

RANCANG BANGUN MINIATUR PENGATURAN DAN MONITORING PENGISIAN MINYAK PELUMAS MENUJU MULTI-BANKER BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (Sub Judul : HMI, Sensor Level, Oil Meter)

Ir. Sutedjo.MT¹, Rusiana. S.T², Fariski aulia rahman⁴

¹Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

²Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

³Mahasiswa D3 Jurusan Teknik Elektro Industri

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya - ITS

Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111

Email : fariski_aulia@yahoo.com

ABSTRAK

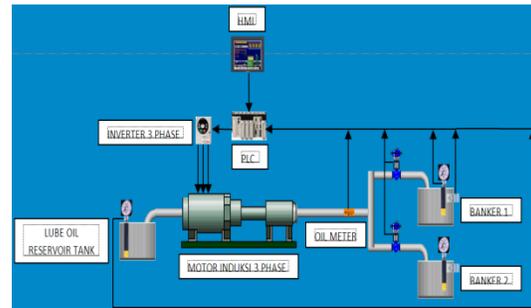
Proses pengolahan minyak mentah menjadi berbagai macam hasil pengolahan seperti: minyak tanah, premium, dan minyak pelumas telah banyak dijalankan oleh industry dan perusahaan perminyakan di Indonesia. Minyak pelumas yang telah diolah diunit pengolahan, tentu saja akan ditampung terlebih dahulu dibanker penampungan minyak sementara, sebelum didistribusikan ke wilayah-wilayah di Indonesia. Perencanaan dan pembuatan proyek akhir ini bertujuan untuk membuat suatu system pengaturan dan monitoring pengisian minyak pelumas hasil pengolahan menuju multi-banker, dimana pengaturan aliran minyak pelumas dari tanki sumber dialirkan melalui jaringan pipa oleh pompa yang telah dikopel dengan motor induksi 3 fasa. Kecepatan putaran motor induksi 3 fasa diatur oleh inverter 3 fasa yang telah diprogram oleh PLC Omron CSIW. Pada perencanaan yang dibuat dipasang beberapa sensor dan actuator seperti : Sensor level, oil meter dan untuk pemantauan proses pengisian minyak pelumas menuju multi-banker, menggunakan Human Machine Interface (HMI),

Kata kunci : HMI, Sensor Level, Oil Meter

1. PENDAHULUAN

Proses pengolahan minyak mentah menjadi berbagai macam hasil pengolahan seperti: minyak tanah, premium, dan minyak pelumas telah banyak dijalankan oleh industry dan perusahaan perminyakan di Indonesia. Minyak pelumas yang telah diolah diunit pengolahan tentu saja akan ditampung terlebih dahulu dibanker penampungan minyak sementara, sebelum didistribusikan ke wilayah-wilayah di Indonesia, seperti di depo penampungan minyak sementara yang tersebar di berbagai daerah. Agar proses pengisian minyak pelumas menuju multibanker dapat berjalan dengan baik dan dapat dimonitoring secara langsung, maka pada proses tersebut perlu diterapkan suatu system pengaturan dan monitoring pengisian minyak pelumas menuju multi-banker. Apabila sewaktu-waktu terjadi kesalahan atau gangguan ketika sedang menjalankan proses pengisian minyak menuju multi-banker, maka kesalahan atau gangguan tersebut segera dapat diatasi. Sehingga mempermudah pekerjaan operator dalam melaksanakan proses pengisian minyak pelumas hasil produksi menuju multibanker.

