

# **RANCANG BANGUN SISTEM POMPA BOOSTER AIR BERSIH MENGUNAKAN SINKRONIZING INVERTER UNTUK GEDUNG BERTINGKAT DI RSUD ULIN BANJARMASIN**

## **SKRIPSI**

**Taqin<sup>1</sup> Gusti Rusyidi Furqon<sup>2</sup> Sobar Ihsan<sup>3</sup>  
Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Islam Kalimantan (Uniska)  
Muhammad Arsyad Al-Banjari Banjarmasin**

**Email :**

[Akhmad.muttaqin84@gmail.com<sup>1</sup>](mailto:Akhmad.muttaqin84@gmail.com)

[rani\\_rusdi@yahoo.com<sup>2</sup>](mailto:rani_rusdi@yahoo.com)

[sobar.uniska@gmail.com<sup>3</sup>](mailto:sobar.uniska@gmail.com)

## **ABSTRAK**

*Rumah Sakit Umum Daerah Ulin Banjarmasin adalah rumah sakit kelas A pendidikan yang merupakan pusat rujukan di Kalimantan Selatan sehingga diperlukan pelayanan yang baik dan handal. RSUD ULIN juga sudah terakreditasi Paripurna Bintang Lima sehingga mengutamakan mutu dan keselamatan pasien sangat diperhatikan Sesuai tuntutan standart akreditasi versi KARS 2012 bahwa mengutamakan patient safety maka supply air bersih merupakan hal yang sangat vital terutama pada gedung yang bertingkat tetapi tidak memiliki penampungan (roof tank) pada gedung tersebut. Oleh sebab itu dibuat rancang bangun sistem pompa booster yang menggunakan sinkronizin Inverter sehingga supply air pada gedung tersebut tetap lancar walaupun tanpa memiliki Rooftank. Dengan adanya sistem pompa booster Air bersih menggunakan Sinkronizing Inverter tersebut juga menghemat penggunaan listrik rumah sakit karena proses startingnya lebih soft sehingga ampere daya yang digunakan cukup kecil dan pompa tersebut akan hidup sesuai kebutuhan jadi tidak semua pompa akan hidup tergantung load/pemintaan sesuai pressure yang sudah ditetapkan.*

**Kata Kunci :** Pompa Booster, Sinkronizing Inveter

## I. PENDAHULUAN

Rumah Sakit Umum Daerah Ulin Banjarmasin adalah rumah sakit kelas A pendidikan yang merupakan pusat rujukan di Kalimantan Selatan sehingga diperlukan pelayanan yang baik dan handal. RSUD ULIN juga sudah terakreditasi Paripurna Bintang Lima sehingga mengutamakan mutu dan keselamatan pasien sangat diperhatikan Sesuai tuntutan standart akreditasi versi KARS 2012 bahwa mengutamakan patient safety maka supply air bersih merupakan hal yang sangat vital terutama pada gedung yang bertingkat. Pada masa sekarang ini seluruh gedung RSUD ULIN hampir semua gedungnya bertingkat yaitu Gedung Aster 5 lantai, GedungIGD terpadu 5 Lantai, Gedung Pusat Diagnostik 4 Lantai, Gedung SMF 6 Lantai, Gedung Rawat Inap Kelas 3 TULIP 4 lantai, Gedung Rawat Inap Anggrek 4 Lantai Baru yaitu Gedung ULIN TOWER 8 lantai.

Dengan desain gedung yang tinggi tersebut dari segi struktur sipil agar mengurangi beban dari bangunan maka gedung tersebut tidak dibuatkan penampungan air di atas gedung (Roof Tank) padahal untuk rumah sakit supply air bersih sesuai akreditasi tidak boleh terhenti, oleh sebab itu pada kesempatan ini kami membuat rancang bangun pompa booster Air bersih menggunakan sinkronizing inverter tersebut juga menghemat penggunaan listrik rumah sakit karena proses startingnya lebih soft sehingga ampere daya yang digunakan cukup kecil dan pompa tersebut akan hidup sesuai kebutuhan jadi tidak semua pompa akan hidup tergantung load/pemintaan sesuai pressure yang sudah ditetapkan.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dalam permasalahan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa kehandalan sistem supply air bersih menggunakan multiple pompa booster

menggunakan teknologi inverter pada motor penggerak pompa tersebut

2. Membuat sistem supply air bersih menggunakan multiple pompa booster dengan mensinkronkan inverter pada motor penggerak pompa berdasarkan settingan pressure yang sudah ditetapkan.

