

RANCANG BANGUN PENGENDALI OTOMATIS PADA MESIN OIL SEPARATOR BERBASIS PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)

Eva Damayanti
Dosen Teknik Elektro Politeknik TEDC Bandung
E-mail: vaddel_eva@yahoo.com

Abstrak

Dengan adanya perkembangan teknologi yang semakin maju motor tidak lepas dari kehidupan manusia terutama dalam bidang industri dan otomotif. Motor tidak lepas dari aktivitas manusia dalam menggerakkan atau menjalankan segala sesuatu, akan tetapi hal tersebut dibutuhkan suatu teknik pengontrolan yang tepat untuk mengendalikan kecepatan motor DC. Salah satu metode yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan adalah dengan metode yang digunakan untuk mengendalikan motor DC adalah dengan metode PWM yaitu dengan mengatur lebar pulsa. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengatur tegangan pada motor DC dengan metode PWM menggunakan PLC OMRON CP1E NA20DT-D sehingga dihasilkan nilai kecepatan berdasarkan nilai duty cycle yang dimasukkan. Prinsip metode ini menggunakan konsep switch ON/OFF yang mengatur lama waktu pemberian tegangan konstan pada motor DC dalam periode yang tetap. Kecepatan putar diatur dengan menentukan perbandingan lebar pulsa diatur dengan menentukan perbandingan lebar pulsa tinggi dan pulsa rendah dalam frekuensi yang tetap. Pengaturan lebar pulsa ini dilakukan dengan intruksi PWM yang ada pada PLC OMRON CP1E NA20DT-D dengan mengatur lebar off dutycycle pada sinyal PWM yang dihasilkan oleh PLC.

Kata kunci : Pulse Width Modulated, Programmable Logic Controller, Motor Direct Current.

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Perkembangan teknologi otomasi pada saat ini telah sedemikian pesatnya seiring tuntutan manusia yang ingin mengotomasikan semua peralatan yang ada. Otomasi merupakan salah satu realisasi dari perkembangan teknologi, kebutuhan akan sistem kendali yang efisien dan mampu meningkatkan kualitas dan hasil industri menjadi sedemikian penting. Untuk itu perlu dikembangkan suatu sistem secara otomatis untuk menghasilkan hasil produksi.

Di dalam dunia industri logam banyak mesin-mesin yang sudah berkembang dengan teknologi terbaru untuk memudahkan proses kerja dan mendapatkan yang baik, salah satunya yaitu mesin CNC yang digunakan untuk mengontrol sistem mekanik mesin-mesin perkakas dan pemotongan logam dibutuhkan coolant sebagai

bahan pendingin dan media flush untuk membawa chip hasil dari proses machining keluar dari cutting zone.

Dari hasil pemotongan sering terjadi produk yang kurang baik atau *Not Good* (NG) yang diakibatkan oleh injeksi slideway oil dan kebocoran sistem hidrolik yang kemudian menyebabkan oli-oli tersebut bercampur dengan coolant dan mengkontaminasi tangki coolant dan mengganggu pada saat pemotongan logam, untuk mengatasinya coolant di dalam tangki mesin harus di kuras dan mengganti dengan coolant yang baru secara manual, kemudian membuang coolant yang telah tercampur oli menjadi limbah pabrik yang akan menyebabkan pencemaran air di lingkungan sekitar industri tersebut. Dari hal diatas penulis mencoba merealisasikan alat yang dapat memisahkan coolant dari oli secara otomatis

agar coolant dapat digunakan kembali dan memudahkan, Diharapkan dengan adanya mesin ini dapat mengurangi pencemaran lingkungan pada lingkungan industri yang menggunakan coolant Sebagai pendingin benda kerja dan mengurangi produk yang *Not Good* (NG) dari hasil pemotongan benda pada mesin-mesin pemotong logam.

Kelebihan dari sistem ini adalah penggunaan sensor di tank sebagai pengukuran level pada tank untuk mengontrol membuka atau menutup katup solenoid dan penggunaan *Pulse Width Modulated* (PWM) untuk mengontrol kecepatan putaran pada disk skimmer agar coolant tidak berserakan dan oli yang terangkat tidak membawa coolant.

