



KALPIKA

Jurnal Ilmiah Teknik Mesin

Volume 17, Nomor 1 Maret 2020

JURNAL

Sa'dilah¹, Denny Prumanto²

ANALISIS KETAHANAN RODA GIGI A006 PADA MESIN PENGIKAT UANG NORXEL NX 7700

ARIBIMA PRATAMA¹, Rani Anggrainy²

ANALISIS KEAUSAN PADA REM BLOCK T-360 KERETA API K3 DENGAN KAPASITAS 80 PENUMPANG

Herri Minnansah¹, Nurkim²

ANALISIS KERUSAKAN PADA SHOCK ABSORBER BELAKANG TOYOTA AVANZA TIPE G 1.5 MT

Kevindi Ramadhan¹, Denny Prumanto²

ANALISIS KEBUTUHAN POMPA RESERVOIR UNTUK SUPPLY AIR KE WTP (WATER TREATMENT PLANT) DI PDAM DENGAN KAPASITAS 200 l/s

M. Firgiawan Arrasid¹, Kis Yoga Utomo²

ANALISIS DROPPING PRESSURE SISTEM AIR BERSIH DENGAN MENGGUNAKAN PIPA PPR PADA PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN

Pungki Dwi Wijanarko¹, Kis Yoga Utomo²

UJI KOMPARASI KETAHANAN AUS PADA SPROCKET GENUINE PART DENGAN BUATAN LOKAL PADA SEPEDA MOTOR

Teguh Wahyudi¹, Dedy Krisbianto²

ANALISIS PENDINGINAN COLD STORAGE DENGAN MENGGUNAKAN 2 JENIS KOMPRESOR (SEMI HERMETIC DAN OPEN TYPE)



J. KALPIKA	VOL.17	NO.1	HAL 1-82	Jakarta MARET 2020	ISSN 2962 - 2980
------------	--------	------	----------	-----------------------	------------------

DAFTAR ISI

1. ANALISIS KETAHANAN RODA GIGI A006 PADA MESIN PENGIKAT UANG NORXEL NX 7700
Sa'dilah¹, Denny Prumanto², 1-8
2. ANALISIS KEAUSAN PADA REM BLOCK T-360 KERETA API K3 DENGAN KAPASITAS 80 PENUMPANG
Aribima Pratama¹, Rani Anggrainy², 9-21
3. ANALISIS KERUSAKAN PADA SHOCK ABSORBER BELAKANG TOYOTA AVANZA TIPE G 1.5 MT
Herri Minnansah¹, Nurkim², 22-35
4. ANALISIS KEBUTUHAN POMPA RESERVOIR UNTUK SUPPLY AIR KE WTP (WATER TREATMENT PLANT) DI PDAM DENGAN KAPASITAS 200 l/s
Kevindi Ramadhan¹, Denny Prumanto², 36-48
5. ANALISIS DROPPING PRESSURE SISTEM AIR BERSIH DENGAN MENGGUNAKAN PIPA PPR PADA PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN
M. Firgiawan Arrasid¹, Kis Yoga Utomo², 49-59
6. UJI KOMPARASI KETAHANAN AUS PADA SPROCKET GENUINE PART DENGAN BUATAN LOKAL PADA SEPEDA MOTOR
Pungki Dwi Wijanarko¹, Kis Yoga Utomo², 60-73
7. ANALISIS PENDINGINAN COLD STORAGE DENGAN MENGGUNAKAN 2 JENIS KOMPRESOR (SEMI HERMETIC DAN OPEN TYPE)
Teguh Wahyudi¹, Dedy Krisbianto², 74-82

Dari Redaksi

Ulang tahun adalah sinar matahari. Begitulah sering dikatakan orang-orang bijak maksudnya, beranjak dari ulang tahun, masa depan diharapkan akan senantiasa bersinar-sinar seperti matahari.

Akan tetapi, sinar matahari "terpaksa" harus kami lihat secara berbeda, dalam kaitan dengan ulang tahun pertama kalpika. Sinar matahari bagi kami, adalah simbol sumber energi yang, oleh karena itu, harus kami mentaatkan seefektif dan seefisien mungkin, sinar matahari sebagai simbol, kami para pengurus kalpika, ingin terus menerus berenergi alias bersemangat untuk menghadirkan kalpika kepada anda tepat pada waktunya melalui simbol matahari, berangkat dari ulang tahun pertama, kalpika ingin bertekad senantiasa mengunjungi anda, bukan malah surut dan kemudian lenyap ditelan waktu.

