

ALAT PENGUKUR PANJANG PIPA PADA PEKERJAAN SUMUR MINYAK DAN GAS BERBASIS MIKROKONTROLER

Surya Alimsyah , Davin
surya_alimsyah@yahoo.com.sg , dav1n_b3ckh4m@hotmail.com
 Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional
 Jalan Moh. Kahfi II Jagakarsa, Jakarta Selatan

ABSTRACT: *Coiled tubing is a tools that being use in some oil and gas well work. The function of coiled tubing is to deliver or convey mechanical tools, sensor, or chemical inside wellbore. As its function mentioned before, Depth and Speed parameter is become important in its working process. Its common for many of coiled tubing company is still using analog depth counter (not automatic). Although there is a company already using digital depth counter. But the depth counter is only able to read speed and depth, not included with speed and depth alarm. This paper is to design and build digital depth counter based on ATmega 2560 mikrokontroler that able to encounter analog depth counter limitation which is; easy to calibrate, changing measuring unit, measuring speed/ depth in real time, and recording working data automatically. What is more this depth counter is equipped with alarm system. This alarm function to alert the operator when there is a speed change out from the setting limit also to alert the operator when the coiled tubing depth is near depth target, and also when the coiled tubing depth already reach depth target.*
Keyword: *Coiled Tubing, Depth, Speed, Mikrokontroler ATmega 2560*

ABSTRAK: Coiled tubing adalah suatu alat yang digunakan pada beberapa jenis pekerjaan di sumur minyak dan gas. Fungsi dari coiled tubing ini adalah untuk mengantarkan alat mekanikal, sensor, atau cairan kimia ke dalam sumur. Berdasarkan fungsinya, parameter kedalaman dan kecepatan menjadi penting untuk diketahui dalam proses pekerjaannya. Pada umumnya banyak perusahaan yang masih menggunakan depth counter secara konvensional (tidak otomatis). Walaupun ada beberapa perusahaan yang sudah menggunakan depth counter digital. Tetapi depth counter digital tersebut hanya bisa membaca kecepatan dan kedalaman, tidak dilengkapi dengan sistem peringatan kecepatan, dan kedalaman disaat mencapai target. Makalah ini merancang dan membuat depth counter digital yang akan mengatasi kelemahan depth counter konvensional dalam hal kemudahan kalibrasi, pergantian satuan ukur, pengukuran kecepatan / kedalaman secara real time, dan perekaman data pekerjaan secara otomatis. Selain itu depth counter ini juga dilengkapi dengan sistem alarm. Alarm ini berfungsi untuk memberitahukan kepada operator disaat terjadi perubahan kecepatan diluar batas yang diperbolehkan, serta alarm disaat ujung coiled tubing sudah mendekati target kedalaman, dan alarm ketika coiled tubing mencapai target.

Kata Kunci: Coiled Tubing, Kedalaman, Kecepatan, Mikrokontroler ATmega 2560

1. PENDAHULUAN

Pada kegiatan pekerjaan sumur minyak dan gas coiled tubing berfungsi sebagai alat untuk memasukkan sensor, alat mekanikal, dan cairan ke dalam sumur melalui pipa. Berdasarkan fungsi pekerjaannya maka parameter kedalaman dan kecepatan menjadi sangat penting dalam pekerjaan coiled tubing.

Pada umumnya alat pembacaan kedalaman yang digunakan pada pekerjaan coiled tubing menggunakan sebuah alat depth counter yang masih conventional dan analog, tidak mudah dikalibrasi, dan tidak otomatis. Depth counter ini terdiri dari counter dan sebuah roda friksi. Roda friksi tersebut ditempelkan pada pipa dan pada saat pipa bergerak roda friksi akan berputar dan kemudian counter yang

terhubung ke shaft roda friksi akan menghitung putaran roda friksi. Pada gambar 1 bisa dilihat depth counter ini terpasang pada gulungan pipa coiled tubing. Counter yang menampilkan data kedalaman ini tersambung pada roda friksi.



Gambar 1. Coiled Tubing Depth Counter

Pada makalah ini dijelaskan suatu rancangan alat pengukur kecepatan dan kedalaman secara digital

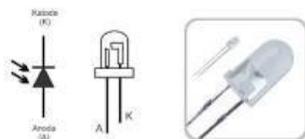
yang berbasis mikrokontroler ATmega 2560, yang ditujukan untuk mengembangkan alat pengukur konvensional. Selain mengukur kecepatan dan kedalaman, alat yang dikembangkan ini juga dilengkapi dengan fungsi otomatisasi yaitu: mencatat atau merekam data pekerjaan (kecepatan dan kedalaman) secara rutin dalam selang waktu 1 detik. Alat ini juga dilengkapi dengan alarm yang memberitahukan operator jika ujung pipa mendekati target kedalaman atau mencapai kedalaman, memberitahukan operator saat terjadi perubahan kecepatan secara mendadak.

Dengan penambahan fungsi otomatisasi tersebut diharapkan alat ini mampu mengatasi kendala – kendala yang dihadapi di lapangan, disaat masih menggunakan sistem konvensional.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Photodioda

Photodioda adalah suatu jenis dioda yang resistansinya berubah – ubah kalau cahaya yang jatuh pada dioda berubah – ubah intensitasnya. Dalam gelap nilai tahanannya sangat besar hingga praktis tidak ada arus yang mengalir. Semakin kuat cahaya yang jatuh pada dioda maka makin kecil nilai tahanannya, sehingga arus yang mengalir semakin besar. Jika photodioda persambungan p-n bertegangan balik disinari, maka arus akan berubah secara linier dengan kenaikan fluks cahaya yang dikenakan pada persambungan tersebut.



