
Evaluasi Sistem Pemilihan Spesifikasi Pompa Celup (Submersible Pump) Milik Pdam Tirtauli Di Kecamatan Siantar Selatan Kota Pematangsiantar Tahun 2018

Desy Harianti

Universitas Efarina, Pematang Siantar, Indonesia

E-mail: desiharianti@gmail.com

Article History:

Received: 12 Maret 2022

Revised: 19 Maret 2022

Accepted: 20 Maret 2022

Kata Kunci: Pompa

Submersible, Head Losses, Panjang Pipa, Jenis Pipa dan Ukuran Pipa.

Abstrak: Dalam Tugas Akhir ini telah diterapkan suatu pompa jenis submersible pump. Dari data pompa didapat kapasitas 27,10 l/det. Head pompa 14,62 m berdasarkan perhitungan di lapangan. Dengan menggunakan persamaan empiris dapat ditentukan parameter utama perencanaan pompa yaitu kecepatan spesifik, kehilangan tekanan pada dinding pipa, panjang, diameter serta jenis pipa, jumlah dan jenis accessories pipa yang digunakan. Dengan melakukan penelitian dan pengukuran di lapangan didapat diameter pipa 6 inci, jenis Ci dan panjang pipa 1260 meter menggunakan rumus Hazen William dan kontinuitas aliran dan kehilangan tekanan sepanjang pipa (head losses friction) dan kehilangan tekanan (head losses minor) adalah sebesar 20,50 meter.

PENDAHULUAN

Pompa telah banyak digunakan orang sejak lama, mulai dari unit terkecil di rumah tangga sampai industri-industri besar. Penggunaan pompa yang semakin luas dari waktu ke waktu menyebabkan perkembangan jenis dan bentuk pompa sangat pesat. Pada era sekarang ini berbagai macam bentuk pompa dengan berbagai keunggulannya telah banyak ditawarkan oleh perusahaan-perusahaan produsen pompa. Bahkan sering kali suatu perusahaan membuat pompa tertentu yang hanya digunakan untuk aplikasi khusus. Mengingat banyaknya jenis pompa di pasaran, maka kejelian dalam memilih pompa menjadi syarat utama agar diperoleh kerja pompa yang optimum sesuai dengan sistem yang dilayani.

Dalam rumah tangga pompa banyak digunakan untuk memompa air dari sumur untuk digunakan dalam berbagai aktivitas kehidupan sehari-hari. Dalam bidang pertanian pompa banyak digunakan dalam sisten irigasi untuk mengairi sawah-sawah. Dalam penyediaan air minum untuk masyarakat, pompa digunakan untuk menyalurkan air baku ke IPA (Instalasi Pengolahan Air) lalu didistribusikan kerumah-rumah penduduk.

Tujuan

1. Mengamati proses operasi dalam sistem perpompaan pompa celup milik PDAM Tirtauli di Kecamatan Siantar Selatan Kota Pematangsiantar.
2. Mengamati proses operasi pompa celup terhadap efektifitas sistem perpompaan.

TINJAUAN PUSTAKA

Sumber Air Baku

Sumber air baku untuk air minum secara umum dikategorikan terdiri dari :

- a. Air hujan, yaitu presipitasi uap air yang terkumpul menjadi awan dan jatuh kepermukaan bumi sebagai butir-butir air
- b. Air permukaan, yaitu air yang berada dipermukaan tanah. Terbagi menjadi 3 (tiga) yaitu : air danau, air laut, dan air sungai
- c. Air tanah, yaitu air yang berada didalam lapisan tanah atau batuan dibawah permukaan tanah

Air tanah terbagi 3 (tiga) jenis, yaitu :

1. Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal (*Unconfined aquifer*) adalah air tanah bebas / tidak tertekan, yang dibatasi oleh *water table* (*phreatic level*) sedangkan bagian bawahnya dibatasi oleh *aquitard* atau *aquiclude* atau disebut juga dengan istilah **sumur dangkal**

2. Air Tanah Dalam

Air tanah dalam (*Confined Aquifer*) adalah air tanah tertekan, aquifer ini pada bagian atas di batasi oleh *aquitard* dan bagian bawah dibatasi oleh *aquitard* atau *aquiclude*, atau disebut juga dengan istilah **sumur dalam**.

3. Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar sendirinya kepermukaan tanah. Berdasarkan keluarnya (munculnya keatas permukaan tanah) disebabkan oleh:

- a. Rembesan, dimana air keluar dari lereng-lereng pegunungan.
- b. Umbul, dimana air keluar kepermukaan pada suatu dataran.

Sarana Penyadap Air

Sarana penyadap adalah merupakan bagian terpenting dari seluruh sistem penyediaan air bersih sebab apabila ini tidak berfungsi, maka keseluruhan sistem tidak dapat berfungsi Fungsi dari penyadap air adalah menyediakan air baku secara terus menerus untuk memenuhi 3 (tiga) faktor penting yang harus dipenuhi oleh sistem penyediaan air yaitu kualitas, kuantitas dan kontinuitas.

Sarana penyadap air terdiri dari 3 (tiga) bagian, yaitu :

- A. Konstruksi :
 1. Bangunan penyadap air
 2. Bak pengumpul
 3. Stasiun/rumah pompa
- B. Mekanik :
 1. Pompa
 2. Pipa transmisi
- C. *Electric* :
 1. Sumber daya listrik
 2. Panel

Pompa.

Pompa adalah suatu 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, dan sesuai dengan fungsinya, pompa merupakan suatu alat yang digunakan untuk:

- A. Memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lainnya (misalnya air dari aquifer bawah tanah ke tangki penyimpanan air).
- B. Mensirkulasikan cairan sekitar sistem (misalnya air pendingin atau pelumas yang melewati mesin-mesin dan peralatan).

Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa adalah volume zat cair yang dipompa perunit waktu yang biasanya diukur dalam liter/detik atau $m^3/detik$, kapasitas ini biasa disebut kapasitas *actual* pompa. **Kapasitas internal pompa** adalah banyaknya zat cair yang mengalir melalui pompa, sama dengan kapasitas actual ditambah dengan kebocoran yang terjadi dalam pompa itu sendiri. Karena itu harus ada factor koreksi dalam menentukan kapasitas pompa.

Klasifikasi Pompa

Secara umum pompa dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) bagian yaitu:

a. Pompa Kerja Positif

Pada pompa kerja positif kenaikan tekanan cairan di dalam pompa disebabkan oleh pengecilan volume ruangan yang ditempati cairan tersebut. Adanya elemen yang bergerak dalam ruangan tersebut menyebabkan volume ruangan akan membesar atau mengecil sesuai dengan gerakan elemen tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Cara Pengumpulan Data Dan Sumber Data

Metodologi pengambilan data yang akurat dan sistimatis untuk memperoleh data yang baik, penulis akan memaparkan sebagai berikut:

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan :

Observasi (Pengamatan)

Pengamatan langsung yang dilakukan di lapangan langsung selama melakukan Penelitian bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi langsung dan menjaga adanya kesalahpahaman tentang sistim pemilihan spesifikasi, operasi, perawatan dan perbaikan pompa khususnya pompa sumur dalam beserta sistem yang diterapkan.

Wawancara

Kegiatan ini dilakukan untuk menginventarisir data yang tidak didapatkan langsung dari lapangan dan selanjutnya dimanfaatkan sebagai pelengkap data lapangan dan dianalisa untuk dijadikan sebagai acuan dan pedoman dalam teknik pengumpulan data dan diupayakan pelaksanaan wawancara dilakukan pada personil (petugas) yang informasinya dapat dipercaya.