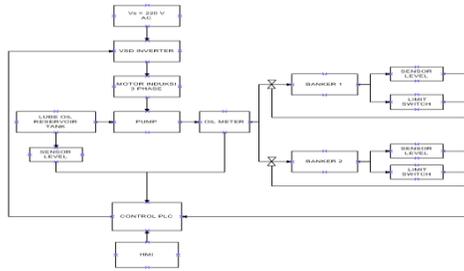
2. PERANCANGAN SISTEM



Gambar 2.1 Perancangan system

Pada perancangan plant system yang dibuat minyak pelumas hasil produksi akan dialirkan dari tanki sumber menuju multibanker melalui jaringan pipa oleh sebuah pompa yang telah dikopel dengan motor induksi 3 fasa. Kecepatan putaran motor induksi 3 fasa diatur oleh Variabel speed drive inverter 3 fasa yang telah diprogram dengan PLC. Monitoring proses pengisian menggunakan *Human Machine Interface (HMI)*. Pada miniatur plant yang akan dibuat, juga dipasang berbagai macam sensor dan actuator untuk melaksanakan instruksi

perintah dari PLC diantaranya : sensor level, optocoupler, oil meter dan limit switch.



Gambar 2.2 Flowchart sistem

2. DASAR TEORI

2.1. Human Machine Interface (HMI)

Human Machine Interface (HMI) merupakan media komunikasi antara manusia dan mesin dari suatu sistem. HMI membantu operator secara lebih dekat untuk mengontrol Suatu plan sistem dan operasi PLC pada setiap tahap pengoperasian *plan* sebagai basis proses visualisasi sistem yang menghubungkan semua komponen dalam sistem dengan baik. Dengan menggunakan HMI sebagai *console* operator, operator bisa menyajikan berbagai macam analisa grafis, *hystorical information*, database, data login untuk keamanan, dan animasi ke dalam bentuk software . Dalam dunia industri HMI menyajikan data yang diperlukan oleh operator untuk memonitor operasi peralatan dan lain sebagainya.

Untuk membuat sebuah project di HMI digunakan software vijeo designer yang telah dikembangkan oleh Schneider Electronic Industries SAS. Kita dapat menjalankan vijeo Designer di bermacam computer dan platform dan bermacam-macam target, tergantung kebutuhan. Dengan vijeo designer kita dapat menciptakan tampilan layar dengan beberapa fungsi grafik dan animasi yang cocok dengan permintaan- dari yang paling sederhana hingga yang paling kompleks dan dengan semua fasilitas yang terdapat pada vijeo designer, akan meminimalisir kebutuhan untuk programming.

Langkah-langkah untuk membuat project :

1. Install vijeo designer
2. Pilih setting target HMI (XBTGT 4230)
4. Pada *Driver* PLC Omron
 - 4.1 Koneksi HMI dengan PLC Omron (Ethernet)
 - 4.2 Pada *create new driver*, Manufacturer Omron Corp,

4.3 *Driver* Sysmac FINS (Ethernet), *Equipment* CS1 Ethernet

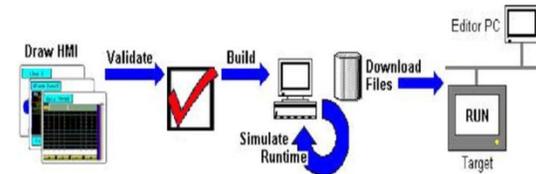
4.4 Setting driver PLC Omron IP address (192.168.1.175)

4.5 Setting IP address personal computer (192.168.1.176)

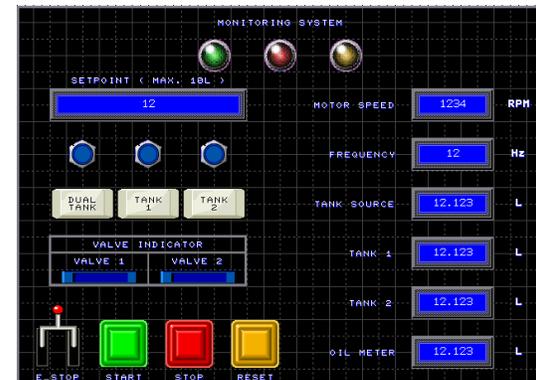
5. Buat nama project yang akan dibuat

6. Membuat desain HMI pada vijeo frame

7. Validasi, build kemudian download



Gambar 2.3 Proses download



Gambar 2.4 Desain monitoring HMI

Parameter yang dimonitoring di *Human Machine Interface (HMI)* adalah : kecepatan motor, frekuensi, volume pada tanki sumber, volume pada tanki 1, volume pada tanki 2, oil meter
 Petunjuk penggunaan *Human Machine Interface (HMI)* untuk menjalankan proses pengisian minyak pelumas menuju multibanker:

