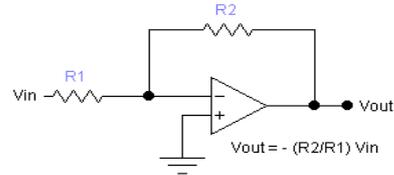


Gambar 6. Sebuah pengikut tegangan op amp

**Penguat membalik (*Inverting Amplifier*)**. Persamaan (2) menunjukkan bahwa rangkaian ini membalikkan sinyal input dan mungkin mempunyai pelemahan ataupun penguatan tergantung pada perbandingan antara tahanan input  $R_1$  dan tahanan umpan balik  $R_2$ .

$$V_{out} = - \frac{R_2}{R_1} V_{in} \dots\dots\dots (2)$$

Jadi, rangkaian pada Gambar 7 adalah amplifier inverting dengan gain  $R_2/R_1$  yang digeser  $180^\circ$  dalam fase (terbalik) dari input.

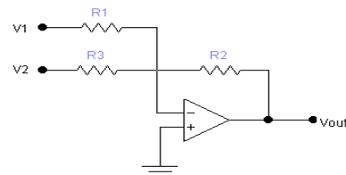


Gambar 7. Amplifier inverting

**Penguat penjumlah (*Summing Amplifier*)**. Modifikasi yang umum dari *inverting amplifier* adalah sebuah amplifier yang menjumlahkan atau menambahkan dua atau lebih tegangan yang diterapkan.

$$V_{out} = - \left[ \frac{R_2}{R_1} V_1 + \frac{R_2}{R_3} V_2 \right] \dots\dots\dots(3)$$

Penjumlahan dapat diberi skala dengan pemilihan tahanan yang tepat. Contohnya, jika kita membuat  $R_1 = R_2 = R_3$ , maka outputnya adalah hanya jumlah (terbalik) dari  $V_1$  dan  $V_2$ . Rata-rata dapat dicari dengan menjadikan  $R_1 = R_3$  dan  $R_2 = R_1/2$ .

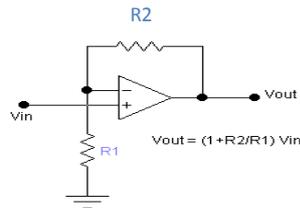


Gambar 8. Summing amplifier

**Amplifier tidak membalik (*Noninverting Amplifier*)**. Sebuah amplifier tidak membalik dapat dikonstruksi dari sebuah Op Amp seperti ditunjukkan dalam Gambar 9

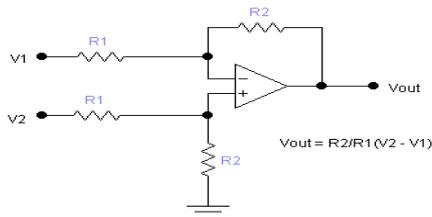
$$V_{out} = \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) V_{in} \dots\dots\dots (4)$$

Persamaan (3) menunjukkan bahwa *noninverting amplifier* mempunyai gain yang tergantung pada rasio resistor umpan balik  $R_2$  dan resistor ground  $R_1$ , tapi gain ini tidak pernah dapat digunakan untuk *drop*/penurunan tegangan.



Gambar 9. Noninverting amplifier

**Penguat selisih.** Sebuah penguat selisih dibuat dengan menggunakan sebuah op amp seperti ditunjukkan dalam Gambar 10.

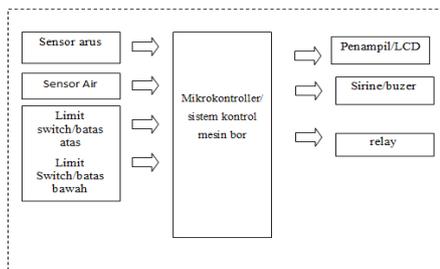


Gambar 10. Amplifier Diferensial

Rangkaian ini mempunyai gain atau penguatan dengan cara mengatur rasio  $R_2$  dan  $R_1$  dan respons diferensial dalam input tegangan yang diperlukan.