3. Menguji kehandalan sistem supply air bersih gedung bertingkat menggunakan multiple pompa booster dengan kontrol sinkronizing inverter pada gedung RSUD ULIN

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Pompa merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek. Klasifikasi pompa secara umum dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian yaitu pompa kerja positif (*positive displacement pump*) dan pompa kerja dinamis (*non positive displacement pump*).

1. Pompa pemindah positif (*positive displacement pump*)

Pompa jenis ini merupakan pompa dengan ruangan kerja yang secara periodik berubah dari besar ke kecil atau sebaliknya, selama pompa bekerja. Energi yang diberikan kepada cairan ialah energi potensial, sehingga cairan berpindah volume per volume.

Yang termasuk dalam kelompok pompa pemindah positif antara lain :

a. Pompa Reciprocating

- Pompa torak
- Pompa plunger

b. Pompa Diaphragma

- c. Pompa Rotari
  - Pompa vane
  - Pompa lobe
  - Pompa screw
  - Pompa roda gigi

2. Pompa kerja dinamis (*non positive displacement pump*)

Pompa jenis ini adalah suatu pompa dengan volume ruang yang tidak berubah pada saat pompa bekerja. Energi yang diberikan pada cairan adalah enersi kecepatan, sehingga cairan berpindah karena adanya perubahan energi kecepatan yang kemudian dirubah menjadi energi dinamis di dalam rumah pompa itu sendiri.

Yang termasuk dalam kelompok pompa kerja dinamis antara lain:

- a. Pompa kerja khusus
  - Pompa Jet
  - Pompa Hydran
  - Pompa Elektromagnetik

b. Pompa Sentrifugal (*Centrifugal Pumps*)

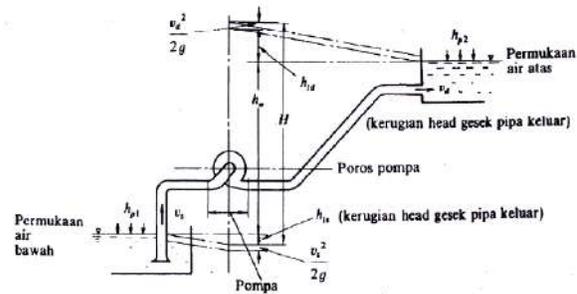
Salah satu jenis pompa kerja dinamis adalah pompa sentrifugal yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetik (kecepatan) cairan menjadi energi potensial melalui suatu impeller yang berputar dalam casing. Gaya sentrifugal yang timbul karena adanya gerakan sebuah benda atau partikel melalui lintasan lengkung (melingkar).

Pompa sentrifugal merupakan pompa kerja dinamis yang paling banyak digunakan karena mempunyai bentuk yang sederhana dan harga yang relatif murah. Keuntungan pompa sentrifugal dibandingkan jenis pompa perpindahan positif adalah gerakan impeler yang kontinu menyebabkan aliran tunak dan tidak berpulsa, keandalan operasi tinggi disebabkan gerakan elemen yang sederhana dan tidak adanya katup-katup, kemampuan untuk beroperasi pada putaran tinggi, yang dapat dikopel dengan motor listrik, motor bakar atau turbin uap ukuran kecil sehingga hanya membutuhkan ruang yang kecil, lebih

ringan dan biaya instalasi ringan, harga murah dan biaya perawatan murah.