1. Masukkan nilai setpoint, berapa liter akan dikehendaki untuk mengisi multibanker
2. Pilih salah satu tombol pengisian pada multibanker, jika menghendaki untuk mengisi multibanker secara bersamaan, maka tekan tombol dual tank. Jika menghendaki mengisi tanki 1 maka tekan tombol tank 1. Jika menghendaki mengisi tanki 2 maka tekan tombol tank 2.
3. Tekan tombol start untuk menjalankan proses pengisian minyak pelumas menuju multibanker.
4. Tombol reset ditekan ketika volume minyak didalam tanki berada pada kondisi maximum dengan indikator lampu alarm menyala sehingga sistem kembali normal.

5. Tombol emergency stop ditekan ketika terjadi gangguan sehingga semua sistem akan mati. Untuk mengembalikan sistem kembali normal tekan lagi tombol emergency stop

2.2 Rangkaian sensor level

sensor level digunakan untuk membaca volume minyak didalam tanki. Sensor level tersebut tersusun dari komponen rangkaian elektronika dengan prinsip pembagi tegangan



Gambar 2.5 sensor level jenis pelampung



Gambar 2.6 Rangkaian sensor level

List komponen sensor level :

1. R2 2,978 K (potensimeter)
2. R3 4,14 K
3. Vin 24 volt

Dengan mengetahui nilai masing-masing resistor R2 dan R3 dapat dihitung dengan hukum ohm pembagi tegangan

$$I = \frac{V_{in}}{R_2 + R_3} \dots \dots \dots (2)$$

$$I = \frac{24 \text{ V}}{2,978 \text{ K} + 4,14 \text{ K}} = 0,0033717 \text{ A}$$

$$V_{out} = I \times R_2 \dots \dots \dots (3)$$

$$V_{out} = 0,0033717 \times 2,978 \text{ K} = 10,04 \text{ Volt}$$

2.2.1 Pengujian sensor level pada tanki 1

Tabel 2.1 Data Teori sensor level Tanki 1

| Phi [π] | Jari-jari [r ²] (cm ²) | Tinggi [t] (cm) | Volume (cm ³) | Volume (Liter) |
|---------|---|--------------------|------------------------------|-------------------|
| 3.14 | 196 | 0 | 0 | 0 |
| 3.14 | 196 | 1.6 | 984.7 | 0.987 |
| 3.14 | 196 | 3.2 | 1969.4 | 1.969 |
| 3.14 | 196 | 4.8 | 2954.1 | 2.954 |
| 3.14 | 196 | 6.4 | 3938.8 | 3.939 |
| 3.14 | 196 | 8 | 4923.5 | 4.924 |
| 3.14 | 196 | 9.6 | 5908.2 | 5.908 |
| 3.14 | 196 | 11.2 | 6892.9 | 6.893 |
| 3.14 | 196 | 12.8 | 7877.6 | 7.878 |
| 3.14 | 196 | 14.6 | 8985.4 | 8.985 |
| 3.14 | 196 | 16 | 9847 | 9.847 |

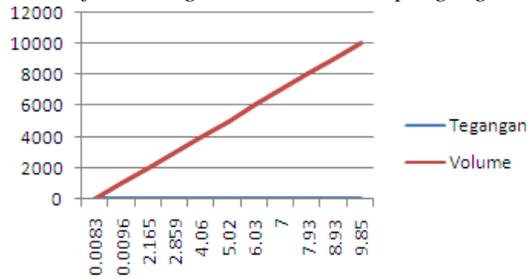
Tabel 2.2 Data Pengujian parsial sensor level Tanki 1

| Tegangan sensor level tanki 1 (V) | Tinggi [t] (cm) | Volume (Liter) |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------|
| 0.0083 | 0 | 0 |
| 0.0096 | 1.6 | 1 |
| 2.292 | 3.2 | 2 |
| 3.061 | 4.8 | 3 |
| 4.08 | 6.4 | 4 |
| 4.96 | 8 | 5 |
| 5.98 | 9.6 | 6 |
| 7 | 11.2 | 7 |
| 7.86 | 12.8 | 8 |
| 8.93 | 14.6 | 9 |
| 9.63 | 16 | 10 |