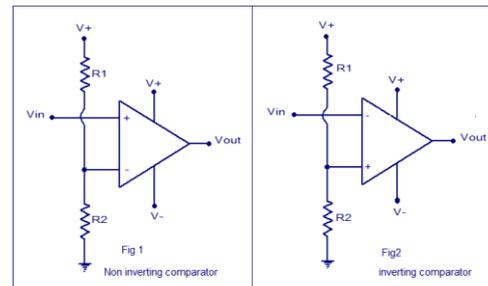
Gambar 2. Photodioda

2.2 Komparator

Komparator adalah komponen elektronik yang berfungsi membandingkan dua nilai input kemudian memberikan hasilnya, mana yang lebih besar dan mana yang lebih kecil. Komparator bisa dibuat dari konfigurasi open-loop Op Amp. Jika kedua input pada Op Amp pada kondisi open-loop, maka Op Amp akan membandingkan kedua saluran input tersebut. Hasil komparasi dua tegangan pada saluran

masuk akan menghasilkan tegangan saturasi positif (+Vsat) atau saturasi negatif (-Vsat).

Sebuah rangkaian komparator pada Op Amp akan membandingkan tegangan yang masuk pada satu saluran input dengan tegangan pada saluran input lain, yang disebut tegangan referensi. Tegangan output berupa tegangan high atau low sesuai dengan perbandingan Vin dan Vref.



Gambar 3. Op – Amp Sebagai Komparator.

Besar tegangan keluaran dari komparator tidak bersifat linier secara proporsional terhadap besar tegangan input. Terdapat dua macam komparator antara lain non inverting dan inverting seperti yang bisa dilihat pada gambar 3.

1. Komparator Tak-Membalik (Non-Inverting Comparator)

Pada Non-Inverting Comparator, tegangan input dipasang pada saluran non-inverting (+) dan tegangan referensi pada saluran inverting (-).

Pada rangkaian Non-Inverting Comparator, jika Vin lebih besar dari Vref, maka tegangan output adalah +Vsat (mendekati tegangan +VCC). Jika Vin lebih kecil dari Vref, maka tegangan output adalah -Vsat (mendekati tegangan -VEE) atau bisa dituliskan dengan rumus:

$V_{in} > V_{ref}$ maka output komparator = Vcc.

$V_{in} < V_{ref}$ maka output komparator = Vee

2. Komparator Membalik (Inverting Comparator)

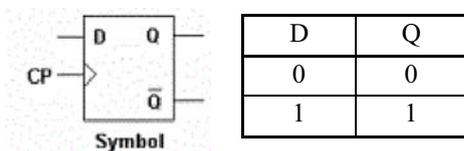
Pada Inverting Comparator tegangan input (Vin) dihubungkan pada saluran inverting (-) dan tegangan referensi (Vref) pada saluran non-inverting (+). Tegangan referensi dapat menggunakan sumber catu daya tegangan konstan atau rangkaian pembagi tegangan.

Pada saat V_{in} lebih kecil dari V_{ref} , tegangan output V_o adalah $+V_{sat}$ ($\approx +V_{CC}$). jika V_{in} lebih besar dari V_{ref} , maka tegangan output adalah $-V_{sat}$ ($\approx +V_{EE}$). Dapat dituliskan dengan rumus:

$V_{in} > V_{ref}$ maka output komparator = V_{cc} .
 $V_{in} < V_{ref}$ maka output komparator = V_{ee}

2.3 Data Flip-Flop (D-FF) Sebagai Dekoder Arah

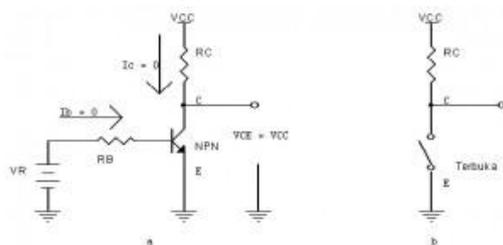
D-FF merupakan pengembangan dari SR flip-flop. Pada D-FF terdapat input D (data), input CP (clock) dan output Q dan Q'. Input D pada D-FF akan dikeluarkan pada output Q dan Q' disaat input CP mendapat perubahan dari LOW ke HIGH (dalam simbol gambar 4 D-FF aktif rising edge). Pada gambar 4 juga bisa dilihat tabel karakteristik dan simbol D-FF.



Gambar 4. Rangkaian D-FF dan Tabel Kebenarannya

2.4 Transistor Sebagai Saklar

Salah satu fungsi transistor adalah sebagai saklar yaitu bila berada pada dua daerah kerjanya yaitu daerah jenuh (*saturasi*) dan daerah mati (*cut-off*). Transistor akan mengalami perubahan kondisi dari menyumbat ke jenuh dan sebaliknya. Transistor dalam keadaan menyumbat dapat dianalogikan sebagai saklar dalam keadaan terbuka, sedangkan dalam keadaan jenuh seperti saklar yang menutup. Disaat transistor mendapatkan arus pada pin basisnya maka transistor akan berada pada daerah saturasi, sedangkan sebaliknya disaat pin basisnya tidak diberi arus maka transistor pada daerah cut off.



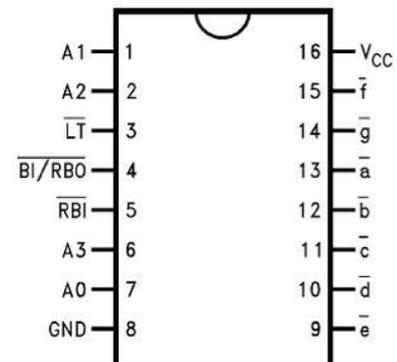
Gambar 5. Rangkaian Transistor Sebagai Saklar

2.5 Dekoder BCD To Seven Segment.

Dekoder BCD ke seven segment digunakan untuk menerima masukan BCD 4-bit dan

memberikan keluaran yang melewati arus melalui segmen untuk menampilkan angka decimal pada display seven segment. Jenis dekoder BCD ke seven segment ada dua macam yaitu dekoder yang berfungsi untuk menyalakan seven segment mode common anode dan dekoder yang berfungsi untuk menyalakan seven segment mode common cathode.

IC 74LS47 merupakan dekoder BCD ke seven segment yang berfungsi untuk menyalakan seven segment mode common anode.



Gambar 6. IC Dekoder 7447 BCD to Seven Segment.