2.1 HEAD POMPA

Dalam memilih suatu pompa untuk maksud tertentu, terlebih dahulu harus diketahui aliran serta head yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair yang akan dipompa. Head pompa adalah energi per satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai kondisi instalasi pompa atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang. Head dapat bervariasi pada penampang yang berbeda, tetapi pada kenyataannya selalu ada rugi energi. Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa.



Gambar 1.1 Head Pompa

Dari gambar 1.1 kita dapat menentukan head total pompa dengan persamaan dibawah ini :

$$H_{sis} = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{vd^2}{2g}$$

Dimana :

$H_{sis}$  : Head sistem pompa (m)

$h_a$  : Head statis total (m)

$\Delta h_p$  : Perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan (m),  $\Delta h_p = h_{p2} - h_{p1}$

$hl$  : Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan, dll (m)  $h_l = h_{ld} + h_{ls}$   
 $vd^2/2g$  : Head kecepatan keluar (m)  
 $g$  : Percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Head total pompa salah satunya dipengaruhi oleh berbagai kerugian pada sistem perpipaan yaitu gesekan dalam pipa, katup, belokan, sambungan, reduser dll. Untuk menentukan head total yang harus disediakan pompa, perlu menghitung terlebih dahulu kerugian-kerugian pada instalasi. Dimana kerugian-kerugian tersebut akan dijumlahkan untuk mengetahui kerugian head yang terjadi dalam instalasi. Berikut akan dihitung kerugian head pemipaan dan instalasi pengujian pompa. Dimana :  $H_{sis}$  : Head sistem pompa (m)  $h_a$  : Head statis total (m)  $ph\Delta$

## 2.2 KERUGIAN HEAD

Berikut ini adalah macam-macam kerugian dalam instalasi pompa antara lain:

1. Head kerugian gesek dalam pipa lurus, dirumuskan sebagai berikut :

$$h_f = \frac{10,666 Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} \times L$$

Dimana :

$h_f$ : Head kerugian gesek (m)

$Q$  : Kapasitas pompa (m<sup>3</sup>/s)

$L$  : Panjang pipa (m)

$D$  : Diameter dalam pipa (m)

$C$  : Koefisien pipa

2. Kerugian belokan  $\theta$ , dirumuskan sebagai berikut :

$$h_f = f \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$f = 0,131 + 1,847 \left( \frac{D}{2R} \right)^{3,5} \left( \frac{\theta}{\theta} \right)^{0,5}$$

Dimana :

$h_f$ : Head kerugian belokan (m)

$v$  : Kecepatan aliran (m/s)

$g$  : Gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$D$  : Diameter dalam pipa (m)

$R$  : Jari-jari lengkung sumbu belokan (m)

$\theta$  : Sudut belokan (derajat)

$f$  : Koefisien kerugian

3. Kerugian katup isap dengan saringan

$$h_f = f \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

$h_f$ : Head kerugian belokan (m)

$f$ : Koefisien kerugian katup isap

$v$  : Kecepatan aliran (m/s)

$g$  : Gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

4. Kerugian karena pengecilan penampang pipa secara mendadak

$$h_f = \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

$h_f$ : Head kerugian belokan (m)

$f$ : Koefisien kerugian katup isap

$v$  : Kecepatan aliran (m/s)

$g$  : Gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

5. Kerugian karena perbesaran penampang secara mendadak

$$h_f = f \cdot \frac{(v_1 - v_2)^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

$h_f$ : Head kerugian belokan (m)

$f$ : Koefisien kerugian katup isap

$v$  : Kecepatan aliran (m/s)

$g$  : Gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

## 2.3 KECEPATAN SPESIFIK

Kecepatan spesifik merupakan indeks jenis pompa yang memakai kapasitas, putaran

pompa dan tinggi tekan yang diperoleh pada titik efisiensi maksimum pompa, kecepatan spesifik digunakan untuk menentukan bentuk umum impeler. Kecepatan spesifik dapat didefinisikan seperti persamaan berikut :

$$n_s = n \frac{Q^{0,5}}{H^{0,75}}$$

Dimana :