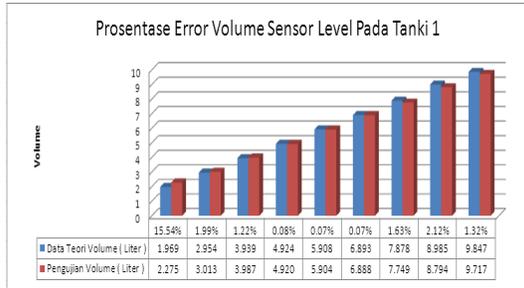
Tabel 2.3 Data Pengujian Volume sensor level Tanki 1

| Tegangan (V) | Volume (Liter) | Keterangan |
|--------------|----------------|---------------|
| 0.0083 | - | Tidak terbaca |
| 0.0096 | - | Tidak terbaca |
| 2.292 | 2.275 | Terbaca |
| 3.061 | 3.013 | Terbaca |
| 4.08 | 3.987 | Terbaca |
| 4.96 | 4.920 | Terbaca |
| 5.98 | 5.904 | Terbaca |
| 7 | 6.888 | Terbaca |
| 7.86 | 7.749 | Terbaca |
| 8.93 | 8.794 | Terbaca |
| 9.63 | 9.717 | Terbaca |

2.4 Grafik hubungan volume terhadap tegangan



2.5 Persen error sensor level tanki 1



Pada pengujian pengisian minyak pelumas setpoint 2 liter setelah dibandingkan dengan data teori, maka hasil persen erornya lebih besar dibandingkan dengan setpoint yang lain, ini dikarenakan selain dari karakteristik dari potensiometer, juga disebabkan tegangan input sensor level yang tidak stabil karena tegangan sensor level disuplay dari PLC, karena tegangan power supplay tidak stabil 24 vdc menyebabkan pembacaan scaling PLC menjadi tidak optimal. Pembacaan scaling memiliki keterbatasan kepresisian pada pembacaan tegangan antara ≤ 1 volt dan $\pm 10,5$ volt. Sensor level membaca dengan baik volume minyak pelumas didalam tanki pada setpoint 3 liter – 10 liter.

2.2.2 Pengujian Sensor Level Tanki 2

Rumus Tabung

$$Volume = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

Keterangan :

$$\pi = 3,14$$

$$r = 14 \text{ cm}$$

$$t = 16 \text{ cm (Tinggi Maksimum Tabung)}$$

Tabel 2.6 Data Teori Volume Pada Tanki 2

| Phi [π] | Jari-jari [r ²] (cm ²) | Tinggi [t] (cm) | Volume (cm ³) | Volume (Liter) |
|---------|--|-----------------|---------------------------|----------------|
| 3,14 | 196 | 1,6 | 984,7 | 0,987 |
| 3,14 | 196 | 3,2 | 1969,4 | 1,969 |
| 3,14 | 196 | 4,8 | 2954,1 | 2,954 |
| 3,14 | 196 | 6,4 | 3938,8 | 3,939 |
| 3,14 | 196 | 8 | 4923,5 | 4,924 |
| 3,14 | 196 | 9,6 | 5908,2 | 5,908 |
| 3,14 | 196 | 11,2 | 6892,9 | 6,893 |
| 3,14 | 196 | 12,8 | 7877,6 | 7,878 |
| 3,14 | 196 | 14,6 | 8985,4 | 8,985 |
| 3,14 | 196 | 16 | 9847 | 9,847 |