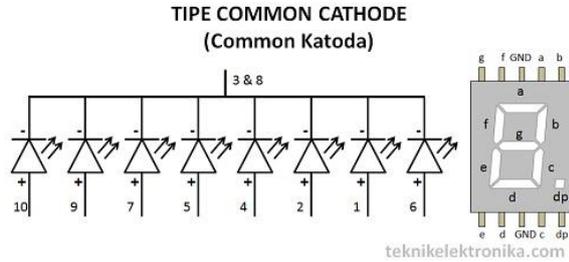
Tabel 1. Logika IC Dekoder 74LS47

D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	7-LED
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	2
0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	3
0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	6
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	9
1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

2.6 Seven Segment Display

Seven-segment display (SSD) adalah salah satu perangkat layar untuk menampilkan sistem angka desimal yang merupakan alternatif dari layar dot-matrix. Layar tujuh segmen ini seringkali digunakan pada jam digital, meteran elektronik, dan perangkat elektronik lainnya yang menampilkan informasi

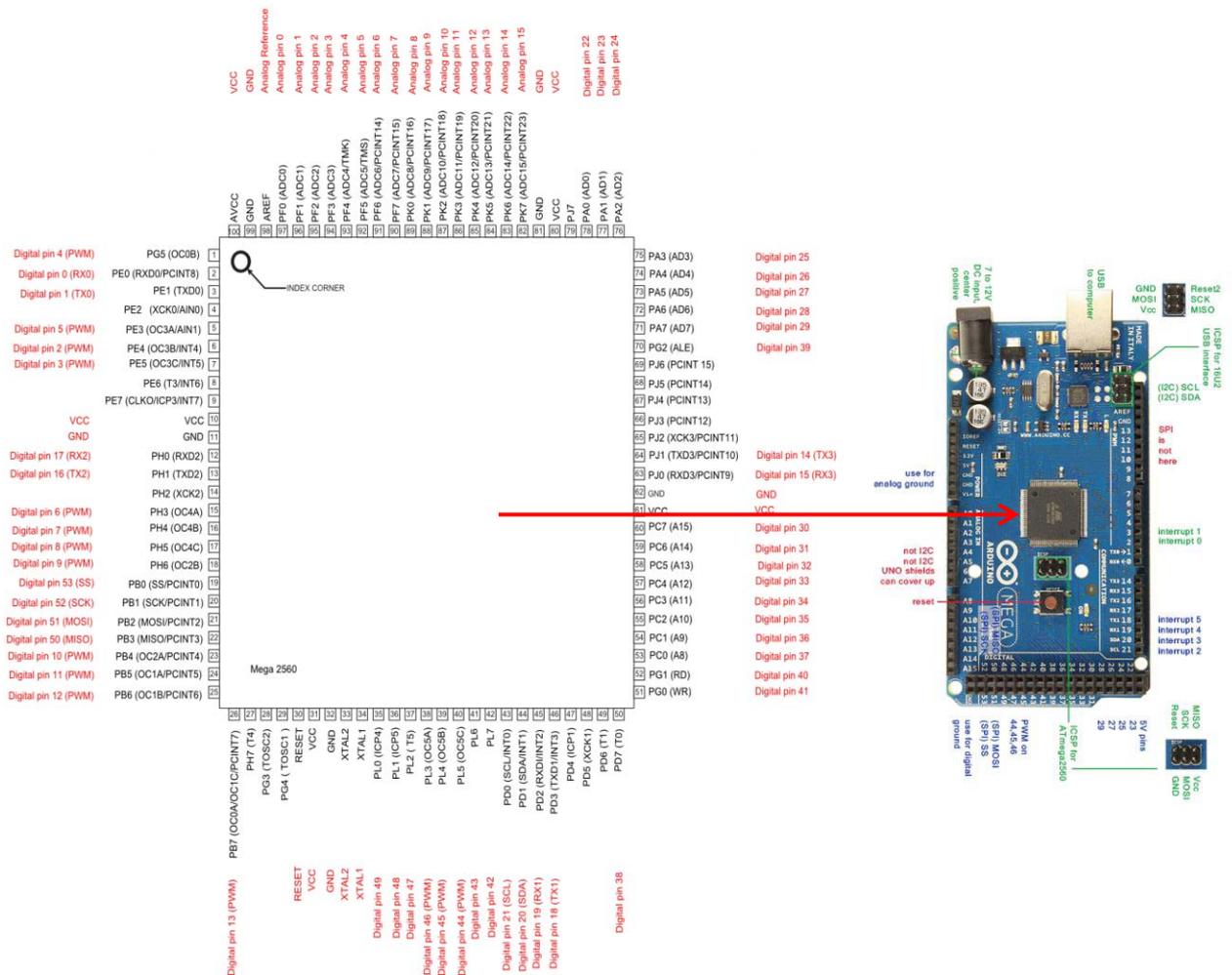
numerik. Ide mengenai layar tujuh segmen ini sudah cukup tua. Pada tahun 1910 misalnya, sudah ada layar tujuh segmen yang diterangi oleh lampu pijar yang digunakan pada panel sinyal kamar ketel suatu pembangkit listrik.



Gambar 7. Seven Segment Display Common Anode

2.7 Mikrokontroler ATmega 2560 Pada Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 adalah papan mikrokontroler ATmega 2560, berdasarkan datasheet memiliki 54 pin digital input dan output. (dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 16 analog input, 4 UART (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter), osilator kristal 16 MHz., koneksi USB, jack listrik, Header ICSP (In-Circuit Serial Programming), dan tombol reset. semuanya diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya menghubungkannya ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau power dengan adaptor AC-DC, atau baterai.



Gambar 8. Pemetaan Pin ATmega 2560 Pada Papan Arduino Mega 2560

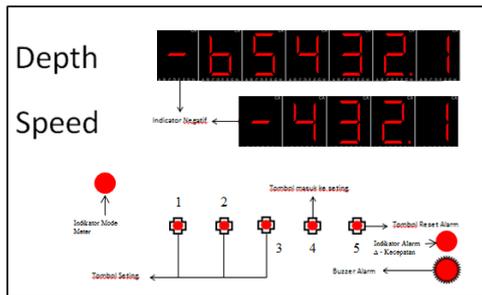
3. METODOLOGI

3.1 Rancangan Sistem

Konsep rancangan dari alat pengukur panjang pipa ini adalah menampilkan data kedalaman dan kecepatan secara realtime. Untuk data kedalaman, indikator negatif menyatakan bahwa ujung pipa berada diatas permukaan tanah. Pada tampilan kecepatan, indikator negatif menyatakan arah gerakan pipa sedang keluar dari sumur.