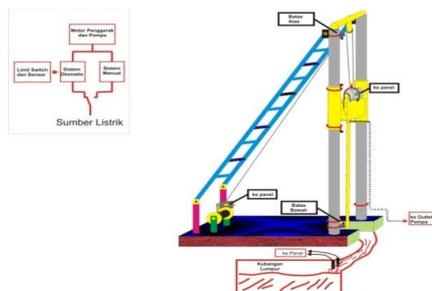
$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1}(V_2 - V_1) \dots\dots\dots(5)$$

**Perancangan hardware (perangkat keras)**



Gambar 11. Blok Diagram Sistem

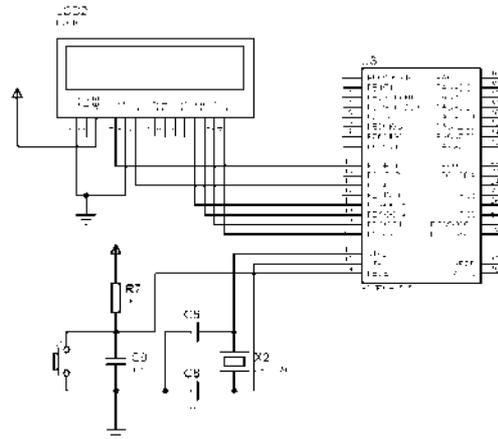
**Perancangan miniatur mesin bor**



Gambar 12. Gambar *prototype* mesin bor sumur dan pengontrol

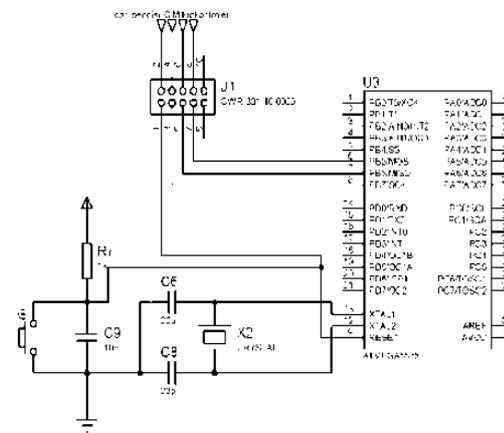
Rencana dari bentuk mesin bor adalah seperti gambar diatas, sebelah kiri menunjukkan bagaimana pengontrol dibuat dengan pilihan otomatis dan manual, sehingga operator dapat menentukan pilihan pengontrolan apakah otomatis atau manual.

**Rangkaian LCD**



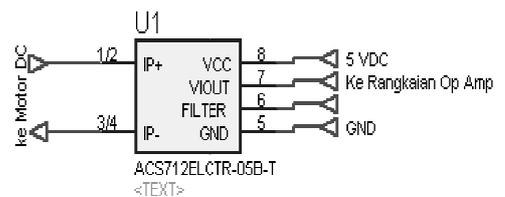
Gambar 13. Rangkaian LCD

**Rangkaian sistem minimum ATmega 8535**



Gambar 14. Gambar minimum sistem AT-Mega 8535

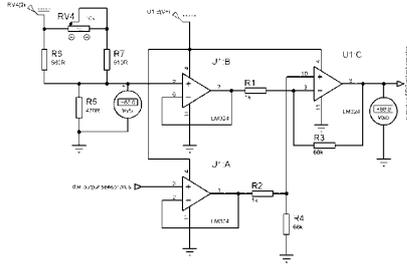
**Rangkaian sensor arus**



Gambar 15. Rangkaian sensor arus

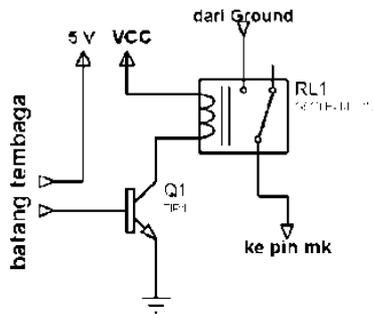
Transistor

Rangkaian pengkondisi sinyal

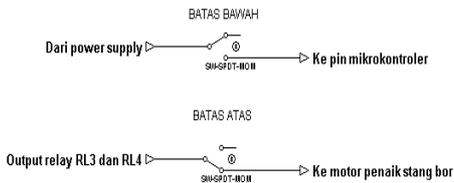


Gambar 16. Gambar rangkaian pengkondisi sinyal dengan IC LM 324.

Rangkaian sensor air batas atas dan batas bawah.

