

PERENCANAAN TEKNIS INSTALASI DAN KONTROL POMPA MOTOR INDUKSI PADA RESERVOIR SISTEM PENGOLAHAN AIR

Subairi¹, Ermanu Azizul Hakim²

¹ Universitas Merdeka Malang

² Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Subairi

Jalan Terusan Dieng No. 62-64 Klojen, Kec. Sukun, Kota Malang, Jawa Timur 65146

E-mail: subairi@unmer.ac.id

Abstrak

Kebutuhan air bersih di suatu daerah menjadi sangat penting karena air merupakan kebutuhan pokok setiap mahluk hidup salah satu proses pengolahan air dikenal dengan sistem pengolahan air minum SPAM. Reservoir adalah tempat menampung sementara air hasil pengolahan untuk disalurkan pada konsumen. Dalam perencanaan teknis pembuatan reservoir adalah kontrol dan instalasi listrik pada unit pengolah ini, artikel ini membahas pada perencanaan teknis instalasi kelistrikan dan komponen pendukung seperti kontrol motor. Dari perencanaan teknis didapat bahwa motor pompa yang digunakan memiliki daya sebesar 125 kW, dari data ini didapat perencanaan kabel dan pengamanan untuk instalasi dimana kabel pada panel utama LVMDP menggunakan kabel NYY 4x150 mm² dan pengamanan arus lebih MCCB 300 ampere dan kontrol pada motor menggunakan komponen soft-starter.

Kata kunci: IPA, SPAM, Reservoir, Desain Teknis, Soft Starter

1. Pendahuluan

Kebutuhan air bersih di suatu daerah menjadi sangat penting karena air merupakan kebutuhan pokok setiap mahluk hidup[1]. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut maka masyarakat tidak dapat mengandalkan air dari sumber air langsung seperti air permukaan dan air hujan karena kedua sumber air tersebut sebagian besar telah tercemar baik secara langsung maupun tidak langsung dari aktivitas manusia dan lingkungan. Pilihan terbaik adalah menggunakan air tanah dan air PAM untuk memenuhi kebutuhan air bersih[2].

Dalam pengolahan air bersih dengan skala yang besar dan industri seperti Instalasi Pengolahan Air (IPA) bersih untuk memenuhi kebutuhan, dibutuhkan sumber air baku yang bisa menjamin suplai air baku ada tiap saat. Sumber air baku umumnya berasal dari air laut, air sungai dan juga air tanah[3]. Air permukaan yang sering digunakan untuk mensuplai air baku adalah air sungai. Namun, air sungai masih harus diproses pada pengolahan air bersih yang tepat sehingga dapat mengolah air baku menjadi air bersih yang memenuhi standar kualitas sebelum didistribusikan.

Salah satu proses pengolahan air adalah menampung air dari sumber baku disuatu wadah yang dikenal dengan istilah reservoir. Reservoir adalah tempat penampungan air bersih, pada sistem penyediaan air bersih[4]. Umumnya reservoir digunakan untuk sistem penyediaan air bersih yang melayani suatu daerah tertentu. Fungsi utama reservoir adalah sebagai penyeimbang antara debit pemakaian air dan debit suplai air. Sering terjadi pada waktu yang bersamaan, debit produksi air bersih tidak dapat mencukupi besarnya debit pemakaian air. Ketika jumlah produksi air bersih lebih besar daripada jumlah pemakaian air, maka kelebihan air tersebut untuk sementara disimpan dalam reservoir, dan digunakan kembali untuk memenuhi kekurangan air pada saat jumlah produksi air bersih lebih kecil daripada jumlah pemakaian air.

Dalam perencanaan instalasi listrik dan kontrol peralatan IPA perlu mempertimbangkan beberapa hal antara lain sistem keamanan dan proteksi baik pada peralatan dan operator, kepatuhan terhadap peraturan dan standard yang berlaku, ketersediaan pasokan energi, keberlanjutan dan efisiensi energi, skalabilitas dan pengembangan, mitigasi risiko, dan biaya yang dibutuhkan. Ini menjadi tantangan dimana harga produksi air yang sangat kompetitif sedangkan biaya tenaga kerja terus meningkat, begitu pula biaya energi terus naik sedangkan harga air tetap tidak berubah. Oleh karena itu, perlu dirancang sistem kelistrikan dan kontrol yang tepat pada IPA agar sistem kelistrikan bisa

beroperasi dengan handal, mudah dalam pemeliharaan untuk waktu yang lama serta dapat diskalakan guna pengembangan dan perbaikan proses di masa mendatang[5].