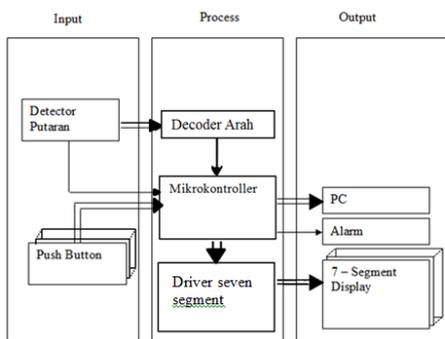
Dilengkapi perubahan mode pengukuran dari meter ke feet dan sebaliknya tanpa melakukan perubahan fisik pada alat pengukuran ini. Selain perubahan satuan ukur alat ini juga mampu mengkalibrasi ukuran roda friksi tanpa diharuskan mengganti roda friksi yang baru.

Pada alat ini juga terdapat fungsi alarm yang akan memberitahukan kepada operator apabila kedalaman ujung pipa telah mendekati target atau mencapai target kedalaman. Selain itu terdapat juga alarm apabila terjadi perubahan kecepatan secara mendadak lebih dari batas yang ditentukan. Alat ini juga akan merekam data kedalaman dan kecepatan dalam selang waktu setiap 1 detik.



Gambar 9. Konsep Tampilan Pengukuran

3.2 Rancangan Hardware.



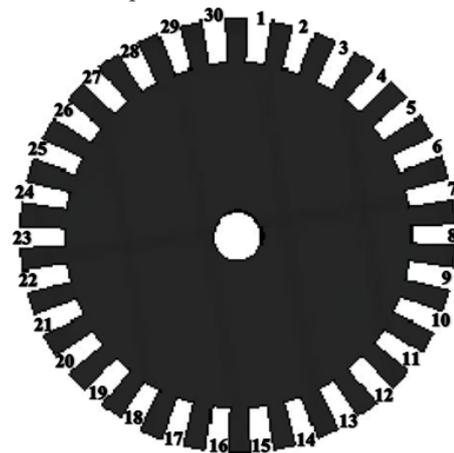
Gambar 10. Diagram Blok Sistem

Detektor putaran adalah roda encoder yang sumbuinya digandengkan secara langsung dengan

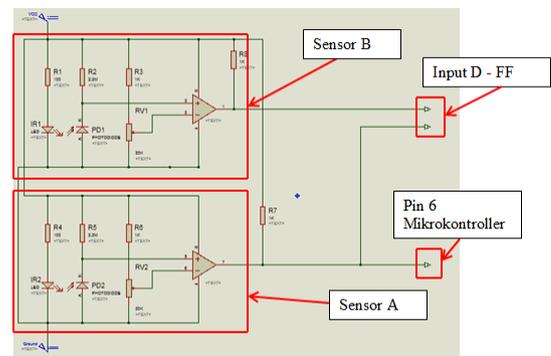
roda friksi. Kemudian roda encoder ini akan dibaca oleh 2 buah sensor photodiode untuk menentukan arah putarannya.

FaktorK merupakan suatu faktor konstan yang digunakan sebagai faktor pengali oleh mikrokontroler untuk menghitung jarak tempuh. **FaktorK** dituliskan dalam jarak / pulse.

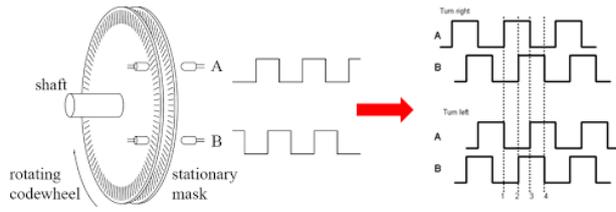
Roda encoder ini berupa sebuah roda piringan yang dilubangi menjadi celah cahaya. Roda encoder pada alat ini memiliki 30 celah cahaya. Sehingga 1 putaran penuh roda encoder akan menghasilkan 30 sinyal clock. Oleh karena sumbu roda encoder ini terhubung langsung dengan sumbu roda friksi maka setiap roda friksi berputar satu putaran penuh maka akan menghasilkan 30 sinyal clock. Dengan demikian maka bisa dihitung nilai **faktorK**. Keliling roda friksi/30 pulse = **faktorK** (meter.pulse). Pada alat ini roda friksi yang akan digunakan berdiameter 14cm. sehingga nilai **faktorK** roda friksi ini adalah: 0.01466 meter / pulse



Gambar 11. Roda Encoder



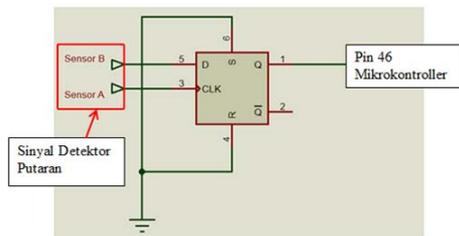
Gambar 12. Rangkaian Detektor Putaran



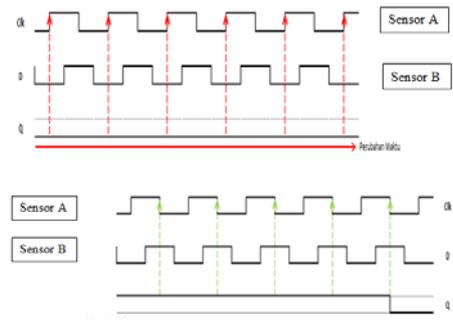
Gambar 13. Roda Encoder Dan Sensor Photo Dioda.

Output dari detektor putaran berupa sinyal quadrature yang berupa 2 buah clock yang berbeda phasanya 180 derajat.

Detektor putaran akan memberikan sinyal kepada dekoder arah. Dekoder arah akan menentukan arah gerakan dari pipa, apakah sedang masuk ke dalam sumur (CW) atau sedang keluar dari sumur (CCW). Dekoder arah menggunakan D-FF. berdasarkan cara kerjanya D-FF akan mampu membedakan arah gerakan pipa dengan menggunakan sinyal quadrature tersebut.