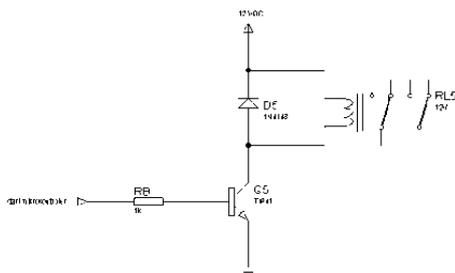


Gambar 17. Rangkaian sensor air



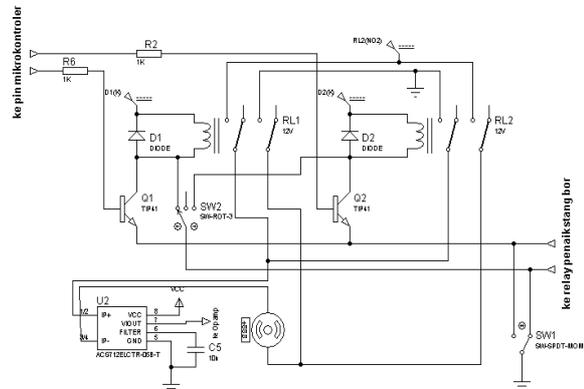
Gambar 18. Rangkaian batas atas dan batas Bawah

Rangkaian pensaklaran sebagai pemutus tegangan dari relay



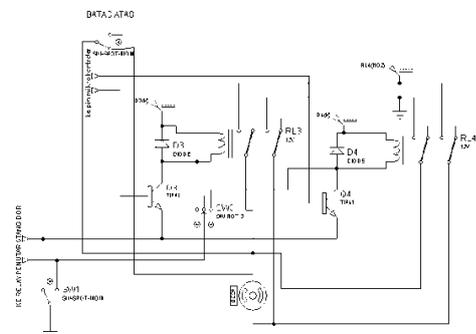
Gambar 19. Rangkaian pensaklaran dengan

Rangkaian motor pemutar stang bor



Gambar 20. Gambar rangkaian dari motor pemutar Stang

**Rangkaian motor naik dan penurun stang bor.** Seperti halnya motor pemutar stang bor motor naik dan penurunstang bor juga dibuat dengan 2 buah relay. Relay 3 akan memutar motor dan mesin menaikkan stang bor sedangkan relay 4 memutar balik motor dan mesin menurunkan stang bor. Rangkaian ini juga tidak boleh hidup secara bersamaan dan harus dapat dikontrol manual atau otomatis.



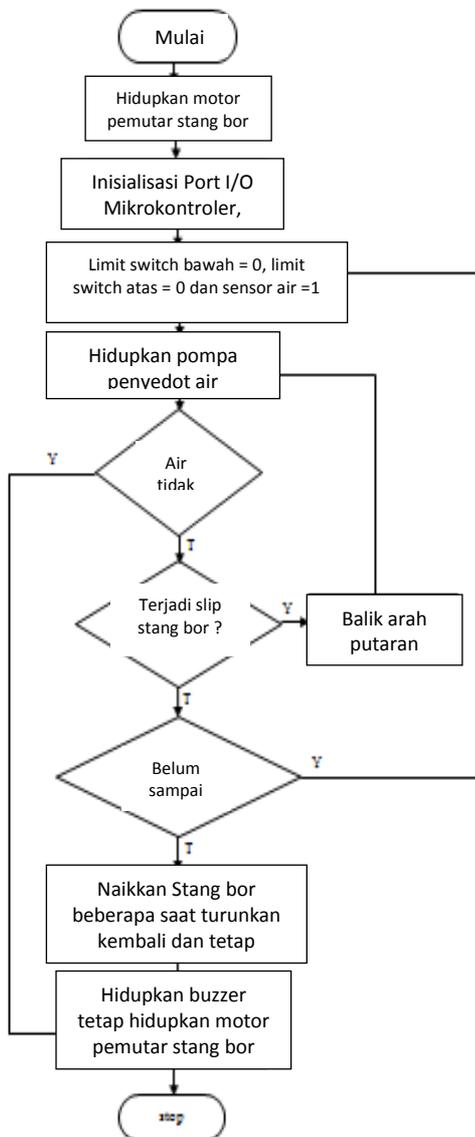
Gambar 21. Rangkaian naik dan penurun Stangbor

**Program untuk Mikrokontroler ATmega 8535.** Program dibuat dalam bahasa BASIC menggunakan software BASCOM AVR IDE 1.11.9.0 produksi MCS Electronics Inc.



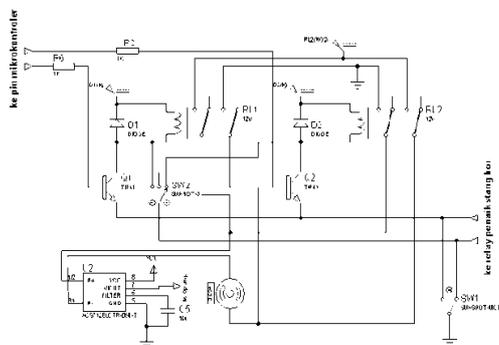
Gambar 22. Window Software BASCOM-AVR

**Diagram alir (flowchart) software**



Gambar 23. Diagram alir (flowchart)