Studi Literatur

Kegiatan yang dilaksanakan sepanjang Penelitian untuk memperoleh bahan atau data pembanding antara praktek dilapangan dengan teori yang telah dipelajari selama pendidikan. Dari data sistim pemilihan spesifikasi, operasi, perawatan serta perbaikan pompa yang didapat, maka akan dapat diketahui apakah penerapan dari sistem yang ada sudah sesuai dengan teori yang didapat selama pendidikan dan sudah memenuhi kriteria yang disyaratkan.

Penelitian di lapangan.

Kegiatan yang dilaksanakan secara langsung dilokasi praktik dan ikut membantu pekerjaan yang dilaksanakan. Dari kegiatan ini diharapkan akan diperoleh data sebenarnya dari kondisi sistim pemilihan spesifikasi, operasi, perawatan serta perbaikan pompa yang diterapkan hingga dapat dilakukan evaluasi terhadap sistem tersebut.

PENYAJIAN DAN PEMBAHASAN DATA**Analisa Sistem****Perhitungan Head Pompa****1. Perhitungan Head Pompa Sesuai Data Rencana PDAM Tirtauli Kota pematangsiantar**

- a. Tinjauan terhadap kecepatan dengan pipa yang digunakan pada sistem pemompaan adalah pipa GIP 150 mm dengan $Q = 0,0271 \text{ m}^3/\text{detik}$:

$$\text{Rumus Kontinuitas Aliran : } Q = V \times A$$

$$\frac{1}{4} \times \Pi \times D^2 \times V = 0,0271 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$V = \frac{4 \times Q}{\Pi \times D^2}$$

$$V = \frac{(4)(0,0271)}{(3,14)(0,15)^2} = 1,53 \text{ m/dt}$$

Energi Kecepatan (Ek)

Dari data pada kecepatan aliran, maka kita dapat menentukan Energi

$$\text{Kecepatan dengan rumus } \frac{V^2}{2g}$$

$$\text{Energi kecepatan (Ek)} = \frac{V^2}{2g} = \frac{(1,53)^2}{2 \times 9,81} = 0,12 \text{ m}$$

- b. Perhitungan Terhadap Head Loses Minor Pada Jaringan Pipa Suction Dan Discharge

Pada table diatas diperoleh nilai :

$$\sum K_s = 1,97$$

$$\sum K_d = 3,80$$

Dari data tersebut diatas, head loses minor dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$h_m = \sum K_s \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$h_{ms} = 1,970 \times \frac{(1,53)^2}{2 \times 9,81} = 0,24 \text{ meter}$$

$$h_{md} = 3,80 \times \frac{(1,53)^2}{2 \times 9,81} = 0,46 \text{ meter}$$

Total head minor

$$\sum h_m = h_{ms} + h_{md}$$

$$= 0,24 \text{ meter} + 0,46 \text{ meter}$$

$$= 0,70 \text{ meter}$$

- c. Perhitungan Terhadap Head Loses Friction Pada Jaringan Pipa Transmisi Dari Sumber mata air Ke Reservoir

Data-data yang diketahui :

$$Q \text{ pompa} = 0,0271 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$D = 100 \text{ mm} = 0,150 \text{ meter}$$

$$\text{Pipa GIP} \rightarrow \text{Chw} = 135$$

$$L \text{ pipa suction} = 2 \text{ mtr}$$

$$L \text{ pipa discharge} = 1260 \text{ mtr}$$

Perhitungan Terhadap *Head loses* Mayor Pada Jaringan Pipa *Suction*

$$\begin{aligned} h_{fs} &= \left[\frac{Q}{0,2785 \times CHW \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L \\ &= \left[\frac{0,0271}{0,2785 \times 135 \times 0,15^{2,63}} \right]^{1,85} \times 2 \text{ meter} \\ &= \mathbf{0,03 \text{ meter}} \end{aligned}$$