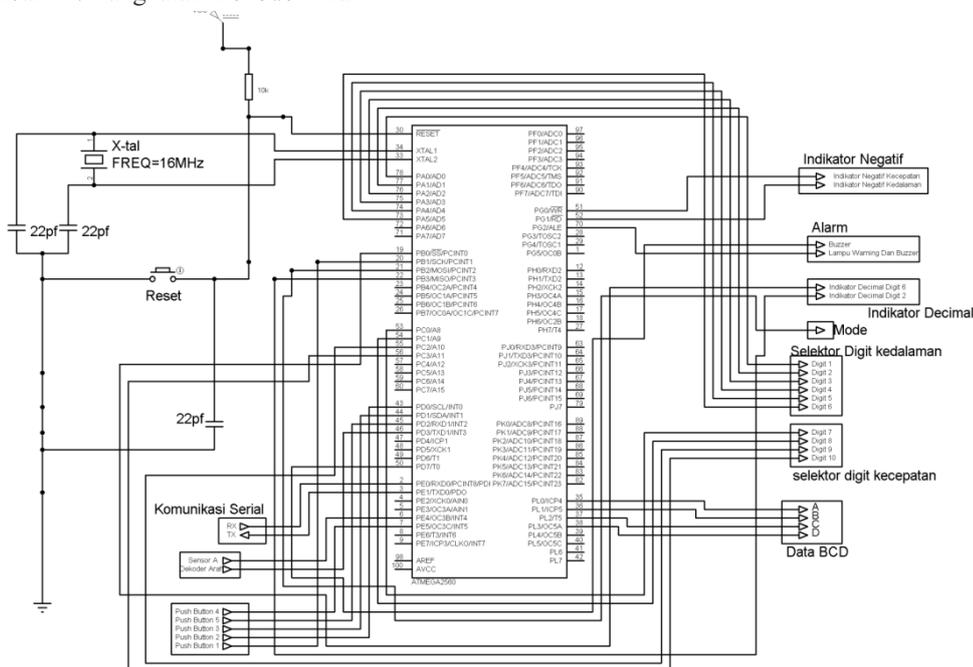


Gambar 14. Rangkaian Dekoder Arah



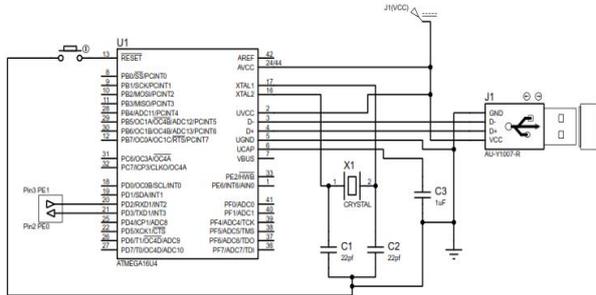
Gambar 15. Sinyal Quadrature Dan Output Dekoder Arah.

Data dari detektor putaran dan dekoder arah akan diterima oleh mikrokontroler. Dan mikrokontroler akan melakukan perhitungan secara software untuk mendapatkan data kedalaman dan kecepatan. Setelah melakukan perhitungan mikrokontroler akan membandingkan hasil dari perhitungan dengan nilai yang dimasukkan oleh operator melalui push button. Dengan melakukan perbandingan ini maka mikrokontroler akan memberitahukan operator bahwa ujung pipa mendekati target, atau mencapai target. Selain itu mikrokontroler juga akan memberitahukan kepada operator apabila terjadi perubahan kecepatan gerak pipa yang melebihi batas yang ditentukan sebelumnya.



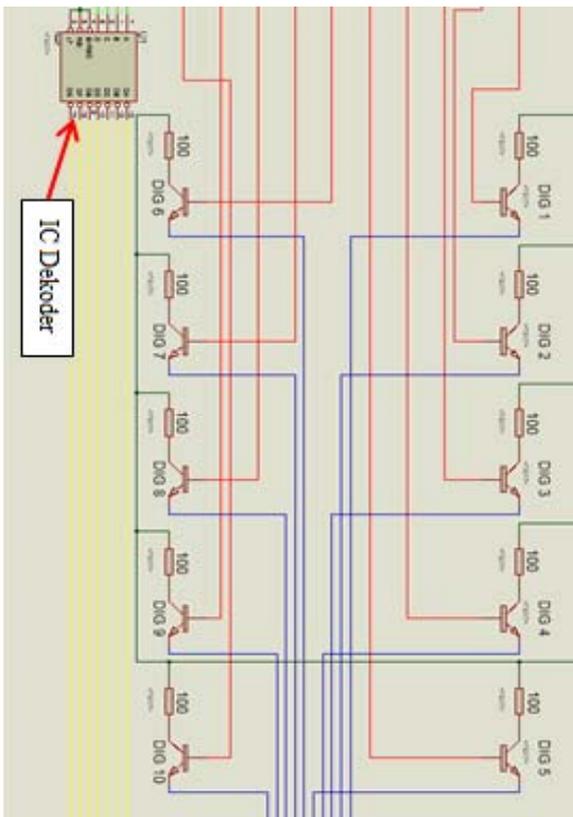
Gambar 16. Rangkaian Mikrokontroler

Disaat yang bersamaan mikrokontroler juga akan mengirim data kepada PC untuk direkam pada Excel melalui komunikasi serial, dan mikrokontroler juga mengirimkan data pada tampilan seven segment melalui driver seven segment.



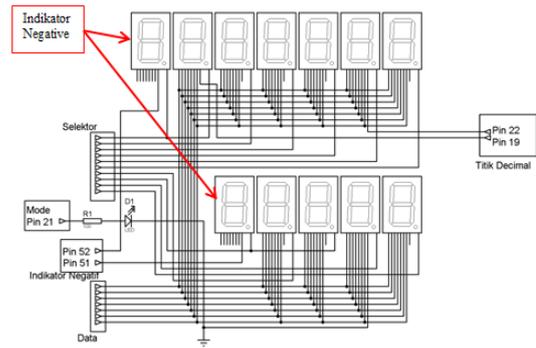
Gambar 17. Rangkaian Komunikasi Serial

Rangkaian seven segment ini terdiri dari rangkaian dekoder BCD to Seven Segment dan Transistor switching.