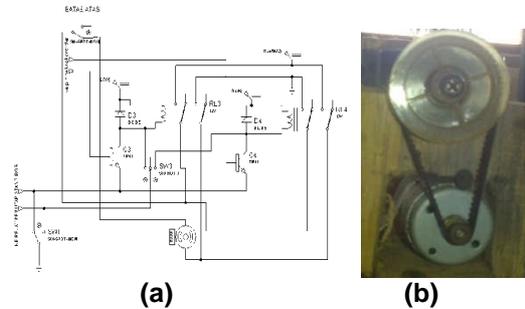
**Pengujian Motor Pemutar Stang Bor**



Gambar 24. Rangkaian dari motor pemutar stang bor

Berdasarkan hasil pengujian rangkaian dapat memutar motor DC searah jarum jam dan sebaliknya, jadi dapat disimpulkan rangkaian dapat digunakan untuk mengontrol motor DC.

**Motor Penaik Dan Penurun Stang Bor**

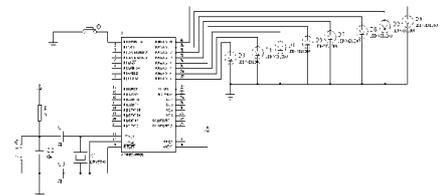


Gambar 25. (a). Rangkaian motor penaik dan penurun stang bor, (b). Bentuk fisik motor dan gear

Gambar 25(a) adalah rangkaian dari motor pemutar stang bor. Transistor Q3 dan Q4 tidak akan bekerja karena ground (-) dipindah ke SW3 dan SW3 dipasang paralel dengan transistor Q3 dan Q4. Dari hasil pengujian rangkaian dapat memutar motor DC searah jarum jam dan sebaliknya dan gear dapat berputar menaikkan dan menurunkan stang bor. Jadi dapat disimpulkan rangkaian dapat digunakan untuk mengontrol motor penaik dan penurun stang bor. Gambar 4.3 menunjukkan motor yang beroperasi secara manual dan otomatis.

**Pangujian minimum sistem mikrokontroler AVR Atmega 8535**

1. Membuat rangkaian pengujian minimum sistem mikrokontroler AVR ATmega 8535 seperti Gambar 26

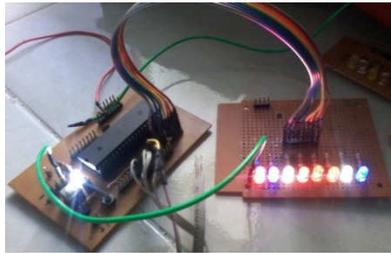


Gambar 26. Rangkaian pengujian minimum sistem mikrokontroler AVR Atmega 8535

2. Membuat program pengujian minimum sistem mikrokontroler AVR ATmega 8535 menggunakan BASCOM-AVR.
3. Listing program yang telah dibuat si simpan setelah itu, Compile program yang sudah dibuat pada editor BASCOM-AVR
4. Download file program yang berekstensi "HEX" kedalam flash memory

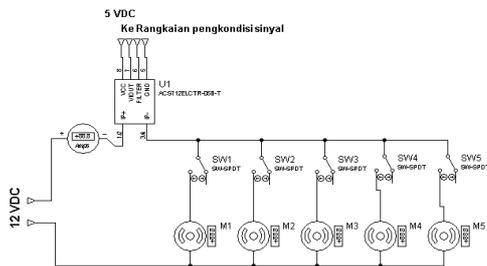
mikrokontroler ATmega 8535 dengan menggunakan *software AVR prog* dengan bantuan rangkaian pengisi K125R USB AVR Programmer.

- Setelah proses *download* selesai, kemudian aktifkan rangkaian mikrokontroler ATmega 8535 dengan memberikan tegangan 5V DC hingga diperoleh kombinasi penyalan LED yang ditunjukkan pada Gambar 27



Gambar 27. Kombinasi penyalan LED pada PORTA

### Pengujian Rangkaian Sensor Arus



Gambar 28. Rangkaian pengujian sensor arus (ACS712-5A-T)

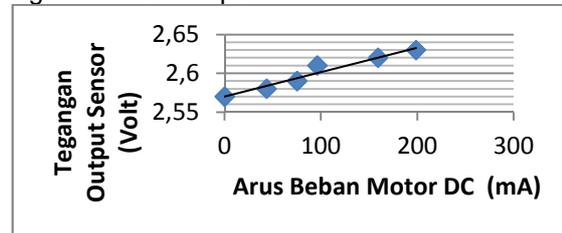
Berikut adalah Tabel 1 menunjukkan nilai tegangan output sensor dengan input motor sebesar 12 VDC.