Agar sistem ini dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan, diperlukan sistem pengontrolan yang lebih baik terutama harus mempunyai keandalan yang tinggi. Sistem pengontrolan yang banyak diterapkan saat ini menggunakan sistem pengendalian berbasis *Programmable Logic Control* (PLC) dan mikrokontroler, kedua sistem ini memberikan kemudahan dalam melakukan pengontrolan.

1.2 Tujuan

Tujuan dan manfaat yang ingin dicapai dalam penyusunan penelitian ini adalah Merancang sistem kontrol pada Mesin Oil Separator berbasis PLC (Programmable Logic Controller serta mengaplikasikan PWM (Pulse Width Modulated) dengan pengolahan sinyal analog pada PLC.

1.3 Batasan Masalah

Untuk memaksimalkan kinerja penelitian yang dibuat serta menghindari terjadinya kesalahan persepsi mengenai fokus dan isi penelitian. Dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Media kontroler yang digunakan adalah PLC OMRON CP1E NA20DT-D.
2. Menggunakan driver untuk memproses PWM dari outputan PLC.
3. Sistem kontrol untuk mengendalikan putaran disk skimmer adalah PWM.
4. Duty cycle pada kontrol ini adalah konstan.
5. Sistem pada kontrol ini adalah close loop.

Pengukuran volume air yang berukuran liter pada tank di ukur secara manual.

2. Dasar Teori

2.1 Oil separator

Oil separator adalah alat yang digunakan untuk memisahkan partikel cair yang berada diatas

cairan lain atau cairan yang mengambang. Karena cairan tersebut tidak homogen, dan yang sering kita temui adalah cairan minyak yang mengambang diatas cairan air untuk Massa jenis air 1 gram/cm³ sedangkan massa jenis minyak 0,8 gram/cm³. Alat ini cukup efektif untuk memisahkan minyak dengan air, dimana jenis dari oil separator ini bermacam-macam. Di banyak industri manufaktur, alat ini digunakan untuk memisahkan kandungan oli yang tercampur dengan cairan pendingin (coolant) baik pada proses heat treatment, cutting, grinding, dan milling. Dimana oli ini biasanya mengalir dari slide, dan bagian mesin lain yang membutuhkan pelumasan. Akibat dari kandungan oli yang tercampur ini menyebabkan coolant tidak berfungsi dengan optimal sehingga perlu dipisahkan antara oli dengan coolant.

Oil Skimmer juga sering digunakan untuk mengangkat tumpahan minyak di laut akibat kapal tanker yang bocor atau yang lainnya. Di industri perhotelan atau di restoran biasanya minyak nabati sisa-sisa proses memasak juga perlu dipisahkan agar tidak menyumbat saluran air atau yang sering dilakukan adalah untuk menurunkan biaya proses *Waste Water treatment* (WWT) agar tidak terjadi pencemaran lingkungan.

Ada dua cara kerja dari alat Oil Separator, dengan cara menggunakan belt dan disk, sehingga disebut Belt Skimmer dan Disk skimmer, dimana bahan material juga ada beberapa yang berbahan plastik dan logam pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. (a) Disk skimmer dan (b) Belt skimmer



Gambar 2.2 Coolant.

Cutting-coolant fluid merupakan bagian dari *metalworking fluid* (MWF). Berdasarkan cara pengaplikasiannya, MWF ini sebenarnya dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu:

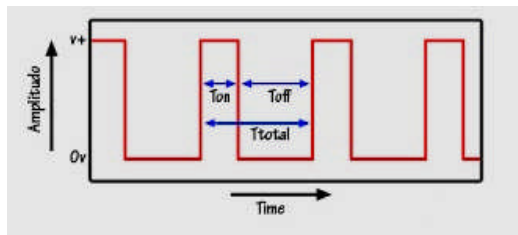
1. Neat oil, penggunaannya tidak perlu dicampur dengan air.
2. Water mixable cutting fluid, penggunaannya dicampur dengan air.