Kalpika, sebagai jurnal yang bervisi sebagai wadah unggulan penelitian (dalam makna luas), mengenai teknik dunia permesinan, setidaknya sudah mengawali kiprahnya melalui sajian naskah yang bervariasi (namun tetap terikat oleh visinya), mulai dari penelitian murni empirik hingga penelitian yang bersifat terobosan filosofis. Hingga tahun pertama kelahirannya, kalpika pun sudah membuktikan kekonsistennannya pada jadwal terbit. Hal ini, tentu saja berkat hubungan baik dengan relasi-relasi kami, terutama para kontributor naskah. Oleh karena itu, dalam rangkamenjelang hari ulang tahun pertama kalpika, kami ingin mengucapkan terimakasih para relasi kami itu, termasuk juga kepada Anda, para pembaca.

Ulang tahun adalah sinar matahari. Ungkapan orang-orang bijak, dalam kaitan ini, akan kami jadikan simbol mengenai sinar matahari yang setia mengunjungi kita setiap pagi. Kami pun akan berupaya setia mengunjungi Anda sesuai jadwal, Kontaklah terus kami, berilah kami masukan konstruktif, sehingga kesetiaan kami senantiasa terjaga.

Selamat membaca (Red)

ANALISIS KEBUTUHAN POMPA RESERVOIR UNTUK SUPPLY AIR KE WTP (WATER TREATMENT PLANT) DI PDAM DENGAN KAPASITAS 200 l/s

Kevindi Ramadhan¹, Denni Prumanto²
 Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana
 Jl. Raya Jatiwaringin, Pondok Gede, Jakarta Timur 13877
 E-mail : kramadhan48@gmail.com

ABSTRACT

The need for clean water is increasing every day, so every manager of a clean water provider adds a flowrate to inventory if at any time the water needs increase. Because of the increasing need for water at any time, what additional pumps are needed for backups if the water needs are lacking, the backup pump will be operated if the flow rate in the reservoir is lacking. Therefore, a pump specification is needed to supply water from the reservoir to the PDAM WTP reservoir with 85m pipeline. To fulfill the pump specifications to move water from the reservoir to the WTP, of course, it requires data from the appropriate field to find a pump specification that is capable of flowing water at 200 l/s. Calculations made between the calculation of pipe diameter, total pump head, NPSH required, pump efficiency. From the results of theoretical calculations in determining the pump, the data that will be a reference to get the pump specifications that match the flowrate requirements desired.

Keywords: piping systems, pumps, water suppliers

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber energi yang murah dan *relative* mudah di dapat, karena pada air tersimpan energi potensial (ada air mengalir). Tenaga air (*hydropower*) adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat di manfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanik mau pun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air. Besarnya tenaga air yang tersedia

suatu sumber bergantung pada berapa besarnya tekanan dan kapasitas air. Dalam hubungan dengan *reservoir* dengan muka air keluar dari kincir air atau turbin air.

Air merupakan senyawa kimia yang paling berlimpah dari alam, namun demikian sejalan dengan meningkatnya taraf hidup manusia,

maka kebutuhan air pun meningkat pula, sehingga akhir-akhir ini air menjadi barang yang "mahal". Di kota-kota besar, tidak mudah mendapatkan sumber air bersih yang dipakai sebagai bahan baku air bersih yang bebas dari pencemaran, karena air banyak tersedot oleh kegiatan industri yang memerlukan sejumlah air dalam menunjang produksinya. Di sisilain tanah yang merupakan celengan air sudah banyak ditutup untuk berbagai keperluan seperti perumahan, dan industri yang memperdulikan fungsi dari tanah tersebut sebagai wahana simpanan air untuk masa datang.

Secara alamiah air akan mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah mengikuti gaya gravitasi bumi. Untuk aliran sebaliknya maka dibutuhkan peralatan yang di kenal dengan pompa. Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (*fluida*) dari satu tempat ke tempat lain, melalui media (saluran) dengan caramenambah energi pada cairan yang

dipindahkan. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian (*suction*) dan bagian (*discharge*). Perbedaan pada dua bagian tersebut diperoleh dari mekanisme perputaran *impeller* yang menjadikan bagian hisap vakum. Perbedaan tekanan pada sisi hisap inilah yang membuat cairan mampu berpindah.