Table 1. Nilai tegangan output sensor arus (ACS712-5A-T)

No	Konfigurasi Motor Yang Beroperasi					Arus Input Sensor (mA)	Tegangan Output Sensor (Volt)
	1	2	3	4	5		
1	Off	Off	Off	Off	Off	0	2,57
2	Off	Off	Off	Off	On	43,5	2,58
3	Off	Off	Off	On	On	75,2	2,59
4	Off	Off	On	On	On	96,1	2,61
5	Off	On	On	On	On	159,2	2,62
6	On	On	On	On	On	198,6	2,63

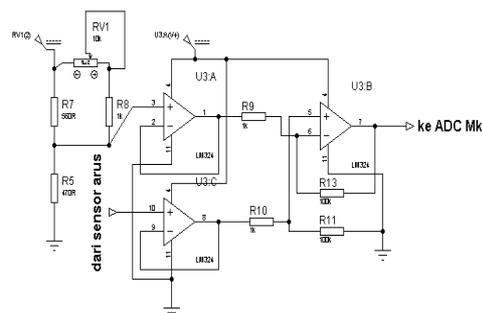
Gambar 29 berikut menunjukkan grafik hubungan arus input sensor dengan tegangan output sensor. Dari grafik tersebut terlihat makin besar arus input sensor maka

tegangan output sensor juga makin besar. Jadi sensor tersebut baik dan dapat digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 29. Grafik hubungan tegangan output dan arus beban motor DC pada sensor

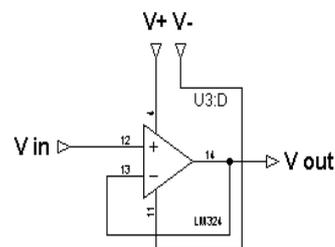
**Pengujian rangkaian penguat dengan op amp.** Pada penelitian ini rangkaian penguat dibuat dengan merangkai 3 buah op amp. Dua buah op amp dibuat menjadi *buffer* dan 1 buah op amp sebagai pembeda/pengurang. Berikut Gambar 30 adalah rangkaian penguat dengan menggunakan op amp,



Gambar 30. Rangkaian penguat

Rangkaian buffer dihitung dengan persamaan

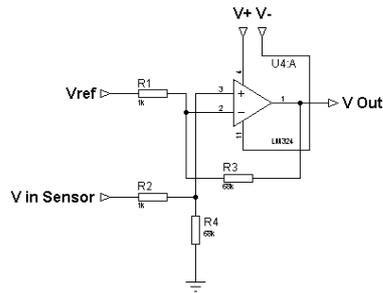
$$V_{out} = V_{in} \dots \dots \dots (6)$$



Gambar 31 Rangkaian Buffer

Dari data pertama diperoleh nilai  $V_{in} = 2,57$  V jadi  $V_{out} = 2,57$  V

Selanjutnya adalah menghitung nilai pada op amp pembeda/pengurang. Gambar bagian dari op amp pembeda/pengurang adalah sebagai berikut



Gambar 32. Rangkaian pembanding /pengurang tegangan

Rangkaian tersebut di hitung dengan Persamaan 7 berikut

$$V_o = \left\{ \frac{R_3}{R_1} (V_2 - V_1) \right\} \dots \dots \dots (7)$$

Dari data pengukuran diperoleh nilai tegangan referensi = 2,57 dan nilai tegangan output sensor sebesar 3,58 Jadi diperoleh tegangan output adalah :

$$V_o = \left[ \frac{68 \text{ kohm}}{1 \text{ kohm}} \times (2,58 \text{ V} - 2,57 \text{ V}) \right]$$

$$V_o = 175,44 \text{ V} - 174,76 \text{ V}$$

$$V_o = 0,68 \text{ V}$$

Untuk data selanjutnya dengan cara yang sama dapat dilihat hasilnya pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Tabel tegangan output sensor, tegangan Output penguat terukur dan. output penguat terhitung.

No	Arus Input Sensor	Tegangan Output Sensor	Tegangan Output Penguat ukur	Tegangan Output Penguat hitung
	(mA)	(Volt)	(Volt)	(Volt)
1	0	2,57	0,08	0
2	43,5	2,58	0,64	0,68
3	75,2	2,59	1,23	1,36
4	96,1	2,61	2,76	2,72
5	159,2	2,62	3,38	3,4
6	198,6	2,63	4,06	4,08

Selanjutnya mencari nilai eror dari hasil penguatan tersebut dengan menggunakan persamaan berikut

$$\text{Error Penguatan} = \left| \frac{\text{Hasil perhitungan} - \text{Hasil pengukuran}}{\text{Hasil perhitungan}} \right| \times 100 \% \dots \dots (7)$$

$$\text{Error Penguatan} = \left| \frac{0,64 \text{ V} - 0,68}{0,64 \text{ V}} \right| \times 100\%$$

$$= 5,88 \%$$

Dengan cara yang sama untuk data selanjutnya diperoleh hasil seperti terlihat dalam tabel berikut.