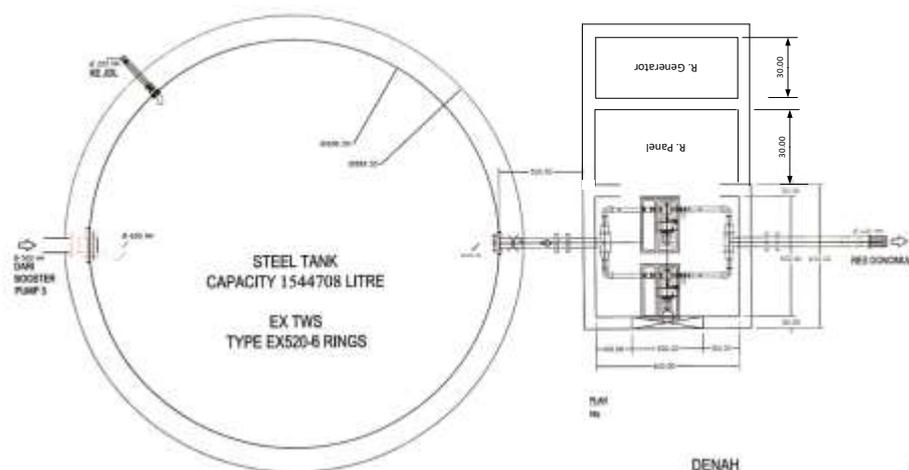
2. Metode Penelitian

Substansi rancangan instalasi kelistrikan dan ksistem kontrol pada reservoir ini adalah analisis kebutuhan pada komponen komponen sistem kontrol dan instalasi yang memerlukan sumber daya listrik meliputi perhitungan arus nominal untuk menentukan besar kabel dan komponen proteksi dan penerangan yang dibutuhkan pada ruang kontrol. Alur metode penelitian seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 diagram alir penelitian

Gambar 1 merupakan diagram alir penelitian dimana dimulai dengan pengumpulan data rancangan mekanikal dan rancangan denah ruang kontrol reservoir yang ditunjukkan pada gambar 2. Dari data rancangan tersebut kemudian dibuat analisa kebutuhan untuk instalasi dan kontrol yang diperlukan, setelah itu dilakukan perhitungan teknis sesuai standar yang ada mengacu pada PUIL tahun 2011 dan undang undang ketenaga listrikan tahun 2002[6].



Gambar 2 Rancangan Reservoir beserta ruang kontrol dan ruang genset

Dari gambar 2 menunjukkan hasil rancangan reservoir dan ruang kontrol yang nantinya menjadi acuan dalam menentukan kebutuhan penerangan berdasarkan luasan ruangan dan peralatan penunjang

lainnya yang memerlukan energi listrik sehingga kebutuhan daya dapat di perkirakan. Sedangkan data perencanaan mekanikal kebutuhan pompa ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 data mekanikal pompa reservoir

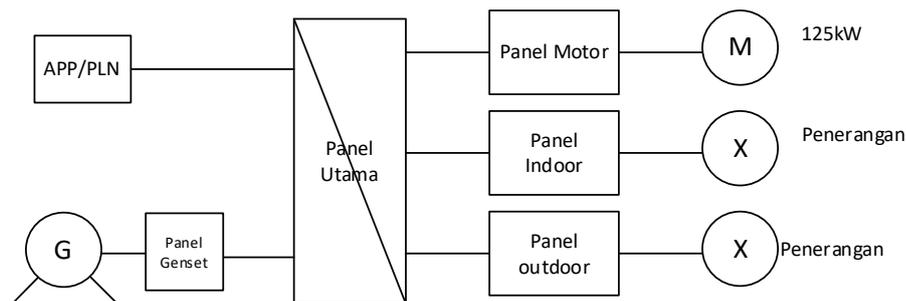
Debit (Q) (m ³ /h)	Kapasitas Pompa (Q _{max}) (m ³ /h)	Jenis Pompa	Motor Power (P) kW	Kapasitas Reservoir (QR) m ³
864	277,78	Centrifugal	125	1728

3. Hasil dan Pembahasan

Dari data mekanikal pompa didapat bahwa daya motor yang akan digunakan sebesar 125kW ditambah kebutuhan untuk penerangan bagian dalam gedung dan sebagian luar gedung an kebutuhan sekunder lain sekitar 6600 Watt serta kebutuhan pengembangan sebesar 20% dari energi saat ini, maka total kebutuhan energi nya adalah 157,92 kW.