Perusahaan-perusahaan yang menggunakan proses machining dalam produksi tentu tidak asing lagi dengan cutting coolant fluid. Fluida ini memiliki peranan penting dalam proses machining, yakni:

1. Sebagai media pendingin/pemindah panas sehingga menghindarkan terjadinya thermal deformation.
2. Memberikan lubrikasi pada saat proses machining sehingga meningkatkan kualitas produk jadinya. (Dari dua fungsi utama ini – pendingin dan lubrikasi – penulis lebih senang menyebutnya sebagai cutting-coolant fluid.
3. Sebagai media flush untuk membawa chip hasil dari proses machining keluar dari cutting zone.

2.3 Pulse Width Modulated.

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa Contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, audio effect dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya.



Gambar 2.3. sinyal PWM

Aplikasi PWM biasanya berupa, pengendalian kecepatan motor DC, Pengendalian Motor Servo, Pengaturan nyala terang LED

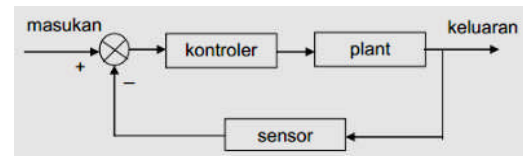
2.4 Sistem Kontrol ON/OFF

Sistem kontrol ON – OFF berfungsi untuk menghasilkan sistem kontrol yang tetap (discrete). Salah satu contohnya adalah menyalakan dan mematikan sebuah motor listrik. Sistem kontrol hanya memiliki dua perintah untuk motor listrik tersebut, yaitu perintah start dan stop saja.

Sedangkan pada sisi motor, ia juga hanya memiliki dua feedback yaitu motor berputar dan motor berhenti berputar.

2.5 Sistem Kontrol Close loop.

Sistem kontrol lup tertutup adalah sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan, sistem kontrol lup tertutup juga merupakan sistem kontrol berumpan balik. Sinyal kesalahan penggerak, yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik (yang dapat berupa sinyal keluaran atau suatu fungsi sinyal keluaran atau turunannya, diumpankan ke kontroler untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati harga yang diinginkan. Dengan kata lain, istilah "lup tertutup" berarti menggunakan aksi umpan – balik untuk memperkecil kesalahan sistem.



Gambar 2.4 Close Loop

menunjukkan hubungan masukan dan keluaran dari sistem kontrol lup tertutup. Jika dalam hal ini manusia bekerja sebagai operator, maka manusia ini akan menjaga sistem agar tetap pada keadaan yang diinginkan, ketika terjadi perubahan pada sistem maka manusia akan melakukan langkah – langkah awal pengaturan sehingga sistem kembali bekerja pada keadaan yang diinginkan.

2.6 PLC (Programmable Logic Controller)

Programmable Logic Controller adalah system elektronik yang beroperasi secara digital dan desain untuk pemakaian di lingkungan industry, dimana system ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti fungsi logika, fungsi urutan proses, fungsi waktu, fungsi pencacahan dan fungsi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O (Input/Output) digital maupun analog.

2.7 Pengendalian Motor DC

Pengendalian kecepatan putar motor DC dapat dilakukan dengan memasukkan resistor secara seri dengan rangkaian armature, akan menurunkan arus armature dan kumparan, yang memperlambat putaran armature, atau mengatur besar tegangan terminal motor dengan teknik modulasi lebar pulsa

atau **Pulse Width Modulation(PWM)**.
Kecepatan putar motor DC (N) dirumuskan berikut ini:

$$N = 120 \times F + P$$

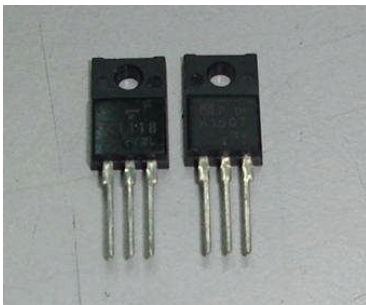
Dimana :