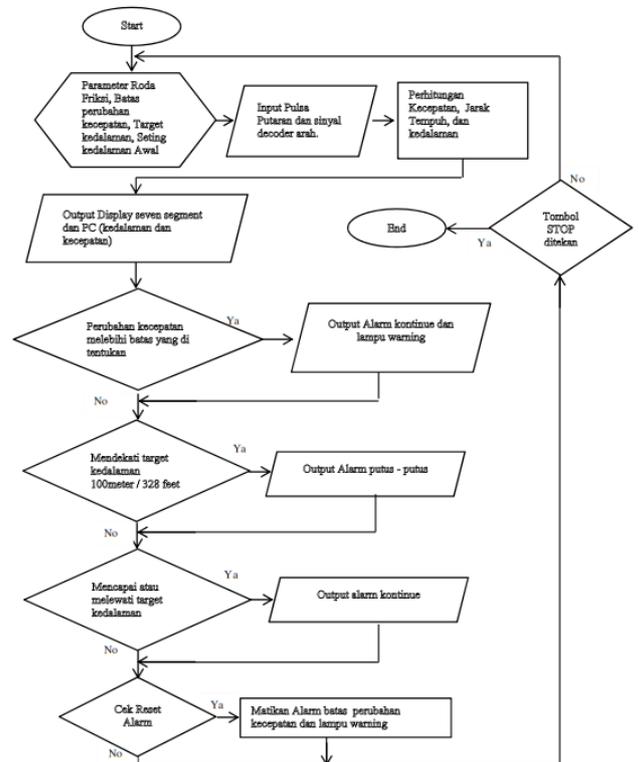
Gambar 18. Rangkaian Driver 7 Segment

Output dari seven segment driver ini akan masuk ke rangkaian seven segment display.



Gambar 19. Rangkaian Driver Seven Segment

3.3 Rancangan Software



Gambar 20. Flowchart Program Mikrokontroler

Gambar 20 merupakan flow chart pemrograman mikrokontroler alat pengukur panjang pipa. Proses pertama dari flowchart tersebut adalah operator memasukkan nilai setelan parameter **FaktorK**, batas perubahan kecepatan, target keadalaman, dan kedalaman (kedalaman yang diinginkan untuk memulai pekerjaan). Setelah itu mikrokontroler akan menerima input dari detector putaran berupa clock. dan juga sinyal dari dekoder arah. Dari input detektor

putaran mikrokontroler akan menghitung jumlah clock (pulsa) untuk mendapatkan jarak tempuh.

Kemudian mikrokontroler akan menghitung kecepatan dari gerakan pipa dalam satuan waktu tertentu. Disaat bersamaan mikrokontroler juga memeriksa sinyal arah dari dekoder arah. Dengan mengetahui jarak tempuh dan arah gerakan pipa. Mikrokontroler akan mendapatkan kedalaman dari ujung pipa. Data kecepatan dan kedalaman yang telah dihitung akan ditampilkan ke seven segment dan PC.

Mikrokontroler akan membandingkan perubahan kecepatan dari data sebelumnya dengan kecepatan terakhir yang diterima. Jika nilai selisih kecepatan tersebut sama atau diatas batas perubahan kecepatan yang diperbolehkan maka mikrokontroler akan menyalakan alarm continue dan lampu warning. Setelah membandingkan perubahan kecepatan mikrokontroler akan mengecek apakah kedalaman ujung pipa mendekati target kedalaman yang dimasukkan di awal proses. Apabila nilai kedalaman mendekati target kedalaman, maka mikrokontroler akan menyalakan alarm secara putus – putus. Kemudian mikrokontroler akan mengecek apakah kedalaman ujung pipa telah mencapai target. Jika ujung pipa telah mencapai target / melewati target kedalaman, maka mikrokontroler akan membunyikan alarm continue tanpa lampu warning. Untuk mematikan alarm dan lampu warning mikrokontroler akan mengecek apakah tombol reset telah ditekan / belum. Sedangkan untuk mematikan alarm karena mendekati target atau mencapai target. Operator harus menekan tombol reset PB5.

4. HASIL DAN BAHASAN

4.1 Pengujian Proses Pengukuran Kedalaman Dan Fungsi Alarm Mendekati / Mencapai Target Dan Perekaman Data

Pengujian ini dilakukan dengan cara melewati pipa pada roda friksi. Setelah itu hasil yang dibaca dibandingkan dengan nilai aktual panjang pipa. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menguji keberhasilan proses pengukuran panjang pipa hingga menampilkan hasil pengukuran pada seven segment. Selain itu juga menguji keberhasilan fungsi alarm ketika ujung pipa mendekati dan mencapai target kedalaman yang ditentukan dan disaat yang bersamaan sekaligus menguji hasil kerja dari

keduanya sedangkan pengujian 5 adalah pengujian perekaman data hasil pengukuran, yang maksud dan tujuannya adalah untuk menguji keberhasilan otomatisasi proses pencatatan hasil ukur secara rutin.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pengukuran Panjang Pipa

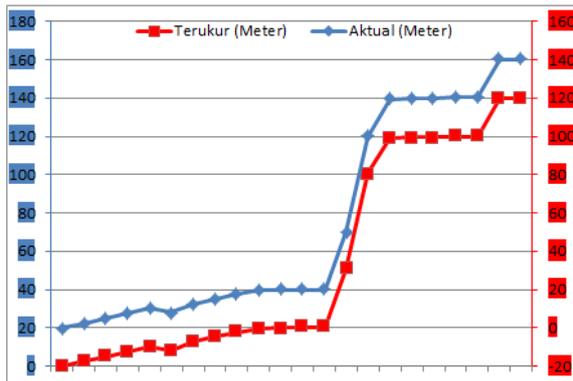
Waktu	Panjang Pipa Aktual	Tampilan 7 Segment	Alarm
9:29:00	0	0	Tidak Aktif
9:30:45	2.5	2.4	Tidak Aktif
9:32:13	5	4.9	Tidak Aktif
9:33:45	7.5	7.4	Tidak Aktif
9:35:50	10	10	Tidak Aktif
9:37:16	8	8.2	Tidak Aktif
9:40:00	12.5	12.9	Tidak Aktif
9:41:10	15	15.1	Tidak Aktif
9:42:05	17.5	17.5	Tidak Aktif
11:15:55	19.5	19.6	Tidak Aktif
11:16:30	19.8	19.9	Tidak Aktif
11:17:15	19.9	20	Alarm Putus – Putus
11:18:15	20	20.1	Alarm Putus – Putus
11:32:38	50	50.8	Alarm Putus – Putus
12:36:45	100	100.7	Alarm Putus – Putus
12:43:30	119.5	119.7	Alarm Putus – Putus
12:45:00	119.7	119.9	Alarm Putus – Putus
12:45:30	119.8	120	Alarm Kontinue
12:46:00	120	120.1	Alarm Kontinue
12:50:48	140	139.5	Alarm Kontinue
12:50:48	140	139.5	Alarm Kontinue
12:51:05	140	139.5	Tidak Aktif