Water treatment plant (WTP) atau instalasi Pengolahan Air (IPA) adalah sistem atau sarana yang berfungsi untuk mengolah air dari kualitas air baku (*Influent*) terkontaminasi untuk mendapatkan kualitas air yang diinginkan sesuai standar mutu atau siap di konsumsi. *Water treatment plant* (WTP) atau Instalasi Pengolahan Air (IPA) merupakan sarana yang penting di seluruh dunia yang akan menghasilkan air bersih dan sehat untuk di konsumsi dan *water treatment supply* adalah pompa yang berfungsi untuk menyalurkan air dengan kandungan konduktivitas yang tinggi di *raw water tank* menuju proses pengolahan air untuk dikurangi kadar konduktivitasnya yang kemudian hasilnya di tampung di dalam *make up water tank*. Saat ini tahapan proses pengolahan yang dilakukan di WTP ini semakin lengkap terbukti dengan kualitas air bersih yang dihasilkan hingga saat ini telah memenuhi maka dari itu membutuhkan penanganan terhadap ketepatan debit air yang keluar dari *water treatment plant* untuk memenuhi spesifikasi gedung.

Untuk saat ini setiap perusahaan memerlukan air dan sistem air bersih untuk pengolahan air kotor atau limbah cair dan pada saat itu limbah cair pun menjadi bahan utamanya. Adapun judul untuk penulisan Tugas Akhir ini adalah "ANALISIS KEBUTUHAN POMPA RESERVOIR UNTUK SUPPLY AIR KE WTP (WATER TREATMENT PLANT) DI PDAM DENGAN KAPASITAS 200 l/s", kebutuhan

supply air dari *reservoir* menuju ke WTP PDAM ini didapat dari hasil lapangan dan dari buku-buku referensi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa spesifikasi pompa yang sesuai untuk *supply* air ke WTP sebesar 200 l/s?
2. Berapa besarnya hambatan (*losses*) yang terjadi pada instalasi pipa?
3. Berapa daya pompa yang sesuai untuk meningkatkan efisiensi pompa?

1.3 Batasan Masalah

Agar Tugas akhir ini tidak menyimpang jauh dari permasalahan yang di angkat, serta karena keterbatasan pengetahuan penulis, maka dalam pembahasan Tugas Akhir ini memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Spesifikasi pompa *supply* ke WTP PDAM X.
2. Besarnya hambatan (*losses*) yang terjadi di instalasi pipa dari *reservoir* menuju WTP PDAM X.
3. Kebutuhan daya yang diperlukan untuk efisiensi pompa.

1.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan oleh penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Metode literatur
Merupakan metode yang digunakan penulis untuk memperoleh data dari buku-buku yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas sehingga data yang didapat akurat.
2. Metode Observasi
Merupakan metode pengamatan dan menganalisa langsung alat yang akan di analisa sebagai acuan pengambilan data dan informasi

langsung dengan petugas lapangan yang bersangkutan di PDAM.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan spesifikasi pompa yang dibutuhkan oleh PDAM yang di *supply* oleh pompa *reservoir* sebesar 200 l/s
2. Mengetahui besarnya *losses* yang di akibatkan aksesoris di instalasi pipa
3. Mendapatkan efisiensi daya yang di butuhkan oleh pompa.

1.6 Hipotesis

Untuk memenuhi kebutuhan *supply* air ke WTP PDAM sebesar 200 l/dt, untuk spesifikasi pompa dan aliran dapat dihitung dari hambatan (*losses*) yang terjadi pada luas penampang dan dimensi pipa.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh gambaran yang lebih mempermudah dalam memahami isi maka selanjutnya penulisan penelitian ini akan disusun dalam suatu sistematika penulisan yang secara garis besar dibagi dalam beberapa bab.