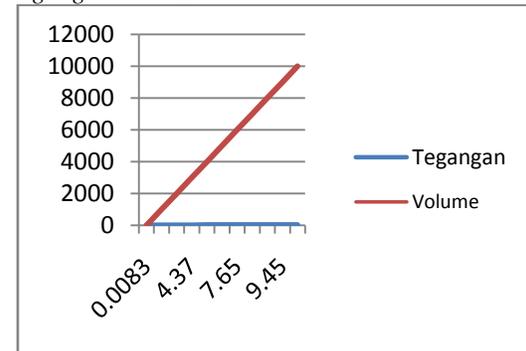
Tabel 2.7 Data Pengujian parsial Sensor Level Pada Tanki 2

| Tegangan sensor level tanki 2 (V) | Tinggi [t] (cm) | Volume (Liter) |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|
| 0,0083 | 0 | 0 |
| 0,0096 | 1,6 | 1 |
| 2,285 | 3,2 | 2 |
| 4,37 | 4,8 | 3 |
| 5,77 | 6,4 | 4 |
| 6,77 | 8 | 5 |
| 7,65 | 9,6 | 6 |
| 8,38 | 11,2 | 7 |
| 9,02 | 12,8 | 8 |
| 9,45 | 14,6 | 9 |
| 9,85 | 16 | 10 |

Tabel 2.8 Data Pengujian Sensor Level Pada Tanki 2

| Tegangansensor level pada tanki 2 (V) | Volume (Liter) | Keterangan |
|---------------------------------------|----------------|---------------|
| 0,0096 | - | Tidak terbaca |
| 0,0096 | - | Tidak terbaca |
| 2,285 | 2,214 | Terbaca |
| 2,908 | 2,890 | Terbaca |
| 3,97 | 3,997 | Terbaca |
| 5 | 4,981 | Terbaca |
| 5,94 | 5,965 | Terbaca |
| 6,92 | 6,888 | Terbaca |
| 7,95 | 7,872 | Terbaca |
| 8,98 | 8,856 | Terbaca |
| 9,84 | 9,840 | Terbaca |

Tabel 2.9 Grafik hubungan volume terhadap tegangan tanki 2



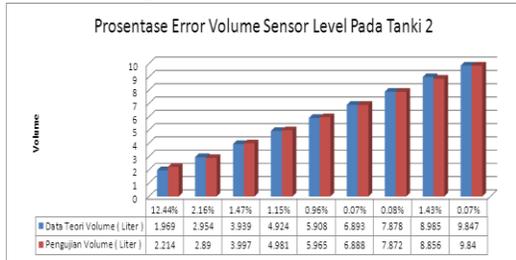
Analisa data pengujian sensor level pada tanki 2

Setelah dilakukan pengujian integrasi dengan PLC, pada pengisian minyak pelumas ketika disetpoint sebanyak 1 liter, maka HMI tidak dapat memonitoring. Pengujian setpoint 10

liter, maka HMI memonitoring level tanki2 9,840 liter.

Dengan membandingkan antara data teori dengan data pengujian, maka dapat dihitung persen errornya.

Tabel 2.10 Persen error antara data teori dan praktek sensor level tanki 2



Pada pengujian pengisian minyak pelumas setpoint 2 liter setelah dibandingkan dengan data teori, maka hasil persen erornya lebih besar dibandingkan dengan setpoint yang lain, ini dikarenakan selain dari karakteristik dari potensiometer. juga disebabkan tegangan input sensor level yang tidak stabil karena tegangan sensor level disupplay dari PLC, karena tegangan power supplay tidak stabil 24 vdc menyebabkan pembacaan scaling PLC menjadi tidak optimal. Pembacaan scaling memiliki keterbatasan kepresisian pada pembacaan tegangan antara ≤ 1 volt dan $\pm 10,5$ volt. Sensor level membaca dengan baik volume minyak pelumas didalam tanki pada setpoint 3 liter – 10 liter

2.3 Oil meter

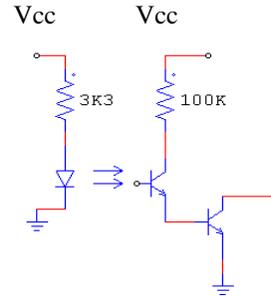
Adalah hasil modifikasi meter air yang diberi piringan rotary, dan pulsa yang dihasilkan disensor menggunakan optocoupler untuk menghitung volume minyak yang melewati pipa. kemudian data tersebut akan diproses oleh PLC. Sensor ini memiliki kelebihan, mudah cara pembuatannya tetapi untuk aplikasi di industry perminyakan maka penggunaan alat ukur ini tidak diizinkan karena tidak memenuhi standart alat ukur penghitung volume minyak yang dialirkan didalam pipa.