Perhitungan Terhadap *Head loses* Mayor Pada Jaringan Pipa *Discharge*

$$\begin{aligned} h_{fd} &= \left[\frac{0,0271}{0,2785 \times 135 \times 0,15^{2,63}} \right]^{1,85} \times 1260 \text{ meter} \\ &= \mathbf{19,77 \text{ meter}} \\ \text{Maka :} \\ \sum hf &= h_{fs} + h_{fd} \\ &= \mathbf{0,03 \text{ meter} + 19,77 \text{ meter}} \\ &= \mathbf{19,80 \text{ meter}} \\ \sum hl &= \sum hf + \sum hm \\ &= \mathbf{19,80 \text{ meter} + 0,70 \text{ meter}} \\ &= \mathbf{20,50 \text{ meter}} \end{aligned}$$

d. Perhitungan Terhadap *Head Static* (h_t)

Head static dalam kasus ini adalah tinggi antara muka air sumur dalam sampai pipa *out let* pompa tertinggi

$$h_t = \mathbf{-6 \text{ meter}}$$

e. Perhitungan *Head* Pompa (H_p)

Perhitungan *head* pompa dapat diketahui dengan menggunakan dalil:

$$\begin{aligned} H_p &= \sum hl + h_t + \text{Energi kecepatan (Ek)} \\ &= \mathbf{20,50 \text{ meter} + (-6 \text{ meter}) + 0,12 \text{ meter}} \\ &= \mathbf{14,62 \text{ meter}} \end{aligned}$$

Maka titik kordinat kebutuhan pompa dapat diketahui :

$$Q = 0,0271 \text{ m}^3/\text{det} = \mathbf{97,56 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$H = \mathbf{14,62 \text{ meter}}$$

Analisa Pompa

a. Putaran Spesifik Pompa.

- Putaran Spesifik Pompa di lokasi mata air Simarito Kelurahan Aek Nauli Kecamatan Siantar Selatan Kota Pematangsiantar.

Putaran spesifik pompa dapat ditentukan berdasarkan titik kerja pada efisiensi terbaik yaitu dengan melihat kurva karakteristik awal. Pompa yang digunakan adalah *Submersible Pump*.

Dengan putaran pompa (n) = 2900 rpm dan titik kordinat pompa adalah :

$$\text{Kapasitas (Q)} = 27,10 \text{ l/det}$$

H (head) = 14,62 meter

Maka putaran spesifik pompa dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.16 berikut :

Dengan mengetahui kapasitas operasi pompa = 27,10 l/det, maka :

$$\frac{27,10 \frac{l}{det} \times 60 \text{ det/menit}}{1000 l/m^3} = 1,626 \frac{m^3}{menit}$$

$$\begin{aligned} N_s &= n \times \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}} \\ &= 2900 \times \left(\frac{1,626^{0,5}}{14,62^{0,75}} \right) \\ &= \mathbf{494,59} \end{aligned}$$

b. Karakteristik Pompa.

Berdasarkan *performance curve* dari pabrik pembuat pompa, bahwa kapasitas operasi pompa dan head pompa di lokasi mata air Simarito Kelurahan Aek Nauli Kecamatan Siantar Selatan Kota Pematangsiantar dibanding dengan grafik *performance curve* dari pabrik pembuat pompa

c. Net Positive Suction Head Available ($NPSH_{AV}$)

Pada umumnya untuk pompa *submersible* tidak perlu dilakukan perhitungan $NPSH$, karena pada prinsipnya nilai $NPSH$ digunakan untuk meninjau kemampuan hisap jaringan *suction* atau sebagai *head* yang menyebabkan zat cair mengalir melalui pipa *suction* dan akhirnya masuk ke pompa. Sebagaimana diketahui bahwa pompa *submersible* selama mulut *inlet* pada pompa masih terendam pada zat cair maka $NPSH_{AV} > NPSH_{REG}$.