BAB I PENDAHULUAN

Akan menjelaskan mengenai latar belakang, tujuan dan manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bagian ini memuat berbagai pustakaan yang relevan dari beberapa buku yang konferensif terutama membahas aspek-aspek yang belum di bicarakan sehingga cukup memberi alasan yang kuat bagi penulis untuk memilih topik.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan mengenai langkah-langkah yang di gunakan untuk mencapai tujuan penelitian dan

uraian tiap tahapan secara ringkas dan disertai diagram alirnya serta data-data yang di gunakan dalam penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang data-data penelitian, perhitungan dari analisa beserta hasil perhitungan tentang spesifikasi, besarnya *losses* dan efisiensi daya pompa.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian dan disertai beberapa saran agar analisis kebutuhan pompa *reservoir* untuk *supply* air ke WTP (*Water Treatment Plant*) di PDAM X berjalan dengan baik.

II LANDASAN TEORI

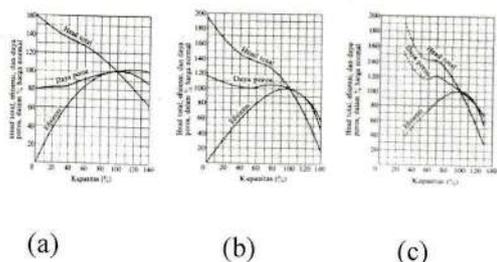
2.1 Definisi Pompa

Pompa digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan perumahan, peralatan pemompaan sangat beragam, bervariasi dalam jenis, ukuran, dan bahan konstruksi. Ada perkembangan baru yang signifikan dibidang peralatan pemompaan sejak awal 1990-an, pertama ada bahan untuk anti korosif, teknik penyegelan modern, peningkatan kemampuan berjalan kering dari pompa *sealless* (yang secara magnetis didorong oleh jenis motor), dan aplikasi bantalan magnetik pada pompa energi *multistage* (pompa bertekanan tinggi). Bagian dari *Clean Air Act of 1980* oleh kongres AS, perhatian yang meningkat terhadap lingkungan tempat kerja yang aman, dan permintaan pengguna untuk ketangguhan peralatan yang lebih besar semuanya telah menghasilkan peningkatan waktu rata-rata antara kegagalan dan pemeliharaan terjadwal.

Umumnya pompa ditandai dengan dua jenis yang berbeda, pertama istilah yang mengambil karakteristik hidrolis atau karakteristik cairan yang mengalir sebagai pertimbangan, dan dua istilah yang didasarkan pada jenis atau pengguna khusus pompa yang dikehendaki. Pemakaian kedua metode penandaan pompa ini menyebabkan keraguan di antara para pemula, bahkan di antara mereka yang sudah terbiasa. Ada tiga jenis pompa yang digunakan sekarang ini adalah sentrifugal, rotari (*rotary*), torak (*reciprocating*). Perhatikan bahwa istilah ini berlaku hanya pada mekanika fluida, bukan pada desain pompa itu sendiri. Ini penting, sebab banyak pompa dibuat dan dijual untuk keperluan yang khusus, hanya dengan melihat detail desain terbaik saja, sehingga masalah yang mendasarkan kepada kelas dan jenis menjadi terlupakan.

2.2 Karakteristik Pompa

Karakteristik pompa dapat digambarkan dalam kurva-kurva karakteristik, yang menyatakan besarnya *head total* pompa, daya poros, dan efisiensi pompa, terhadap kapasitas. Kurva performansi tersebut, pada umumnya digambarkan pada putaran yang tetap. Gambar 2.1 (a) sampai dengan (c) memperlihatkan contoh kurva performansi untuk tiga jenis pompa dengan harga n_s yang jauh berbeda-beda. Disini kurva karakteristik dinyatakan dalam persen. Titik 100% untuk harga kapasitas, pompa, dan daya pompa, daya poros, dan efisiensi pompa terhadap kapasitas. Kurva performansi tersebut, pada umumnya digambarkan pada putaran yang tetap.

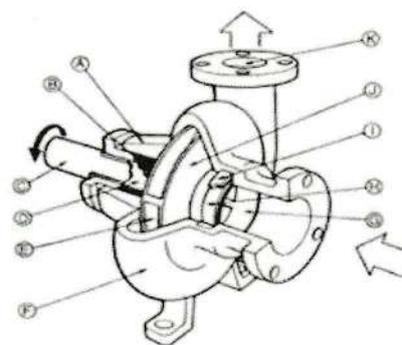


Gambar 2.1 (a) Kurva Pompa Volut. (b) Kurva Pompa Aliran Campuran. (c) Kurva Pompa Aliran Aksial.