Gambar 2.7 Oil meter

2.4 Pengujian optocoupler

Pengujian optocoupler dilakukan untuk mengetahui apakah optocoupler dapat membaca niali high atau low pada piringan rotary yang berputar, sehingga PLC akan mengolah pulsa yang yang dihitung oleh optocoupler tersebut.

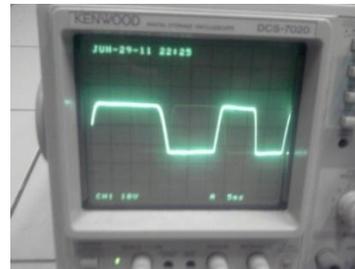


Gambar 2.8 Rangkaian optocoupler

Vcc 24 Vdc

R1 sebesar 3K3 ½ watt

R2 sebesar 100 K ¼ watt



Gambar 2.9 Bentuk gelombang tegangan keluaran

Time/div= 5ms dan volt/div= 10 volt.

$$V = \sum \text{kotak vertikal} \times \text{volt/div} \times \text{probe} \\ = 2,3 \times 1 \times 10 \\ = 23 \text{ volt}$$

Tabel 2.11 Data Pengujian Parsial Pada Oil Meter

| Pengujian Oil Meter | | |
|---------------------|---------|---------|
| frekuensi | 40Hz | 35Hz |
| jumlah pulsa | 89 | 60 |
| volume | 1 liter | 1 liter |

Catatan : 1 putaran = 30 pulsa

Perhitungan :

$$\text{Hasil rata - rata jumlah pulsa} = \frac{89 + 60}{2} \\ = 74.5 \text{ pulsa}$$

$$\text{Berarti 1 pulsa} = \frac{1000 \text{ mL}}{74.5 \text{ pulsa}} \\ = 13.42 \text{ mL}$$

Dikurangi rugi-rugi pipa setelah melewati *oil meter* dengan panjang 68 cm.

$$\text{Volume} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3.14 \times 1^2 \cdot 68$$

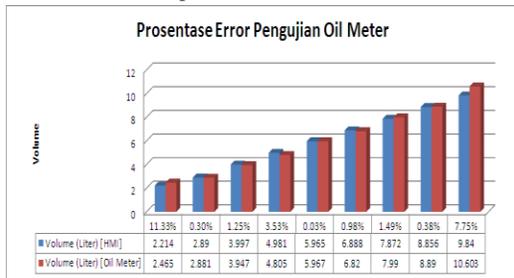
Rugi total = 213,52 mL

Tabel 2.12 Data pengujian *oil meter*

| Setpoint (Liter) | Volume (Liter) [HMI] | Pulsa | 1 Pulsa = 13 mL | Volume (Liter) [Oil Meter] |
|------------------|----------------------|-------|-----------------|----------------------------|
| 1 | - | - | - | - |
| 2 | 2.214 | 206 | 13 | 2.465 |
| 3 | 2.890 | 238 | 13 | 2.881 |
| 4 | 3.997 | 320 | 13 | 3.947 |
| 5 | 4.981 | 386 | 13 | 4.805 |
| 6 | 5.965 | 459 | 13 | 5.967 |
| 7 | 6.888 | 541 | 13 | 6.820 |
| 8 | 7.872 | 631 | 13 | 7.990 |
| 9 | 8.856 | 700 | 13 | 8.890 |
| 10 | 9.840 | 832 | 13 | 10.603 |