Tabel 3. Tabel tegangan output sensor, tegangan output penguat terukur dan output penguat terhitung. Dan persen eror

No	Tegangan Output Sensor	Tegangan Output Penguat ukur	Tegangan Output Penguat hitung	error
	(Volt)	(Volt)	(Volt)	(%)
1	2,57	0,08	0	-
2	2,58	0,64	0,68	5,88
3	2,59	1,23	1,36	9,56
4	2,61	2,76	2,72	1,47
5	2,62	3,38	3,4	0,59
6	2,63	4,06	4,08	0,49
Rata-rata error				3,01

Dari tabel terlihat besar eror dari rangkaian penguat rata-rata 3,01 %. Jadi dari tabel tersebut dapat disimpulkan rangkaian penguat dapat bekerja dengan baik dan dapat digunakan pada penelitian ini.

Setelah diperoleh nilai keluaran dari sensor arus yang digunakan, langkah selanjutnya adalah mengkonversi nilai-nilai tegangan output tersebut kedalam nilai ADC. Seperti yang diketahui bahwa pada mikrokontroler ATmega8535 memiliki masukan ADC (*Analog To Digital Converter*) pada PORTA dan dapat mengkonversi data analog menjadi 1024 keadaan (10 bit). Untuk mengkonversi nilai tegangan output sensor arus menjadi nilai digital dapat digunakan persamaan 8 sebagai berikut.

$$\text{Nilai}_{ADC} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1023 \dots \dots \dots (8)$$

Dimana:  
 $V_{in}$  = Nilai output sensor yang akan diinputkan ke mikrokontroler (Vdc)  
 $V_{ref} = 5 \text{ Vdc}$   
 Berikut adalah nilai konversi dari tiap-tiap tegangan output sensor (ACS712-5A-T) yang berupa data analog menjadi data digital.

Tabel 4. nilai ADC dari tegangan output sensor arus (ACS712-5A-T)

No	Arus Input Sensor	Tegangan Output Sensor	Output Tegangan Pada Penguatan terukur (V)	Nilai ADC terhitung
	(mA)	(Volt)		
1	43,5	2,58	0,64	131
2	75,2	2,59	1,23	252
3	96,1	2,61	2,76	565
4	159,2	2,62	3,38	692
5	198,6	2,63	4,06	831

Setelah nilai-nilai tegangan output dari sensor dikuatkan seperti terlihat pada Tabel 4. Langkah selanjutnya adalah melihat nilai ADC pada rangkaian mikrokontroler dari LCD dimana PORTA.2 pada mikrokontroler

dihubungkan dengan output dari sensor arus ACS 712-5A.

Berikut adalah tabel hasil pengukuran arus dari sensor arus (ACS712-5A-T) yang telah dirancang dan nilai ADC yang ditampilkan LCD.

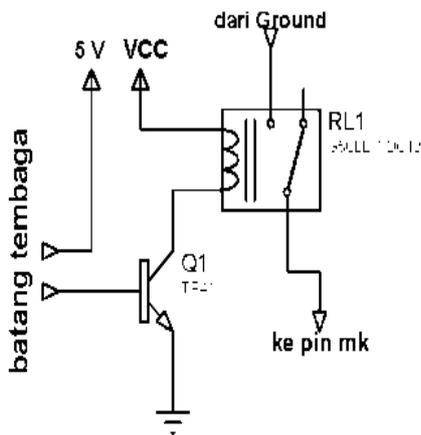
Table 5. Hasil penunjukan LCD dengan nilai ADC yang ditampilkan

No	Arus Input Sensor	Output Tegangan Pada Penguatan	Nilai ADC terhitung	Nilai ADC Terukur	% Error
	(mA)	(Volt)			
1	43,5	0,64	131	130	0,72
2	75,2	1,23	252	254	0,93
3	96,1	2,76	565	542	4,02
4	159,2	3,38	692	653	5,57
5	198,6	4,06	831	775	6,70
Rata-rata error					3,22