N = jumlah putaran, dalam satuan rpm

F = frekuensi, dalam satuan Hz ini berasal dari outputan PWM PLC

P = jumlah kutub

2.8 Mosfet sebagai Saklar



Gambar 2.13 Mosfet

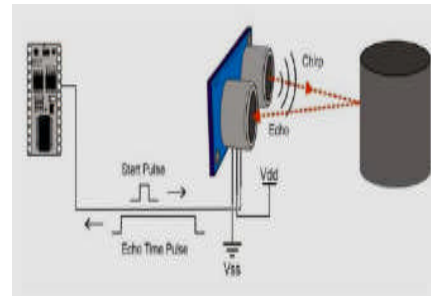
MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) merupakan salah satu jenis transistor yang memiliki impedansi masukan (gate) sangat tinggi (Hampir tak berhingga) sehingga dengan menggunakan MOSFET sebagai saklar elektronik, memungkinkan untuk menghubungkannya dengan semua jenis gerbang logika. Dengan menjadikan MOSFET sebagai saklar, maka dapat digunakan untuk mengendalikan beban dengan arus yang tinggi dan biaya yang lebih murah daripada menggunakan transistor bipolar. Untuk membuat MOSFET sebagai saklar maka hanya menggunakan MOSFET pada kondisi saturasi (ON) dan kondisi cut-off (OFF).

2.9 Sensor Ultrasonik

Sensor *Ultrasonik* adalah sebuah sensor yang memanfaatkan pancaran gelombang ultrasonik. Sensor Ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima ultrasonik yang disebut *receiver*.

Sensor ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai dengan 300 cm. Keluaran dari sensor ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya bervariasi dari 115 μ S sampai 18 mS. Sensor *Ultrasonik Ping Parallax* terdiri dari sebuah *chip* pembangkit sinyal 40 KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikrofon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40

KHz menjadi suara, sementara mikrofon ultrasonik berfungsi mendeteksi pantulan suaranya.



Gambar 2.10 Ilustrasi cara kerja sensor Ultrasonik

2.10 Motor DC Wiper.

Motor dengan tipe besi magnet yang menggunakan magnet permanen digunakan pada motor jenis ini. Terdiri dari motor dan gigi dimana kecepatannya dikendalikan oleh motor wiper. Motor penggerak tipe besi magnet menggunakan tiga sikat yaitu sikat kecepatan rendah, kecepatan tinggi dan sikat biasa (untuk massa).

3. Perancangan Sistem

3.1 Penentuan spesifikasi alat.

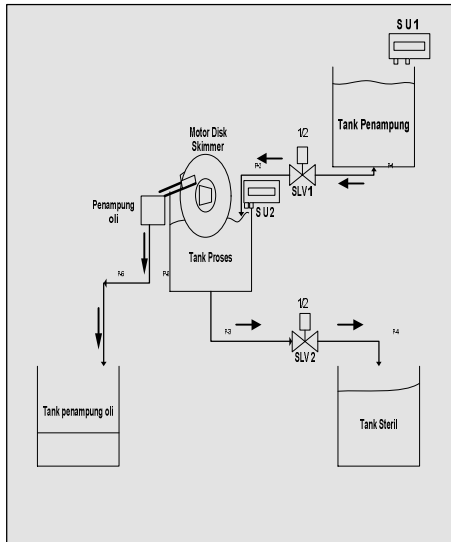
Spesifikasi alat yang dibutuhkan pada proses perancangan ini ditentukan sebagai berikut :

- PLC OMRON CPM1E-NA20DT-D untuk mengontrol cara kerja alat.
- Menggunakan kontak relay untuk menyalakan lampu indikator, dan untuk supply solenoid valve.
- Menggunakan lampu indikator 220 vac untuk memberitahu pada saat alat sedang bekerja.
- Menggunakan solenoid valve 1/2 inch sebagai valve dari aliran coolant.
- Menggunakan motor wiper 12VDC untuk memutar disk skimmer
- Power supply 24VDC dan 12 VDC
- Menggunakan ultrasonik untuk pembacaan level air.
- Menggunakan HMI untuk memonitoring kerja dari sistem OIL SEPARATOR.

3.2 Sketsa Plant.



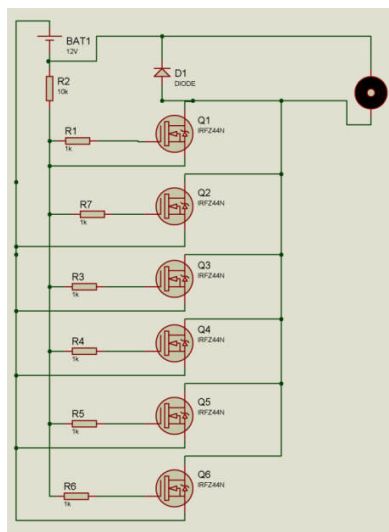
Gambar 3.1 Sistem oil separator



Gambar 3.2 Diagram skematik sistem Oil separator

3.3 Perancangan driver motor DC.

Pada kontrol motor disk skimmer ini menggunakan driver untuk menguatkan arus dari keluaran plc yang mengeluarkan arus kecil. Seperti terlihat pada gambar 3.3.