Kavitasi masih dapat terjadi bila tinggi *head* yang ditargetkan tidak dapat dicapai oleh pompa, akibatnya pompa tetap berputar, tetapi air tidak dapat sampai tujuan yang dkehendaki. Tekanan yang bekerja diatas permukaan zat cair (Pa) akan membantu menekan zat cair masuk kedalam pompa sebesar tekanan tersebut, didukung oleh ketinggian zat cair terhadap poros pompa (hs), sedangkan tekanan uap jenuh (Pv) yang terjadi pada pompa pada saat pompa beroperasi memberikan energi negatif terhadap kedua daya tadi, sehingga dari peristiwa tersebut nilai $NPSH_{AV}$ untuk pompa *submersible* dapat dihitung dengan persamaan :

$$NPSH_{AV} = \frac{P_a - P_v}{\gamma} + h_s$$

Diketahui pompa beroperasi dengan ketentuan sebagai berikut :

- Perhitungan $NPSH_{AV}$ Pompa lokasi Pompa mata air Simarito Kelurahan Aek Nauli Kecamatan Siantar Selatan Kota Pematangsiantar.

$$\begin{aligned} \text{Suhu air } T \text{ } 25,5 \text{ } ^\circ\text{C} &= 998,3 + \left(\left(\frac{25,5-20}{30-20} \right) \times (995,7 - 998,3) \right) \\ &= 998,3 + (0,55 \times (-2,6)) \\ &= 998,3 + (-1,43) \\ &= 996,87 \end{aligned}$$

Jadi pada $T = 25,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ didapat nilai $\gamma = 996,87 \text{ kg/m}^3$

Tekanan atmosfer (Pa) = 10,33 mka

Tekanan uap jenuh (Pv) pada suhu $25,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ juga harus di interpolasi seperti berikut :

$$\begin{aligned} \text{Suhu air } T \text{ } 25,5 \text{ } ^\circ\text{C} &= 238,3 + \left(\left(\frac{25,5-20}{30-20} \right) \times (432,5 - 238,3) \right) \\ &= 238,3 + (0,55 \times 194,2) \end{aligned}$$

$$= 238,3 + (106,81)$$

$$= 345,11$$

Jadi pada $T = 25,5 \text{ }^\circ\text{C}$ didapat nilai $P_v = 345,11 \text{ kg/m}^2$

Head suction (hs) = 2 meter

$$\begin{aligned} NPSH_{AV} &= \frac{P_a - P_v}{\gamma} + h_s \\ &= \frac{10330 - 345,11}{996,87} + 2 \\ &= 12,016 \text{ meter} \end{aligned}$$

d. Perhitungan Daya Pompa

Dalam perhitungan daya pompa yang terpakai pada titik kerja pompa, dapat dilihat pada tegangan (*volt*), arus listrik (*ampere*) dan $\cos \phi$ pada panel control, sedangkan efisiensi pompa dapat dilihat pada tampilan karakteristik *performance* kurva.

KESIMPULAN

Sesuai dengan kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh adalah :

- A. Sistem Pemilihan Spesifikasi *Submersible Pump* di Lokasi mata air Simarito Kelurahan Aek Nauli Kecamatan Siantar Selatan Kota Pematangsiantar :

Pemilihan Spesifikasi Pompa :

Pemilihan spesifikasi dilakukan terhadap ketentuan sasaran belum tepat sasaran, hal ini dibuktikan dengan gambar grafik yang ada pada buku petunjuk yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat pompa. Namun sesuai dengan *performance curve* yang ada, kapasitas yang seharusnya dapat dipompakan sampai pada *reservoir* sebesar 30 l/det serta head pompa 37 meter, tetapi dalam pantauan penulis langsung dilapangan (dalam hal ini pembacaan angka (*water meter*), kapasitas operasi pompa hanya mencapai 27,10 l/det .