Pompa yang bahannya sebagian perunggu mempunyai rumah pompa yang terbuat dari besi cor. Impeler, rumah cincin (*casing ring*) dan selongsong (bila dipakai) dari perunggu. Pada pompa perunggu setiap bagian yang berhubungan langsung dengan cairan terbuat dari perunggu, sesuai dengan standar pabrikan pompa. (Edwads. Hal: 3)

2.2 Bagian Pompa

Secara umum bagian-bagian utama pompa sentrifugal dapat dilihat seperti gambar berikut: (Sularso, Haruo, Hal: 75)



Gambar 2.2 Komponen Utama Pompa.

Penjelasan gambar:

- a. *Stuffing Box*
 Berfungsi untuk menerima kebocoran pada daerah dimana poros pompa menembus casing. Dimana tempat poros masuk kedalam rumah pompa, kotak paking atau peti gasket (*stuffing box*) haruslah disediakan untuk mencegah terjadinya kebocoran.
- b. *Packing*

Digunakan untuk mencegah dan mengurangi bocoran cairan dari casing pompa melalui poros.

c. *Shaft*

Poros berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan impeler dan bagian-bagian berputar lainnya.

d. *Shaft sleeve*

Berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi, dan keausan pada *stuffing box*.

e. *Vane*

Sudu impeler sebagai tempat berlalunya cairan pada impeler.

f. *Casing*

Merupakan bagian luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan diffuser (*guidervane*), *inlet* nozel serta tempat memberikan arah aliran dari impeler dan mengkonversikan energi cairan menjadi energi dinamis (*single stage*).

g. *Eye of impeller*

Bagian sisi hisap impeler.

Impeller Berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan pada sisi hisap secara terus menerus akan memasukan mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.

h. *Chasing water ring*

Berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan impeler maupun bagian belakang impeler,

dengan cara memperkecil celah antara *chasing* dan impeler.

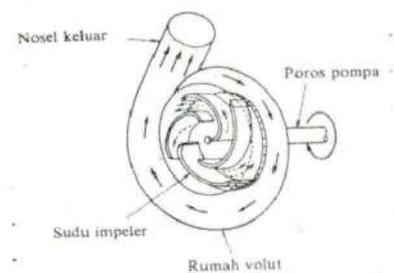
i. *Discharge nozzle*

Berfungsi untuk mengeluarkan cairan dari impeler, didalam nosel ini sebagai *head* kecepatan aliran diubah menjadi *head* tekanan.

2.4 Cara Kerja Pompa

Cara kerja pompa menurut Ir. Sularso dan Prof. Dr. Haruo tahara seperti diperlihatkan Gambar 2.9 mempunyai sebuah impeler (balin baling) untuk mengangkat zat cair dari tempat lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi.

Daya dari luar diberikan kepada pompa untuk memutar impeler di dalam zat cair. Maka zat cair yang ada didalam impeler, oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar.



Gambar 2.3 Bagian Aliran Fluida Di Dalam Pompa.

Daya dari motor diberikan kepada pompa untuk memutar impeler di dalam zat cair. Maka zat cair yang ada didalam impeler, oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar. Karna timb gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeler ke luar melalui saluran antara sudu-sudu. Disini *head* tekanan zat cair menjadi lebih tinggi. Demikian pula *head* kecepatan bertambah besar karena zat cair mengalir

percepatan. Zat cair yang keluar dari impeler ditampung oleh saluran berbentuk volut (*spiral*) di kelilingi impeler dan disalurkan keluar pompa melalui nosel. Di dalam nosel ini sebagian *head* kecepatan aliran diubah menjadi *head* tekanan. Jadi fungsi impler pompa berfungsi memeberikan kerja pada zat cair sehingga energi yang dikandung menjadi tambah besar. Selisih energi persatuan berat atau *head* total zat cair antara *flens* hisap dan *flens* keluar pompa disebut *head* total pompa.