Catatan : Volume pada *oil meter* setelah dikurangi rugi-rugi pipa

Tabel 2.13 Data persen error *oil meter*



Perhitungan rata-rata persen error *oil meter* :

$$= 11,3\% + 0,30\% + 1,25\% + 3,53\% + 0,03\% + 0,98\% + 1,49\% + 0,03\% + 7,75\% : 9$$

$$= 3\%$$

Analisa data

Metode yang digunakan pada pengukuran *oil meter* adalah dengan melakukan pengujian beberapa kali untuk mendapatkan data jumlah pulsa yang tepat dari setiap pengujian yang dilakukan. Pengujian *oil meter* menunjukkan bahwa antara teori dan praktek didapatkan selisih data yang cukup besar, hal ini dikarenakan terdapat celah udara didalam pipa yang menyebabkan perbedaan pembacaan antara pulsa yang dihitung oleh optocoupler dan volume minyak yang terbaca pada sensor level. Pada pengujian 10 liter selisih persen error

kembali naik, hal ini dikarenakan volume minyak pada tanki sumber yang semakin berkurang, menyebabkan daya hisap pompa menjadi berkurang sehingga celah udara didalam pipa menjadi semakin banyak. Selain itu juga dipengaruhi alat ukur *oil meter* yang digunakan bukan standart untuk alat ukur minyak tapi untuk air sehingga hasilnya kurang presisi. Dari data diatas dapat dihitung rata-rata persen error *oil meter* sebesar 3 %

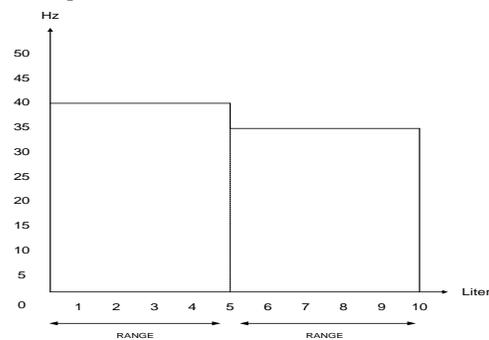
2.5 Pengujian kecepatan putaran motor induksi tiga fasa

Pengujian kecepatan putaran motor induksi tiga fasa dilakukan untuk mengetahui kesesuaian prediksi kecepatan putaran motor yang disensing dari internal inverter altivar 31 yaitu pada terminal analog input AI2 dari inverter dan pengujian secara real yang termonitoring di HMI. Dari pengujian yang termonitoring HMI diperoleh data kecepatan motor.

Tabel 2.13 Data kecepatan motor induksi tiga fasa

| Pengujian Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa | | | | |
|---|---------------------------|-----------|----------|----------------|
| Tegangan output inverter | Tegangan sensing inverter | Frekuensi | Teori | Monitoring HMI |
| U-V = 191.3V V-W = 191.2 V U-W = 191.1 V | 7.98 V | 40 Hz | 1200 RPM | 1200 RPM |
| U-V = 168.3 V V-W = 169.5 V U-W = 169.4 V | 6.98 V | 35 Hz | 1050 RPM | 1050 RPM |

Gambar 2.14 Grafik hubungan frekuensi terhadap volume



Pada pengujian pengisian minyak pelumas pada setpoint 0-5 liter secara program input frekuensi inverter adalah 40 hz, kecepatan adalah 1200 rpm dan tegangan output inverter 191 volt. Pada setpoint 6-10 liter secara program frekuensi inverter adalah 35 hz, kecepatan adalah 1050 rpm dan tegangan output inverter 169 volt. Hubungan antara frekuensi dan tegangan v/f selalu berbanding lurus. Ketika

frekuensinya semakin tinggi, maka tegangannya juga ikut naik sehingga kecepatan putaran motor semakin tinggi. Sebaliknya apabila frekuensinya semakin rendah, maka tegangannya juga ikut turun sehingga kecepatan putaran motor menjadi rendah. Dari pengujian kecepatan putaran motor antara teori perhitungan dan dibandingkan dengan pengujian