$n_s$ : Putaran spesifik

$Q$  : Kapasitas spesifik (m<sup>3</sup>/s)

$H$  : Head pompa (m)

$n$  = Putaran pompa (rpm)

Dalam persamaan diatas digunakan untuk pompa-pompa yang sebangun bentuk impelernya, meskipun ukuran dan putarannya berbeda. Dengan kata lain harga  $n_s$  dapat dipakai sebagai parameter untuk menyatakan jenis pompa. Dalam menghitung  $n_s$  untuk pompa sentrifugal jenis isapan ganda (double suction) nilai  $Q$  dari persamaan adalah  $Q/2$ . Karena kapasitas aliran melalui sebelah impeler adalah setengah dari kapasitas aliran keseluruhan.

## 2.4 PENENTUAN DAYA

Dari instalasi pengujian pompa ini dapat diketahui besarnya daya hidrolis yang dibangkitkan dan daya motor penggerak yang diperlukan untuk menggerakkannya, sehingga besarnya efisiensi dari pompa dan efisiensi sistem instalasi pengujian pompa dapat diketahui. Besarnya daya dan besarnya efisiensi tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

### 1. Daya Hidrolis

Daya hidrolis (daya pompa teoritis) adalah daya yang diperlukan untuk mengalirkan

sejumlah zat cair. Daya hidrolis dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P_h = \gamma \cdot h_{tot} \cdot Q$$

Dimana :

$P_h$ : Daya Hidrolis (kW)

$\gamma$ : Berat jenis air (kN/m<sup>3</sup>)

$Q$  : Debit (m<sup>3</sup>/s)

$h_{tot}$  : Head Total (m)

### 2. Daya Poros

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah sama dengan daya hidrolis ditambah kerugian daya didalam pompa. Daya ini dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$P_s = \frac{P_h}{\eta_p}$$

Dimana :

$\eta_p$  : Efisiensi Pompa

$P_h$  : Daya Hidrolis (kW)

$P_s$  : Daya Poros (kW)

### 3. Daya Motor

Daya motor dapat dihitung dengan cara menggunakan data voltase dan arus listrik dengan rumus berikut ini :

$$P_i = V \cdot I \cdot \cos \theta$$

Dimana :

$P_i$  : Daya Motor (kW)

$V$  : Tegangan Listrik (volt)

$I$  : Arus Listrik (Amper)

$\cos \theta$  : Faktor Daya

### 4. Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa merupakan perbandingan antara output dan input atau antara daya hidrolis pompa dengan daya poros pompa. Harga efisiensi yang tertinggi sama dengan satu harga efisiensi pompa yang didapat dari pabrik pembuatnya. Rumus efisiensi dapat dilihat seperti berikut ini.

$$\eta_p = \frac{P_h}{P_s} \times 100 \%$$

Dimana :

$\eta_p$  : Efisiensi Pompa (%)

$P_h$  : Daya Hidrolis (kW)

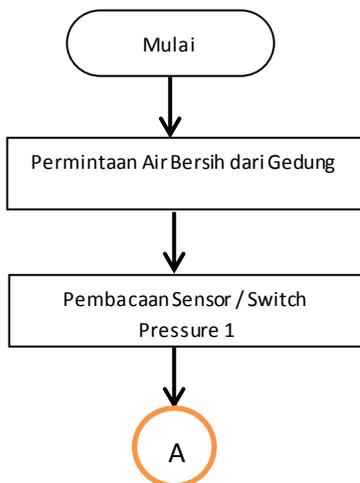
$I$  : Arus Listrik (Amper)