3.1 Sistem Utama Kelistrikan

Sistem penyaluran instalasi listrik untuk perencanaan kontrol reservoir beroperasi secara berkesinambungan ditunjukkan pada gambar 3. Sumber tegangan yang mensuplai sistem pada ruang kontrol dirancang tidak boleh ada pemadaman. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, Pada sistem instalasi ini menggunakan sumber tenaga dari PLN sebagai sumber primer dan generator sebagai cadangan jika sumber PLN terjadi pepadaman listrik.



Gambar 3. Diagram distribusi listrik sistem pengolahan air

Pada gambar 3. sistem kelistrikan instalasi pengolahan air khususnya proses pada reservoir. Sistem pengaman pada instalasi tersebut menggunakan mekanik elektrik yaitu komponen ACB pada sisi PLN dan ACB sisi generator, guna mengatur dua sumber masuk kedalam satu jaringan secara bergantian. Prinsip kerjanya generator akan menyala otomatis, jika kontrol panel genset menerima sinyal bahwa sumber dari sisi PLN terjadi masalah antara lain tegangan kurang dari batas yang diijinkan, tegangan melebihi ambang batas, dan hilang salah satu fasa[7]. Jika salah satusinyal tersebut terbaca oleh sensor maka modul kontrol pada panel ATS memerintahkan agar generator menyala, setelah kurang lebih 5 detik untuk memastikan tegangan, frekuensi dan fasa sinkron ATS memerintahkan ACB sisi PLN off dan sumber daya beralih menggunakan genset. Jika sumber PLN menyala kembali maka kontrol ATS akan mensinkronkan sumber PLN dengan generator dan generator akan off setelah 15 menit untuk memastikan bahwa sumber dari PLN telah stabil. Kebutuhan instalsi untuk sistem ini ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan daya dan kabel instalasi

Kebutuhan Daya dan Kabel	Daya (kW)	Panjang Kabel (m)
Motor Pompa	125	-
Penerangan Indoor	0,22	-
Stop Kontak	0,22	-
Penerangan outdoor	0,22	-
Pengembangan 20%	25,13	-
Kabel dari APP Ke LVMDP	-	30
Kabel dari LVMDP ke SDP Motor	-	3
Kabel dari LVMDP ke SDP Penerangan Stop Kontak	-	3
Kabel SDP Motor Ke Motor	-	15
Total Daya	157,92	

3.2 Panel Distribusi Utama Tegangan Rendah

panel LVMDP (*low voltage main distribution*) adalah panel utama tegangan rendah dari semua panel sub distribusi yang ada, maka dalam merancang pengamanan arus lebih pada panel LVMDP ini harus memiliki rating yang tinggi dari panel yang lain. Komponen yang umumnya digunakan sebagai pengamanan arus lebih adalah MCCB (*moulded case circuit breaker*) atau ACB (*air circuit braker*).

Perhitungan pemutus arus lebih di panel LVMDP pada sisi *incoming* atau beban di sisi sekunder trafo *step down* yang terkoneksi ke LVMDP dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut[8] :

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} \quad (1)$$

I_n =Arus nominal (Ampere)

S = daya semu (Volt Ampere)

V = Tegangan phase (Volt)

Dari data kebutuhan daya listrik sebesar 157,2 kW dapat dihitung kebutuhan komponen pemutus arus untuk panel LVMDP adalah:

$$I_n = \frac{157.920}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} = 282,28 \text{ Ampere}$$

Dari perhitungan tersebut digunakan pemutus arus jenis MCCB dengan rating arus 300 ampere. Sedangkan kebutuhan kabel dari panel APP ke panel LVMDP dengan panjang 30 meter dapat dihitung deng persamaan (2):