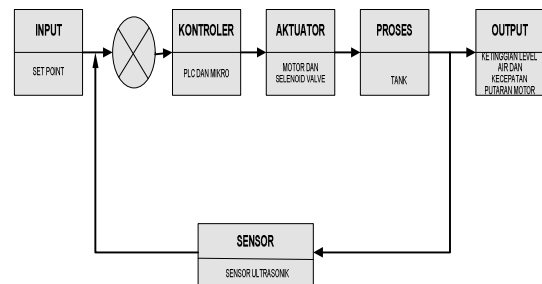


Gambar 3.3 Rangkaian driver motor dc untuk PWM

Driver yang digunakan ini menggunakan rangkaian mosfet sebagai saklar, MOSFET merupakan komponen aktif elektronika yang biasa dipergunakan sebagai penguat dan juga sebagai rangkaian switching. MOSFET (metal oxide

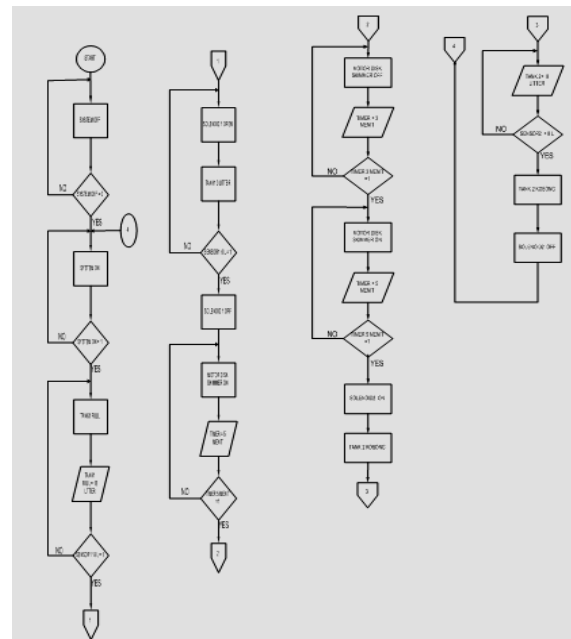
semiconductor field effect transistor) merupakan transistor yang memakai efek medan listrik saat melakukan switching. Berdasarkan substratnya, MOSFET terdapat beberapa jenis, yaitu n-channel MOSFET (p-substrate) dan p-channel MOSFET (n-substrate). Sedangkan berdasarkan tipe mode kerjanya, MOSFET terdapat 2 jenis, yaitu enhancement MOSFET dan depletion MOSFET.

3.4 Penentuan Blok Diagram



Gambar 3.4 Blok diagram sistem kendali OIL SEPARTOR

3.5 Flowchart Sistem Keseluruhan.



Gambar 3.5 Flowchart Sistem

4. Pengujian dan Analisis

4.1 Pengujian driver motor.

Pada daerah Cut-Off MOSFET tidak mendapatkan tegangan input ($V_{in} = 0V$) sehingga tidak ada arus drain I_d yang mengalir. Kondisi ini akan membuat tegangan $V_{ds} = V_{dd}$. Dengan beberapa kondisi diatas maka pada daerah cut-off ini MOSFET dikatakan OFF

(Full-Off). Kondisi cut-off ini dapat diperoleh dengan menghubungkan jalur input (gate) ke ground, sehingga tidak ada tegangan input yang masuk ke rangkaian saklar MOSFET.