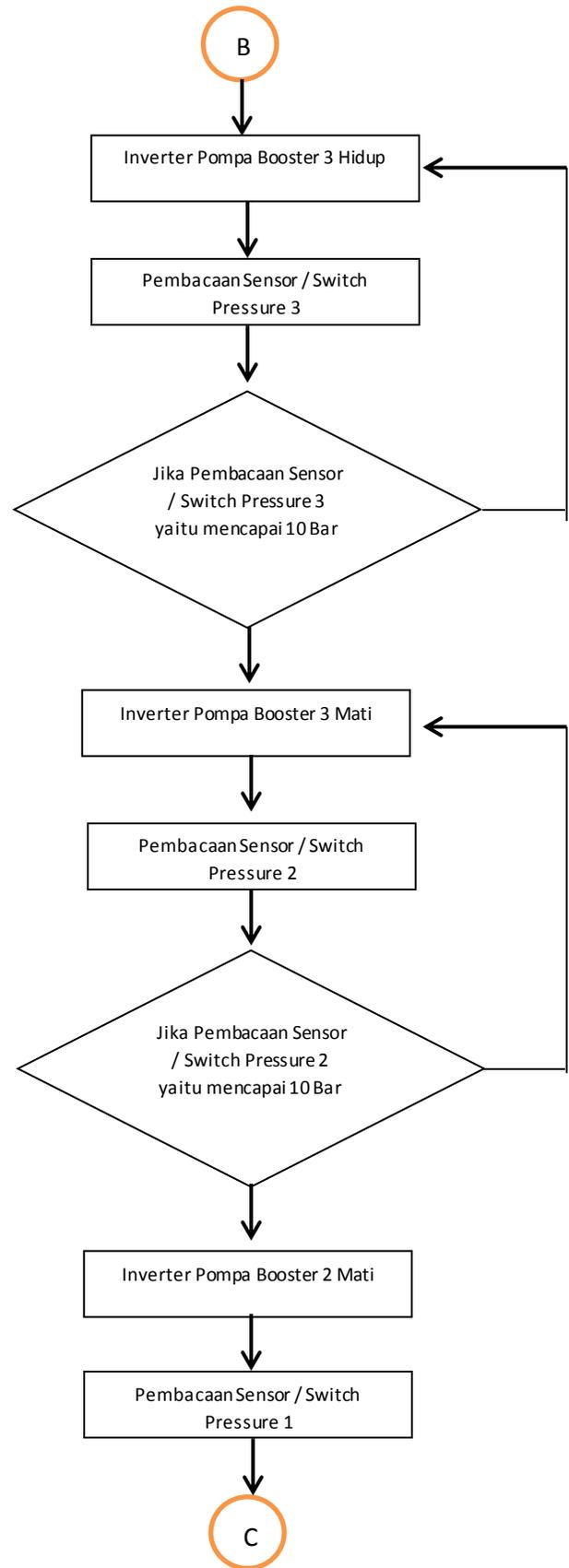
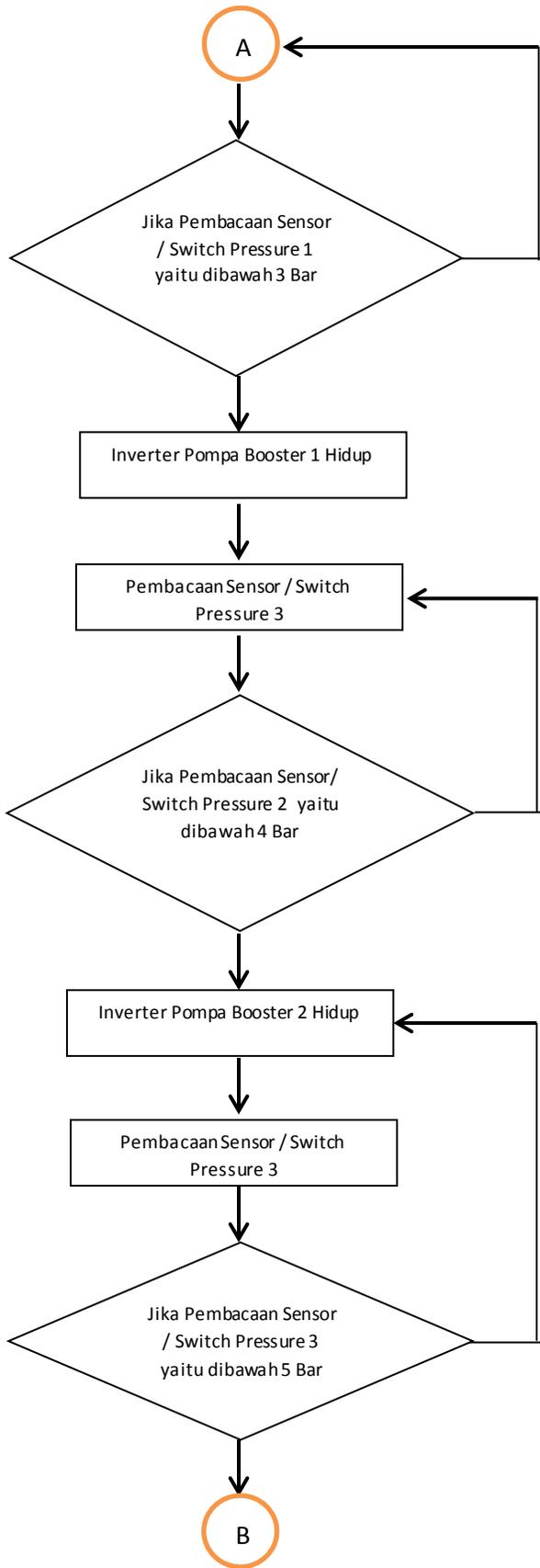
$P_i$  : Daya Motor (kW)