Roda Friksi bergerak CCW

Gambar 21. Hasil Perekaman Data Pada Excel.

Tabel 2 dan gambar 21 menunjukkan alat ini bisa mengukur panjang pipa yang lewat serta merekamnya. Selain itu fungsi alarm pada alat ini juga bekerja disaat mendekati target dan mencapai target kedalaman.

Pada hasil pengukuran terdapat sedikit perbedaan antara hasil aktual dan nilai pengukuran. Perbedaan hasil pengukuran ini apabila dirata-ratakan sekitar 99.1%. Apabila ditunjukkan dengan menggunakan grafik maka bisa dilihat hasil pengukuran alat ini menunjukkan trend yang sama dengan nilai aktual panjang pipa.



Gambar 22. Grafik Hasil Pengukuran dan Nilai Aktual

4.2 Pengujian Proses Pengukuran Kecepatan Dan Fungsi Alarm Perubahan Kecepatan Gerak Pipa

Pengujian ini dilakukan dengan cara menyambungkan motor DC dengan sumbu roda friksi. Kemudian roda DC diatur kecepatannya dengan menggunakan pengatur kecepatan, lalu putaran dari roda friksi diukur dengan menggunakan tachometer. Hasil dari pengukuran tachometer berupa RPM yang kemudian dikonversi menjadi nilai kecepatan dalam meter/min. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menguji keberhasilan proses pengukuran kecepatan gerak pipa hingga menampilkan hasil pengukuran pada seven segment. Selain itu juga menguji keberhasilan fungsi alarm ketika perubahan kecepatan gerak pipa melebihi batas yang ditentukan, dan disaat yang bersamaan sekaligus menguji hasil kerja dari keduanya.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kecepatan Pipa

Kecepatan Tampilan 7 segment pertama (M/min)	Kecepatan Tampilan 7 segment kedua (M/min)	Kecepatan Tampilan 7 segment ketiga (M/min)	Tachometer pertama (RPM)	Tachometer kedua (RPM)	Tachometer ketiga (RPM)	Alarm	Lampu Warning
21.9	22.8	23.7	53.9	48.0	52.1	Tidak Aktif	Tidak Aktif
43.9	44.1	44.1	101.0	101.0	97.2	Tidak Aktif	Tidak Aktif
60.6	61.5	60.6	137.2	140.4	136.6	Tidak Aktif	Tidak Aktif
14.9	15.8	16.7	38.6	33.1	33.1	Tidak Aktif	Tidak Aktif
Berhenti	Berhenti	Berhenti	Berhenti	Berhenti	Berhenti	Aktif	Aktif
14.9	15.8	16.7	38.6	33.1	33.1	Aktif	Aktif
-20.2	-21.1	-21.9	47.8	45.6	46.1	Tidak Aktif	Tidak Aktif
-41.3	-40.4	-40.4	93.8	91.8	93.2	Tidak Aktif	Tidak Aktif
-61.5	-62.4	-62.4	142.0	138.3	141.4	Tidak Aktif	Tidak Aktif
-17.5	-15.8	-16.7	38.3	34.8	36.3	Tidak Aktif	Tidak Aktif
Berhenti	Berhenti	Berhenti	Berhenti	Berhenti	Berhenti	Aktif	Aktif
-17.5	-15.8	-16.7	38.3	34.8	36.3	Aktif	Aktif

Pada table 3 bisa dilihat nilai pengukuran kecepatan pipa. Hasil dari tachometer harus dikonversikan

menjadi M/min untuk dibandingkan dengan nilai pengukuran oleh alat pengukur panjang pipa ini.

Tabel 4. Hasil Konversi RPM Menjadi M/Min

Tampilan seven segment rata - rata (M/min)	Tachometer rata- rata (RPM)	Tachometer rata - rata (M/min)	Akurasi (%)
22.8	51.3	22.57	99
44	99.7	43.86	99.6
60.9	138.1	60.72	99.7
-21.1	46.5	20.45	96.9
-40.7	92.9	40.87	99.5
-62.1	140.6	61.82	99.5
Rata - Rata Akurasi			99

Bisa dilihat pada table 4 keakuratan alat ini pada pengukuran kecepatan mencapai 99%.

4.3 Pengujian Proses Perubahan Satuan Ukur

Pengujian ini dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian 1 hanya saja pada pengujian ini nilai **faktorK** yang sebelumnya menggunakan meter/min di ubah menjadi feet/min dengan cara nilai **faktorK** yang sebelumnya 0.01466 meter/min dikali dengan 3.281 maka akan didapat 0.04819 feet/min.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menguji kemudahan proses pengubahan satuan ukur serta keakuratan hasil ukurnya dalam satuan terkait.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Panjang Pipa Dalam Satuan Feet