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan Tabel 5 nilai error dihitung dengan persamaan 9 berikut:

$$\text{Error} = \frac{| \text{Hasil ADC perhitungan} - \text{Hasil ADC pengukuran} |}{\text{Hasil ADC perhitungan}} \times 100\% \dots\dots (9)$$

**Rangkaian Sensor Air**

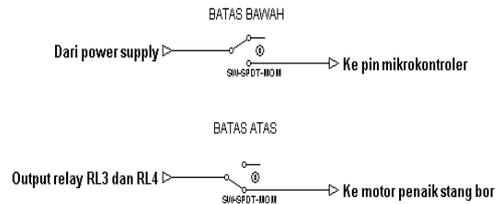


Gambar 33. Rangkaian sensor air

Gambar 33 di atas adalah rangkaian sensor air. Rangkaian yang digunakan adalah rangkaian common emitter karena rangkaian ini adalah rangkaian yang paling banyak digunakan, sangat flexibel dan memberikan penguatan yang tinggi. Cara kerja rangkaian tersebut adalah 2 buah plat tembaga di pasang berdekatan tapi tidak bersentuhan. Plat yang pertama dihubungkan ke sumber

DC 12 VDC dan plat yang kedua dihubungkan ke Resistor R<sub>5</sub>. Apabila plat dialiri air maka arus akan mengalir ke resistor dan dari resistor ke Transistor Q<sub>5</sub> dan transistor akan mengoperasikan Relay 6 (R<sub>L6</sub>). Jadi rangkaian tersebut dapat digunakan untuk mengetahui ada apa tidaknya aliran air pada penelitian ini.

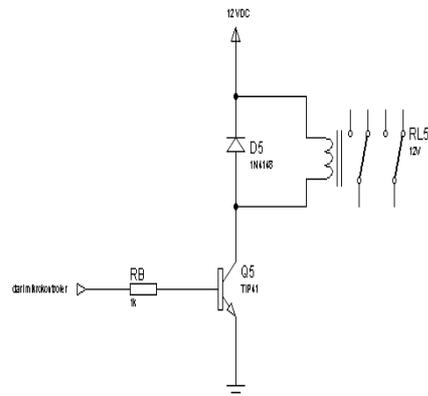
**Rangkaian batas atas dan batas bawah**



Gambar 34 gambar batas atas dan batas bawah

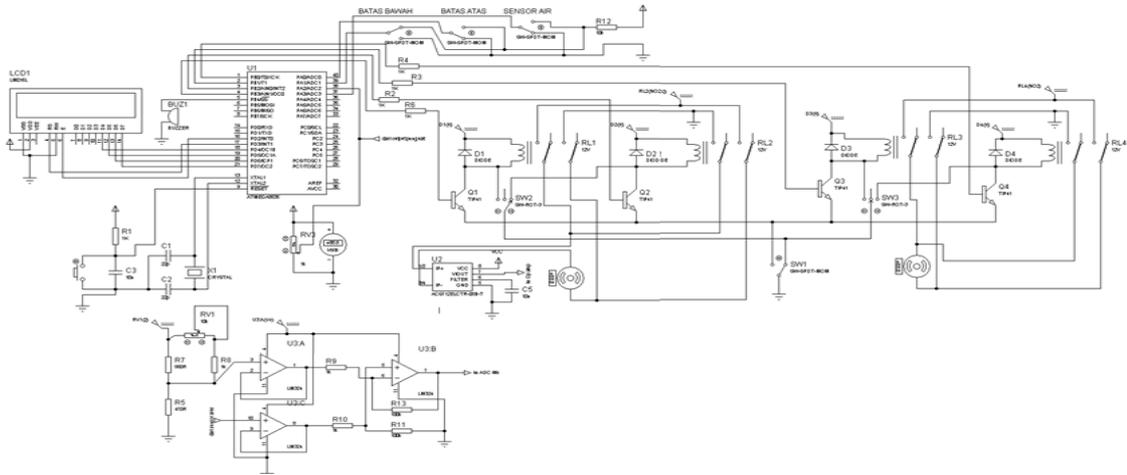
Hasil pengujian menunjukkan apabila pengeboran telah mencapai batas terendah pengeboran maka *limit switch* akan tertekan oleh pegangan motor dan input yang tadinya *high* (1) berubah menjadi *low* (0) sehingga pengeboran dinyatakan selesai. Mikrokontroler kemudian mengeksekusi program dan menyelesaikan tahapan pengeboran. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan batas atas dan batas bawah tersebut, rangkaian batas atas dan batas bawah dapat digunakan pada penelitian ini.