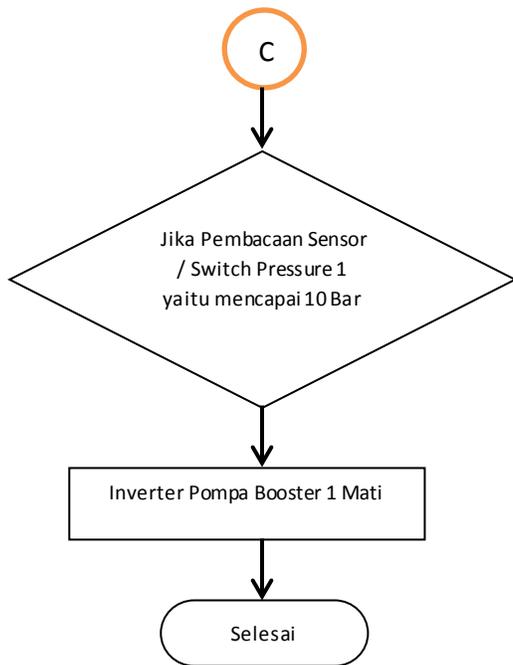
### III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi ini adalah dengan melakukan pengamatan,, studi literature dan melakukan desain rancang bangun selanjutnya dilakukan instalasi dan pengujian terhadap sistem yang sudah dibuat.

Berikut flow chart rancang bangun multiple pompa dengan sinkronisasi inverter pada gedung RSUD ULIN sebagai berikut :







Berikut Single Line Diagram Pompa Booster untuk Gedung Diagnostik RSUD ULIN menggunakan Singkronize Inverter menggunakan 3 buah pompa booster dengan kapasitas masing – masing 4 KW. Model Inverter yang digunakan adalah merk Teco F510



Gambar 3.1 Single Line Diagram

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemasangan pompa dengan menggunakan multiple pompa di tempatkan pada ruangan khusus dimana pompa tersebut berada di samping reservoir. Adapun gambar multiple pompa, switch/ sensor dan Sinkronizing Inverter yang sudah dipasang adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Multiple Pompa Booster



Gambar 4.2 Sensor / Switch Pressure



Gambar 4.3 Sikronizing Inverter

Hasil pengukuran dan pengujian menggunakan alat ukur clam meter didapatkan hasil sesuai gambar sebagai berikut :