Secara perhitungan

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{P}$$

$$= \frac{120 \cdot 40}{4} = 1200 \text{ rpm}$$

$$= \frac{120 \cdot 35}{4} = 1050 \text{ rpm}$$

$$\% \text{ error} = \left| \frac{\text{Data teori} - \text{Data praktek}}{\text{Data teori}} \times 100\% \right|$$

$$\% \text{ error} = \left| \frac{1200 - 1200}{1200} \times 100\% \right| = 0\%$$

$$\% \text{ error} = \left| \frac{1050 - 1050}{1050} \times 100\% \right| = 0\%$$

3.1 KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta dari data yang didapat dari perencanaan dan pembuatan rancang bangun miniatur pengaturan dan monitoring pengisian minyak pelumas menuju multibanker berbasis *programmable logical controller (PLC)*, maka dapat disimpulkan:

1. Untuk membuat desain *Human Machine Interface (HMI)* diperlukan pemahaman tentang user manual pengoperasian HMI standart industry.
2. Pada pengujian *oil meter* kurang presisi, karena terdapat celah udara pada pipa, dan *oil meter* yang digunakan bukan standart untuk minyak. Rata-rata % error alat ukur *oil meter* adalah 3%
3. *Pengisian minyak pelumas menuju multi-banker mempunyai % error yang kecil pada range setpoint pengisian 3-10 liter*
4. *Pengujian integrasi antara software dan hardware dapat bekerja dengan cukup baik*

3.2 SARAN-SARAN

Dalam pengerjakan dan penyelesaian Proyek Akhir ini tentu tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kelemahan, serta banyak mengalami kendala – kendala sehingga masih banyak perbaikan yang dilakukan. Oleh karena itu perlu dilakukan hal – hal berikut:

1. Dalam perencanaan sistem sebaiknya selalu diperhitungkan desain sistem dalam berbagai kondisi, karena ketika sistem di integrasi kan akan terjadi banyak gangguan yang tidak diketahui sebelumnya
2. Untuk memperoleh hasil pengujian yang presisi, harus menggunakan sensor yang sesuai dengan spesifikasi untuk minyak.
3. Proyek akhir ini dapat dieksplorasi lebih jauh agar mencapai kesempurnaan. Khususnya untuk yang tertarik pada dunia pertambangan dan perminyakan, tentu dengan mencari referensi di perusahaan terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mursidin Mohammad, “Rancang Bangun Peralatan Water Level Control Yang Dilengkapi Dengan Peralatan Monitoring (INTERFACE/PC) “, PENS-ITS, 2008 Membahas komunikasi serial Program Visual Basic 6.0 dengan menggunakan Port Serial untuk komunikasi data antara Visual Basic dan microcontroller
- [2] Datasheet inverter altivar 31 scneider electric.
http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/Altivar_31.shtml diakses pukul jam 10.50 WIB
- [3] Duke Gray, Nathan Brown ,Quasar Hamirani, “ Inveter tiga fasa 500 Watt sebagai Pengemudi Motor Induksi”, Universitas Illinois Urbana-Champaign, Fall 2004. Membahas pengendalian motor induksi tiga fasa menggunakan inverter tiga fasa dengan metode PWM (*Pulse Width Modulation*)
- [4] Budiyanto, M., “Pengenalan dasar-dasar PLC (Programmable logic controller),” 2003, gava media, yogyakarta
- [4] Ir. Sutedjo, MT, “ Mesin Listrik “, EEPIS, Surabaya, 2009.

- [5] Rudy Irawan Dalam Proyek Akhir 2008, dengan Judul **Rancang Bangun Smart Packaging Machine Dengan Mengintegrasikan Programmable Logic Controller (PLC) Berbeda Vendor (PLC Allen Bradley Dan Scada)**, Membahas komunikasi PLC Allen Bradley, Dan system Scada sebagai control proses dan monitoring system pada proses machine packaging
- [6] Muhammad H.Rashid,"Power Electronics Circuits,Devices,and Application 3", Prentice Hall 2004.
- [7] W. Bolton. 2006. *Programmable Logic Controllers – Fourth Edition*. Elsevier Newnes. Department in Oxford
- [8] Suhendar. 2005. *Programmable Logic Control*. GrahaIlmu Yogyakarta