Hal ini dapat terjadi dikarenakan beberapa kemungkinan yang mendukung, antara lain:

1. Tidak terpasangnya *water meter* , sehingga hasil pengukuran yang dilakukan (dengan *portable water meter*) tidak ter update.
2. Dari beberapa kondisi fisik *accessories* yang terpasang kemungkinan mengalami kerusakan sehingga menimbulkan *head losses* yang lebih tinggi dan hal ini dapat mempengaruhi kapasitas operasi pompa.
3. Kondisi fisik pompa dan atau motor listrik kemungkinan kinerjanya sudah menurun, mengingat jam operasi pompa diberlakukan selama 22 jam dalam 1 (satu) hari, sehingga menimbulkan kerusakan pada bagian-bagian tertentu komponen pompa.
4. Kemungkinan adanya kebocoran pada pipa *discharge*, sehingga kapasitas yang diangkut pompa tidak maksimal sesuai dengan yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, 2011. Pengertian Tempat Pembuangan Akhir (TPA).
- Arikunto. 2006. Hasil Penelitian Sampel Berlaku Bagi Populasi, Jakarta: Rineka Cipta.
- Arjuna Gusti B, 2013. Lingkungan Fisik, Jakarta: Rineka Cipta.
- Alfian Muhammad, 2017. Dampak Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kebon Kongok Terhadap Gangguan Kesehatan Masyarakat. Desa Suka Makmur, Kec. Gerung Kab. Lombok Barat.
- Ayen Domitila, 2016. Gambaran Proses Pengolahan Sampah dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Masyarakat. Wilayah TPA Bantar Geban, Bekasi.

- Chereminisinoff, 2003. Komposisi Sampah.
- Damanhuni, 1995. Permasalahan yang Timbul Terkait Dengan Operasional TPA.
- Damanhuni, 2006. Daur Ulang Sampah.
- Damanhuni, 2008. Prameter yang Sering Digunakan Dalam Pemilihan Lokasi TPA.
- Ecolink, 1996. Pengertian Sampah.
- Fachriza, 2015. Pengertian Sampah.
- Fathoni, 2006. Pengertian Populasi.
- Gumbira, 1997. Pengertian Sampah.
- Kasam, 2011. Pengertian Sampah.
- Kamus Lingkungan, 1994. Pengertian Sampah.
- Risqi, 2017. Kajian Permasalahan Pengolahan Sampah dan Dampak Lingkungan di TPA. Universitas.Lambang Mangkura, Prodi Teknik Lingkungan, Banjarbaru, Prov. Kalimantan Selatan.
- SNI 19 - 2454 – 1991. Pengertian Sampah.
- SNI 19 – 3964 – 1994. Pengertian Sampah.
- SNI 03 – 3241 – 1994. Kriteria Lokasi Layak Dibangunnya TPA.
- SNI 19 – 2454 – 2002. Timbulan Sampah.
- SNI No. 19 – 2454 – 2002. Pola Pengumpulan Sampah.
- SNI 19- 2454 – 2002. Pengangkutan Sampah.
- SNI 19 – 2454 – 2002. Tahapan Yang Akan Dilalui Sampah Sebelum Sampah Tersebut Sampai di TPA.
- Sungadji, 2010. Penjelasan Data Primer.
- Sugiyono, 2008. Pengertian Sampel.
- Sugiyono, 2011. Pengertian Data Sekunder.
- Tchobanoglous, 1993. Pengertian Sampah.
- Tchobanoglous, 1993. Ruang Lingkup Pengolahan Sampah.
- UU No. 18, 2018. Tentang Pengolahan Sampah.
- UU RI No. 18 Tahun 2008 dan PP RI No. 81 Tahun 2012. Mengamanatkan Perlunya Perubahan Paradigma Yang Mendasar Dalam Pengolahan Sampah.
- Unus, 2006. Factor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Pembuatan Kompos.
- Yuliani S, 2016. Dampak Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Pasir Sembung Terhadap Kualitas Air Tanah. Desa Sinargalih, Kec. Cilaku Kab. Lombok Barat.