1. Jika Pressure Sangat Rendah Maka Semua Pompa akan hidup dengan hasil pengukuran total ampere yang dihasilkan adalah 9,72 Ampere



Gambar 4.2 Pengukuran Full Beban

2. Jika Pressure sudah mulai naik maka hanya dua Pompa akan hidup dengan hasil pengukuran total ampere yang dihasilkan adalah 5,61 Ampere



Gambar 4.2 Pengukuran Beban 2 Motor

3. Jika Pressure sudah mulai naik lagi maka hanya satu Pompa akan hidup dengan hasil pengukuran total ampere yang dihasilkan adalah 1,95 Ampere



Gambar 4.2 Pengukuran Beban 1 Motor

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian terhadap sistem pompa air bersih menggunakan sinkronizing inverter pada gedung bertingkat di RSUD ULIN adalah sebagai berikut :

1. Supply air bersih untuk gedung bertingkat pada RSUD ULIN bisa menggunakan multiple pompa menggunakan sinkronizing inverter tanpa harus menggunakan rooftop tank sehingga struktur bangunan dapat bertahan lama.
2. Hasil pengujian dan pengukuran menunjukkan bahwa sistem air bersih menggunakan multiple pompa dengan sinkronizing inverter dapat menghemat penggunaan listrik karena pompa tersebut akan hidup sesuai kebutuhan jadi tidak semua pompa akan hidup tergantung load/pemintaan sesuai pressure yang sudah ditetapkan .

### SARAN

Dalam penelitian ini masih banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan penulis menyarankan dengan saran antara lain :

1. Dalam penelitian ini diperlukan biaya yang cukup besar karena peralatan yang digunakan adalah komponen dengan harga yang cukup mahal. Sehingga perlu dukungan dana dari manajemen untuk penelitian lebih lanjut.
2. Penelitian ini juga memerlukan alat ukur yang akurat sehingga data yang dihasilkan dapat dipertanggung jawabkan sehingga diperlukan sertifikat terhadap alat ukur tersebut apakah sudah terkalibrasi dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Administrator. 2008. *Teori Dasar Pompa Sentrifugal*. (di akses pada situs internet [www.slideshared.com](http://www.slideshared.com) tanggal 29 Oktober 2013).
- Blank, Tarquin. 2005. *Engineering Economy Sixth Edition*. Mc Graw Hill Series in Industrial Engineering and Management Science Higher Education. The Mc Graw Hill Companies. New York.
- Church, Austin H. Harahap Zulkifli. 1993. *Pompa dan Blower Sentrifugal*. Erlangga. Jakarta.
- Dumairy. 1992. *Ekonomika Sumber Daya Air; Pengantar ke Hidronomika*. BPFE. Yogyakarta.
- Igor. J. Karassik, Joseph P. Messina, Paul Cooper, Charles C. Heald. 2001. *Pump Handbook*. Third Edition. McGraw-Hill Book Co. New York.
- Handayani, Sri Utami. *Bahan Ajar Pompa dan Kompresor*. (di akses dari internet tanggal 10 Oktober 2013)
- Kusnadi, Dedi. *Irigasi Pompa. E-book Topik 8. Irigasi Pompa, dkk*. Bagian Teknik Tanah dan Air. FATETA. Institusi Pertanian Bogor. Jawa Barat.
- Legono, Djoko. 2012. *Ekonomi Perencanaan Sistem Sumber Daya Air*. Modul Kuliah Magister Pengelolaan Sumber Daya Air (MPSA). Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Pebri. 2010. *Ekonomi Pengelolaan Irigasi Pompa Studi Kasus Daerah Irigasi Sikakak Kecamatan Cerenti Kabupaten Kuantan Singingi Propinsi Riau*. Tesis Magister Pengelolaan Sumber Daya Air (MPSA). Univeristas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- UNEP. 2006. *Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri. Peralatan Energi Listrik : Pompa dan Sistim Pemompaan*. (di akses dari situs internet [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org). tanggal 10 Oktober 2013).