III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di WTP (*water treatment plant*) PDAM X. Penelitian dilakukan pada bulan September 2018 sampai dengan bulan November 2018 dengan judul penelitian :

“ANALISIS KEBUTUHAN POMPA RESERVOIR UNTUK *SUPPLY* AIR KE WTP (*WATER TREATMENT PLANT*) DI PDAM DENGAN KAPASITAS 200 l/s”

3.2 Objek Penelitian

PDAM atau Perusahaan Daerah Air Minum merupakan salah satu unit usaha milik daerah, yang yang bergerak dalam distribusi air bersih bagi masyarakat umum. PDAM terdapat di setiap provinsi, kabupaten, dan kotamadya di seluruh Indonesia. PDAM merupakan perusahaan daerah sebagai sarana penyedia air bersih yang diawasi dan dimonitor oleh aparat-aparat eksekutif maupun legislatif daerah.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan studi kasus pada kebutuhan *supply* air WTP di PDAM. Adapun metode penelitian yang digunakan adalah metode observasi dengan melihat kondisi pemakaian air

masyarakat meningkat, untuk itu pihak dari PDAM menambah pasokan air yang sudah ada menjadi lebih besar dan melihat efisiensi pompa yang akan digunakan agar memudahkan untuk dilakukan *maintenace* dikemudian hari apa bila ada kerusakan pada pompa maupun motor penggerak. Dengan meninjau langsung, maka dapat dilakukan analisa kebutuhan *supply* air dengan kapasitas yang sudah diasumsikan dan pompa yang sudah ada di pasaran.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Ada beberapa metode yang digunakan untuk melakukan pengumpulan data dalam penelitian ini antara lain:

1. Metode Observasi, yaitu dengan melakukan *survey* lokasi / lapangan yang digunakan untuk menjadi rumah pompa *reservoir*. Dengan panduan pembimbing yang ditunjuk dan *staff* yang bersangkutan mahasiswa dapat mengumpulkan data yang diperlukan untuk penelitian.
2. Metode Literatur, langkah pengumpulan data referensi yang berhubungan dengan penelitian. Penelitian ini di konsentrasikan pada kebutuhan pompa yang didapat dari buku-buku, jurnal dan internet sebagai dasar perhitungan dan acuan dalam penyusunan tugas akhir ini.

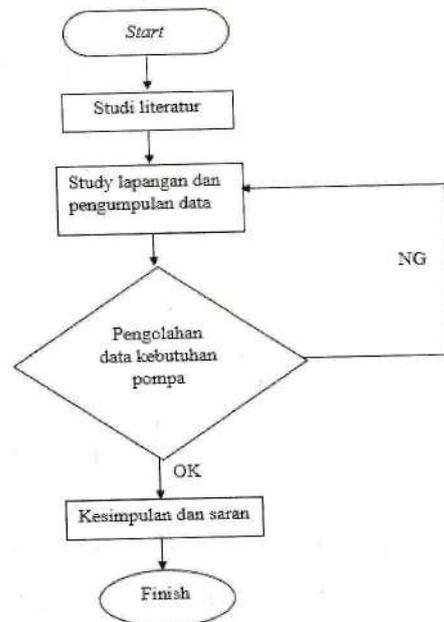
Untuk memperoleh hasil yang memuaskan dan tujuan yang akan dicapai dalam pembuatan penelitian ini. Data yang dikumpulkan nantinya akan digunakan dalam analisa/pengolahan data. Berikut data yang dikumpulkan antara lain:

- a. Debit aliran yang di inginkan.
- b. Data instalasi pemipaan pada sisi isap dan sisi tekan.

- c. Komponen aksesoris pipa dan jumlah yang digunakan pada sisi isap dan sisi tekan.
- d. Temperatur lokasi kerja.
- e. Fluida yang digunakan.