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos\phi \cdot \gamma}{u} \quad (2)$$

Dimana: A = luas penampang kabel (mm^2)

l = panjang kabel (m)

I = Arus nominal (A)

μ = rugi tegangan(v)

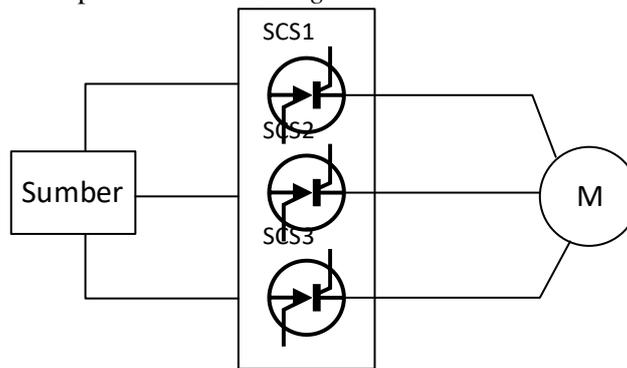
γ = daya hantar jenis bahan, tembaga = $0,0176 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ sehingga penampang kabel yang dibutuhkan jika rugi tegangan sebesar 2%, arus dikalikan 2,5 untuk sistem instalasi tenaga dan menggunakan kabel tembaga maka:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 282,28 \cdot 2,5 \cdot 0,85 \cdot 0,0176}{7,6} = 72 \text{ mm}^2$$

Namun jika mengacu pada aturan SNI PUIL tahun 2011[4] dengan rating arus sebesar $283 \times 125\% = 353$ Ampere maka didapat penampang kabel jenis NYY dengan ukuran 150 mm^2 untuk kabel dengan 3 atau 4 inti dan 70 mm^2 untuk kabel dengan inti tunggal. Dari hasil perhitungan dan tabel 7.3.-5a SNI PUIL 2011 tidak jauh berbeda.

3.3 Panel Kontrol Motor Pompa

Perencanaan pada kontrol motor menggunakan komponen *soft starter*. Sesuai prinsip kerjanya dari alat ini adalah dengan mengatur tegangan pada motor hanya diberikan tegangan yang rendah saat *start*, sehingga arus dan torsi nya rendah. Hal ini dilakukan guna meredam arus *start* yang bisa mencapai 5-10 kali arus nominal. Kemudian tegangan akan dinaikkan secara bertahap sampai pada nominal tegangan nya dan motor akan berputar dengan kondisi RPM yang nominal. Diagram kontrol motor dengan *soft-starter* ditunjukkan pada gambar 4. Pada perencanaan ini menggunakan soft-starter dengan nominal arus 132kW sesuai yang ada dipasaran. Pemilihan soft-starter dengan mempertimbangkan penghematan pemakaian dan proteksi saat *starting* motor.



Gambr 4. Diagram kontrol motor dengan *soft-starter*

Untuk perencanaan penampang kabel dari panel kontrol motor ke motor bisa menggunakan persamaan (2).

$$I_n = \frac{125.000}{\sqrt{3} * 380 * 0,85}$$

$$I_n = 232,4 \text{ A}$$

Dengan mengalikan I_n sebesar 125% sebagai pengaman arus *rate* menjadi 290 Ampere, maka luas penampang kabel yang dibutuhkan dengan mengacu pada SNI PUIL 2011 sebesar NYY 70 mm² dengan inti tunggal dan 120mm² dengan inti 3 atau 4. sedangkan pengaman pada panel ini menggunakan MCCB 250 ampere.

3.4 Perencanaan Daya Cadangan Genset

Pada perencanaan instalasi listrik instalasi pengolahan air bagian reservoir ini membutuhkan *back up* energi listrik yang cukup untuk menggantikan daya listrik jika terjadi pemadaman di sumber utama yaitu PLN. Untuk perencanaan ini semua kebutuhan listrik yang tidak boleh mati adalah pompa dan penerangan dalam gedung, maka kebutuhan daya adalah:

- Daya Motor = 125 kW + 4,4kW = 129,4 kW
- Jika Power Faktor genset 0,85 maka daya semu genset sebesar 152,2 kVA.