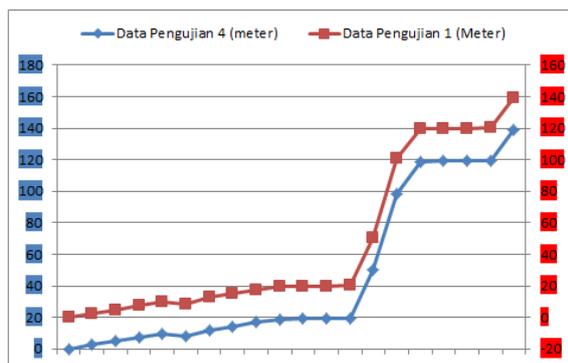
Panjang Pipa Aktual (ft)	Tampilan 7 segment (ft)
0.0	0
8.2	7.9
16.4	15.7
24.6	23.7
32.8	31.7
26.2	25.2
41.0	39.5
49.2	47
57.4	55.1
64.0	61.6
65.0	62.6
65.3	62.8
65.6	62.9
164.0	164.9
328.1	323.4
392.1	389.9
392.7	390.6
393.0	390.8
393.7	391.5
459.3	456.1

Sebelum dianalisa hasil pengukuran tersebut nilainya akan diubah terlebih dahulu menjadi satuan meter dan kemudian hasil ukurnya dibandingkan dengan hasil pengukuran pengujian pada sub bab 4.1.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Pengukuran 4.1 dan 4.3

Panjang Pipa Aktual (meter)	Tampilan 7 Segment		
	Data Pengujian 4 (feet)	Data Pengujian 4 (meter)	Data Pengujian 1 (Meter)
0	0	0	0
2.5	7.9	2.4	2.4
5	15.7	4.8	4.9
7.5	23.7	7.2	7.4
10	31.7	9.7	10
8	25.2	7.7	8.2
12.5	39.5	12.0	12.9
15	47	14.3	15.1
17.5	55.1	16.8	17.5
19.5	61.6	18.8	19.6
19.8	62.6	19.1	19.9
19.9	62.8	19.1	20
20	62.9	19.2	20.1
50	164.9	50.3	50.8
100	323.4	98.6	100.7
119.5	389.9	118.8	119.7
119.7	390.6	119.1	119.9
119.8	390.8	119.1	120
120	391.5	119.3	120.1
140	456.1	139.0	139.5

Berdasarkan table 6 terlihat terdapat sedikit perbedaan hasil ukur tetapi apabila digambarkan secara grafik maka bisa dilihat grafik hasil pengujian 4.1 sama persis dengan grafik 4.3



Gambar 23. Grafik Hasil Pengujian 4.1 dan 4.3

4.4 Pengujian Proses Pengkalibrasian Roda Friksi

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengganti roda friksi diameter 14 cm dengan roda friksi

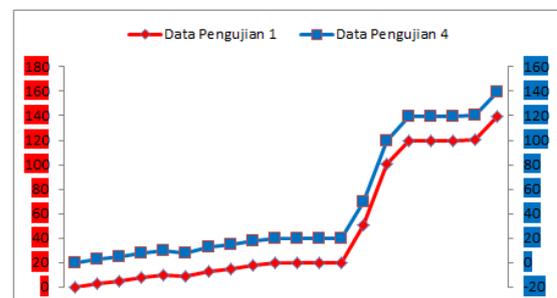
diameter 13 cm. Dengan mengganti diameter roda yang lebih kecil maka nilai **faktorK** harus di sesuaikan dengan roda friksi yang baru. Untuk roda friksi diameter 13 cm nilai **faktorK**nya adalah 0.01362meter/pulse.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menguji proses penyesuaian diameter real roda friksi dikaitkan dengan keakuratan hasil pengukuran.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Panjang Pipa Dengan Roda Friksi Diameter 13 cm

Total panjang pipa yang lewat (meter)	Tampilan 7 segment kedalaman (meter)
0	0
2.5	2.4
5	4.9
7.5	7.4
10	9.9
8	7.9
12.5	12.5
15	14.9
17.5	17.4
19.5	19.3
19.9	19.8
20	19.9
20.1	20
50	49.5
100	99.5
119.5	119.1
119.9	119.6
120	119.7
120.3	119.9
120.4	120
140	139.4

Berdasarkan table 7, nilai hasil pengukuran dengan menggunakan friksi diameter yang lebih kecil (13 cm) terlihat mendekati nilai actual. Apabila nilai hasil pengukuran ini dbandingkan dengan nilai hasil pengujian pada 4.1 maka akan terlihat grafik yang sama seperti yang terlihat pada gambar 24.



Gambar 24. Grafik Hasil Pengujian 4.1 dan 4.4

5. SIMPULAN

Dari hasil dan analisa pengujian 1 – 5 pada alat yang buat, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat Pengukur Panjang Pipa ini memiliki keakurasian 99% pada pengukuran kedalaman dan kecepatannya.
2. Fungsi alarm mendekati target, kecepatan dan perubahan kecepatan sesuai dengan pemrograman mikrokontroler yang dirancang, hanya saja keakurasian dari alarm terhadap kedalaman dan kecepatan aktual bergantung pada keakurasian pengukuran alat ini.
3. Alat Pengukur Panjang Pipa ini mampu mengukur dalam 2 satuan yaitu meter dan feet.
4. Alat Pengukur Panjang Pipa ini mampu mengukur dengan menggunakan roda friksi yang ukurannya berbeda.
5. Hasil pengukuran pada alat ini berhasil direkam secara rutin pada Microsoft Excel dengan selang waktu setiap 1 detik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] http://www.slb.com/services/well_intervention/coiled_tubing.aspx
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Coiled_tubing
- [3] Ryan Ferdy Permadi. 2012. <https://ryankudeta.wordpress.com/2012/12/17/pengertian-photodioda/>
- [4] Agus Purnama. 2013. <http://elektronika-dasar.web.id/data-flip-flop-d-flip-flop/>
- [5] Agus Purnama. 2012. <http://elektronika-dasar.web.id/transistor-sebagai-saklar/>
- [6] Agus Purnama. 2012. <http://elektronika-dasar.web.id/dekoder-ftl-bcd-ke-7-segment/>
- [7] Dickson Kho. <http://teknikelektronika.com/pengertian-seven-segment-display-layar-tujuh-segmen/>
- [8] <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardsMega>
- [9] Handayani Saptaji W. 2015. Mudah Belajar Mikrokontroler Dengan Arduino. Jakarta: Penerbit Widya Media
- [10] Ron Mancini. 2003. Op Amps For Everyone Design Reference second edition. US: Penerbit: Texas Instruments