3.5 Diagram Alur Penelitian

Untuk mempermudah melakukan analisa kebutuhan pompa *reservoir* untuk *supply* air ke WTP PDAM dapat di lihat dari diagram alur berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

IV ANALISIS dan PEMBAHASAN

4.1 Data Perencanaan Sistem Pompa

Di dalam perencanaan sistem pompa yang nantinya digunakan oleh *Reservoir* untuk *supply* air ke WTP dengan kebutuhan 200 l/s. Pompa yang akan dipilih dalam proses *transfer* air dari *reservoir* adalah sebagai berikut:

Gambar 4.1 Data Survey

No.	DATA	Spesifikasi
1	Debit aliran	200 l/s = 0.2 m ³ /s = 12 m ³ /min = 720 m ³ /h
2	Pipa tekan	HDPE (High Density PE)
3	Pipa isap	Galvanis
4	Panjang pipa keluar (<i>discharge</i>)	85 m
5	Panjang pipa isap (<i>suction</i>)	4,5 m
6	Head statis <i>suction</i> + head statis <i>discharge</i> = head statis total	1.5 m + 3 m = 4,5 m
7	Fluida	Air tawar
8	Temperatur	30° C
9	Berat jenis air	0.9937 kgf/l
10	Viskositas kinematik	0.802 x 10 ⁻⁶ m ²
11	Aksesoris pada pipa isap (<i>suction</i>)	a. Elbow 90° : 1 pc b. Butterfly valve : 1 pc c. Foot valve : 1 pc
12	Aksesoris pada pipa keluar (<i>discharge</i>)	a. Elbow 90° : 4 pc b. Elbow 45° : 1 pc c. Check valve : 1 pc d. Butterfly valve : 1 pc e. Gate valve : 1 pc f. Flow meter : 1 pc

4.2 Pengolahan Data

Didalam perancangan sistem pompa *reservoir* ini, air sungai yang di transfer mel *reservoir* akan di alirkan ke WTP PDAM. Pompa yang dibutuhkan berkapasitas 200 untuk mencapai WTP tersebut, maka dilakukan perhitungan secara teoritis de langkah-langkah sebagai berikut ini:

1. Menentukan diameter pipa

Dari data yang ada maka dapat dilak perhitungan untuk mendapatkan diameter yang akan digunakan dalam instalasi, yaitu

$$Q = \frac{v}{A}$$

Dimana :

Q = debit aliran (m³/s)

v = kecepatan aliran (m/s)

A = luas penampang (m²)

maka,

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{0.2 \text{ m}^3/\text{s}}{1.0 \text{ m/s}}$$

$$A = 0.2 \text{ m}^2$$

Jadi dimana diameter dalam pipa yang di butuhkan:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0.2 \text{ m}^3/\text{s}}{3.14 \times 1.0 \text{ m/s}}}$$

$$d = 0.504 \text{ m} = 504 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas, maka di dapat diameter dalam pipa sebesar 504 m. Untuk perancangan pipa sisi isap dipilih pipa galvanis STD 40 dengan ketebalan dinding 9.53 sedangkan untuk sisi tekan ini di pilih pipa HDPE (*High Density Poly Enthylene*) S-6.3 SDR 13.6 PE-100 S-6.3 PN-12.5 dengan tebal pipa 36.8 mm karna pipa ini mempunyai tingkat keretakan yang rendah dan mampu menahan tekanan hingga 10 bar maka cocok untuk di tanam dalam tanah. Setelah terpilih pipa yang akan dipakai, maka kecepatan alirannya berubah dengan mengikuti diameter dalam pipa, perhitungan yang digunakan adalah diameter tebal pipa dikurang hasil dari 2 x tebal dinding luar pipa, sebagai berikut:

❖ Sisi isap

$$\text{Diameter dalam pipa} = 504 \text{ mm} = 0.504 \text{ m}$$

$$\text{Tebal dinding luar pipa} = 9.53 \text{ mm}$$

$$504 \text{ mm} - (2 \times 9.53 \text{ mm})$$

$$= 484.9 \text{ mm} = 0.4849 \text{ m}$$

❖ Sisi tekan

$$\text{Diameter dalam pipa} = 504 \text{ mm} = 0.504 \text{ m}$$

$$\text{Tebal dinding luar pipa} = 36.8 \text{ mm}$$

$$504 \text{ mm} - (2 \times 36.8 \text{ mm})$$

$$= 430.4 \text{ mm} = 0.4304 \text{ m}$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

Dimana :

v = kecepatan aliran (m/s)

Q = debit aliran (m^3/s)