Tabel 4.1 Pengujian tegangan pada output driver

PERCOBAAN	VOLTAGE	KETERANGAN
1	0 V	Motor off
2	12 V	Motor putaran normal
3	5 V	Motor putaran sedang

4.2 Analisis Secara Kimia pada Coolant

1. Coolant Murni



Gambar 4.1 Pengamatan dan analisis pada coolant murni

2. Coolant yang tercampur oli



Gambar 4.2. Pengamatan dan analisis pada coolant yang tercampur dengan oli

3. Coolant hasil proses



Gambar 4.3 Pengamatan dan analisis pada coolant hasil proses

Tabel 4.6. Tabel hasil tes dan analisis dengan metode destilasi

TES	SEBELUM DESTILASI	SESUDAH DESTILASI	SUHU	PH (KERTAS PH)	PH (PH METER)	PH SESUDAH DESTILASI
COOLANT MURNI	100ml	24ml	78°C 80°C	8	7.9	6
COOLANT TERCAMPUR OLI	100ml	15ml	81°C 82°C	-	-	5
COOLANT HASIL PROSES	100ml	23ml	80°C	8	7.8	5

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diberikan dimulai dari perancangan, pembuatan, pengujian dan

analisa, penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Konfigurasi sistem kendali pada proses pengolahan data *analog* yang dihasilkan sensor *ultrasonic* dalam sistem pengontrolan *level* air ini dapat bekerja dengan cukup baik. Dimana perancangan *Hardware* dan *Software* dapat terintegrasi dengan baik melalui sebuah algoritma kontrol yang kemudian di realisasikan kinerja dan prosesnya menggunakan pengontrolan berbasis PLC. Dengan menggunakan beberapa instruksi *special* tambahan yang digunakan, maka baik kontrol manual maupun otomatis dapat bekerja sesuai.
2. Untuk mengontrol kecepatan dari motor disk skimmer ini menggunakan *pulse width modulation* yang di proses oleh PLC pemrograman PWM menggunakan PLC OMRON CP1E NA20DT-D harus memperhatikan tentang *port specifier, frequency, dan duty ratio*, agar mendapatkan *output* tegangan yang sesuai. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh PWM adalah berkisar antara 0-24VDC.
3. Keluaran outputan dari PWM PLC harus diolah kembali menggunakan driver untuk motor, karena PLC tipe ini menggunakan transistor yang memiliki arus yang kecil tidak kuat untuk dihubungkan langsung ke motor yang membutuhkan arus besar dengan menggunakan MOSFET sebagai saklar yang berfungsi untuk menerima inputan dari plc untuk memeberikan pulsa ke motor dan memeberikan arus yang dibutuhkan sesuai dengan kebutuhan motor dc.

Saran.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan saran yang mungkin berguna khususnya bagi pembaca yang ingin mengembangkan alat ini.

1. Apabila para pembaca yang ingin menyempurnakan plan ini dapat menyempurnakan dengan menggunakan sensor ultasonik yang lebih stabil dalam pembacaan level untuk coolant yang tercampur oli. Dan pada *transmitter* disempurnakan kembali untuk menekan nilai *error* yang dihasilkan agar tingkat akurasi lebih tinggi.
2. Untuk mekanik, diharapkan dapat menyempurnakannya menjadi lebih baik, terutama pada disk skimmer, konstruksi tangki,

dan posisi sensor agar proses dapat berjalan dengan lebih lancar dan sesuai dengan yang diinginkan.

Daftar Pustaka

1. <http://berderet.blogspot.com/2013/03/pemrograman-bahasa-c-untuk.html>
2. <http://plclogger.blogspot.com/2012/06/plc-programmable-logic-controller.html>
3. http://www.omron.co.id/downloads/pdf_listing1.asp?product_model=CP1E&catlvl=42
4. http://www.omron.co.id/downloads/pdf_listing.asp?product_model=NB%20Series&catlvl=201
5. www.smknperkapalan.net/filesmk3/view.php?.../Wiper.../Wiper...wiper.ppt
6. <http://r3870me.wordpress.com/listrik/motor-listrik/>
7. <http://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/rumus-kecepatan-putar-motor-dc/?>
8. http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_kendali
9. Ogata, Katsuhiko. 2006. Teknik Kontrol Automatik.
10. Petruzella, D. Frank. 1996. *Elektronika Industri*. Yogyakarta. Andy Yogyakarta.
11. Sutrisno. 1986. *Elektronika Teori Dasar Dan Penerapannya*. Bandung ,ITB,