Berdasarkan kebutuhan Daya *back-up* sebesar 152,2 kVA, maka kapasitas genset yang direncanakan adalah sebesar 160.000 VA atau 160kVA sesuai yang ada dipasaran.

3.5 Perencanaan Penerangan

Dari gambar 2 telah diberikan denah ruang pompa dan ruang kontrol panel dengan luasan 8 meter x 6 meter, jika direncanakan penerangan pada seluruh ruangan adalah 300 lux maka untuk menentukan titik lampu yang diperlukan adalah [9]:

$$N = \frac{E * l * w}{\phi * LLF * cu * n} \quad (3)$$

Notasi :

- N = jumlah titik lampu
E = Kuat penerangan (Lux)
L = panjang ruangan (m)
w = lebar ruangan (m)
 \emptyset = lumen lampu
LLF = *light loss factor* (0,7-0,8) = 0.7
cu = koefisien pemampatan (50%-65%) = 55%
n = jumlah lampu dalam 1 titik

maka perencanaan jumlah titik lampu untuk ruang kontrol instalasi pengolahan air dengan perencanaan menggunakan lampu LED 12 Watt setara 1360 lumen.

$$N = \frac{300 * 8 * 6w}{1360 * 0,8 * 0,6 * 1} = 12 \text{ titik lampu}$$

Dari persamaan (3) didapatkan dengan menggunakan lampu LED 12 watt dengan spesifikasi lumen 1360 per titik lampu didapat 12 titik lampu yang harus dipasang untuk mendapatkan pencahayaan 300 lux/m².

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dari perencanaan teknis instalasi dan kontrol pompa motor induksi pada reservoir sistem pengolahan air didapatkan kabel untuk instalasi antara panel APP dengan panel LVMDP sesuai perencanaan adalah NYY 4x150 dengan 3 atau 4 inti dengan circuit breaker utama 300 Ampere. Sedangkan kabel dari panel kontrol motor ke motor adalah NYY 3x120mm² menggunakan kontrol *start* motor dengan metode *soft-starter* dan pengaman utama pada panel kontrol ini adalah MCCB 250 Ampere.

Sistem suplai energi listrik pada perencanaan ini menggunakan dua sumber yaitu dari listrik PLN sebagai suplai utama dan di *back-up* dengan genset dengan daya 160 kVA. Untuk penerangan dengan menentukan lumen pada ruangan sebesar 300 lux maka direncanakan menggunakan lampu LED 12 watt dengan total 12 titik lampu.

Referensi

- [1] N. W. Rasmini, "Perencanaan Pemilihan Pompa dan Sistem Kontrol Kerja Pompa Untuk Penyediaan Air Bersih Pada Rumah Tangga," *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 32–37, 2017.
- [2] A. Suyuti and S. Palaloi, "Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Instalasi Pengolahan Air Minum," *J. Energi dan Lingkung.*, vol. 10, no. 2, 2014.
- [3] L. N. Hamidah and A. Rahmayanti, "Pemanfaatan Zeolit dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Jumlah Bakteri pada Filter Pengolah Air Payau," in *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 2018, vol. 1, no. 1, pp. 113–118.
- [4] I. A. Wiharsa and M. R. Anwar, "Perencanaan Bangunan Reservoir Dan Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di Desa Randugading Kecamatan Tajinan Malang," *J. Mhs. Jur. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, p. pp-223, 2017.
- [5] schneider-electric, *Wastewater treatment plants Recommended electrical network design for efficient plant and energy operations*. Cedex- France: schneider-electric, 2012.
- [6] BSN, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)*. Indonesia: Badan Standarisasi Nasional, 2011.
- [7] S. Sugianto and A. Mu'is, "Perencanaan Sistem Distribusi Listrik Pelaksanaan Proyek Apartemen," *SINUSOIDA*, vol. 19, no. 2, 2017.
- [8] M. Zulkaromi, H. Hermawan, and J. Juningtyastuti, "Perancangan Instalasi Listrik Pasar Klewer Surakarta Menggunakan Software Simaris," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 3, pp. 259–267, 2017.
- [9] A. Alwiyah and A. Hasyim, "Redesain Instalasi Listrik dan Sistem Air Bersih pada Gedung Utama Yayasan Pendidikan Islam Diponegoro Surakarta." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2020.