**Pengujian rangkaian pensaklaran transistor sebagai pemutus relay**



Gambar 35. Rangkaian pensaklaran dengan transistor

Hasil pengujiannya adalah ketika output PORTB.0 bernilai *high* (1) maka relay 1 akan bekerja sebaliknya jika bernilai *low* (0)



Gambar 36. Perangkat secara keseluruhan

maka relay 1 akan tidak bekerja. Hal yang sama berlaku untuk PORTB.1 dan PORTB.2

jika bernilai *high* (1) maka Relay 2 dan Relay 3 akan bekerja sebaliknya jika bernilai *low* (0) maka Relay 2 dan Relay 3 akan tidak bekerja. Jadi dapat disimpulkan rangkaian pensaklaran tersebut dapat digunakan untuk mengontrol relay pada penelitian ini

**Pengujian perangkat secara keseluruhan.** Pengujian dilakukan untuk mengetahui rangkaian bekerja dengan baik atau tidak. Rangkaian harus dapat bekerja dalam mode pemilihan manual dan otomatis. Gambar 36 adalah gambar rangkaian secara keseluruhan.

Pengujian secara keseluruhan melingkupi beberapa tahapan yaitu:

1. Saat sensor air (PortA.3) bernilai *high* (1) maka buzzer/peringatan akan aktif dan pengeboran tidak dapat dilakukan. Berikut adalah step proses dari input sampai output pada mikrokontroler ATmega 8535.
2. Saat sensor air (PortA.3) bernilai *low* (0) motor stang bor akan putar kanan dan LCD menampilkan tulisan "Putar kanan" dan nilai ADC sensor arus.
3. Saat sensor arus (PORTA.2) bernilai kurang dari ADC 535 Motor stang bor putar kanan dan LCD menampilkan tulisan "Putar Kanan".
4. Saat sensor arus (PORTA.2) bernilai lebih dari atau sama dengan ADC 535 motor stang bor akan berputar kekiri

selama 3 detik, LCD menampilkan Putar Kiri dan nilai ADC dan kembali berputar kekanan kembali setelah 3 detik tersebut.

5. Saat batas bawah (PORTA.1) bernilai *high* (1) dilakukan pengeboran sesuai prosedur pada nomor 1 dan 2.
6. Saat batas bawah (PORTA.1) bernilai *low* (0) motor penaik stang bor akan *on* selama 2 detik setelah itu motor penurun stangbor 1,5 detik, terakhir buzzer akan *on/aktif* sambil motor tetap putar kanan dan LCD menampilkan tulisan "selesai"

## KESIMPULAN

Setelah melakukan berbagai pengujian terhadap rangkaian pengontrol mesin bor berbasis mikrokontroler dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Prototype* pengontrol mesin bor mempermudah operator dalam pengontrolan yang sebelumnya dilakukan secara konvensional menjadi otomatis dan mengamankan motor dari bahaya kerusakan akibat slip.
2. Saat motor pemutar stang bor slip nilai arus mencapai 198 mA. Sistem pengontrol memutar balik motor diatur saat arus 98 mA. Hal ini untuk melindungi motor dari bahaya rusak akibat panas berlebih pada motor tersebut.
3. Sistem memberi tanda peringatan dengan bunyi *buzzer* saat tidak ada air yang menggenangi plat sensor air, dan saat stang bor telah mencapai batas kedalaman yang bisa dibor.
4. Program yang dibuat motor penaik stang bor menaikkan stang bor selama 2 detik sampai mencapai batas atas dan

menurunkan stang bor selama 1,5 detik sampai mencapai batas bawah. Waktu yang diperlukan untuk menaikkan dan menurunkan stang bor tersebut disesuaikan sesuai tinggi sebuah stang bor.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Heryanto A., 2008, *Pemrograman Bahasa C Untuk Mikrokontroler ATmega 8535*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Malvino, AP., 1996, *Prinsip-Prinsip Elektronik*, Erlangga, Jakarta.
- Pakpahan, S., 1994, *Kontrol Otomatik Teori dan Penerapan*, Erlangga, Jakarta.
- Rismawan E., Sulistiyanti S., Trisanto A., 2012, *Rancang Bangun Prototype Penjemur Pakaian Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535*. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung, Volume 1 No. 1.
- Sari M., 2010, *Sistem Kontrol*, Universitas Sumatera Utara, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/18172/3/Chapter%2011.pdf>, diakses 05-06-2015
- Zuhail, 1988, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Gramedia Jakarta.



**Ahmad Humaidi**, lahir di Sesela pada tanggal 07 Agustus 1998, menempuh pendidikan program Strata 1 (S1) di Fakultas Teknik Universitas Mataram sejak tahun 2008