A = luas penampang (m^2)

maka,

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} d^2}$$

❖ Sisi isap

$$v = \frac{(0.2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}})}{\frac{3.14}{4} \times (0.4849 \text{ m})^2}$$

$$v = 1.084 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

❖ Sisi tekan

$$v = \frac{(0.2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}})}{\frac{3.14}{4} \times (0.4304 \text{ m})^2}$$

$$v = 1.377 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2. Bilangan Reynolds

$$R_e = \frac{v d}{\nu}$$

Dimana:

R_e = bilangan *Reynolds* (tak berdimensi)

v = kecepatan rata-rata aliran didalam pipa (m/s)

D = diameter dalam pipa (m)

ν = viskositas kinematik zat cair (m^2/s)

❖ Sisi isap

$$R_e = \frac{1.084 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0.4849 \text{ m}}{0.802 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}$$

$$R_e = 655400$$

❖ Sisi tekan

$$R_e = \frac{1.377 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0.4304 \text{ m}}{0.802 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}$$

$$R_e = 738978$$

Dari perhitungan di atas nilai *reynolds* yang didapat lebih dari 4000, maka dapat disimpulkan bahwa aliran air pada pipa bersifat turbulen.

3. Friction factor

Dengan berdasarkan nilai kekerasan pipa pada Tabel 2.10, pada umumnya nilai *Roughness* (*e*) yang didapat untuk material HDPE adalah 0.07 mm = 0.00007 m dan untuk nilai *Roughness* pipa galvanis adalah 0.15 mm = 0.00015 m . maka besar nilai *Relative Roughness* pada pipa HDPE dan galvanis adalah sebagai berikut:

$$\text{Galvanis} \quad \frac{e}{D} = \frac{0.00015 \text{ m}}{0.4849 \text{ m}} = 0.00030$$

$$\text{HDPE} \quad \frac{e}{D} = \frac{0.00007 \text{ m}}{0.4304 \text{ m}} = 0.00016$$

Dari hasil nilai bilangan Reynolds dan nilai *Relative Roughness* diatas serta melihat diagram Moddy pada Gambar 2.18, maka di dapat nilai *friction Factor* (*f*) sebesar

Sisi isap : **0.024**

Sisi tekan : **0.023**

4. Mencari head kerugian pada pipa

Selanjutnya perlu dicari *head* kerugian pada aliran pipa, dari perhitungan angka Reynolds diketahui bahwa aliran pada pipa sisi isap bersifat turbulen dengan nilai 655400 dan sisi tekan 738978 dan untuk nilai faktor gesekan pipa galvanis 0.027 dan HDPE 0.023 sehingga untuk mencari *head* kerugian pipa lurus sisi isap dan sisi tekan dapat dicari menggunakan persamaan:

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

Dimana:

v = kecepatan aliran rata-rata didalam pipa (m/s)

h_f = head kerugian gesek dalam pipa (m)

f = koefisien kerugian gesek

g = percepatan grafitasi (m/s²)

L = panjang pipa (m)

❖ Sisi isap

$$h_{fs} = 0.024 \times \frac{4.5 \text{ m}}{0.4849 \text{ m}} \times \frac{(1.084 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h_{fs} = 0.1314 \text{ m}$$

❖ Sisi tekan

$$h_{fd} = 0.023 \times \frac{85 \text{ m}}{0.4304 \text{ m}} \times \frac{(1.377 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h_{fd} = 0.4387 \text{ m}$$

Jadi kerugian total pada pipa lurus adalah

$$h_{f \text{ total}} = h_{fs} + h_{fd}$$

$$h_{f \text{ total}} = 0.1314 \text{ m} + 0.4387 \text{ m}$$

$$h_{f \text{ total}} = 0.5701 \text{ m}$$

5. Mencari kerugian pada aksesoris pipa:

Setelah menghitung nilai *losses* hambatan pada pipa lurus, sekarang mencari nilai hambatan pada aksesoris seperti berikut:

$$h_v = f_v \frac{v^2}{2g}$$

Dimana:

v = kecepatan rata-rata di penampang masuk katup (m/s)

f_v = koefisien kerugian katup

h_v = kerugian head katup (m)

❖ Sisi isap

➤ Elbow 90°

Pada bagian sisi isap yaitu 1 buah, dari Tabel 2.5 koefisiennya 32, sehingga kerugian sebagai berikut:

$$h_{vs} = 32 \times \frac{(1.084 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$h_{vs} = 2.048 \text{ m}$$

➤ *Butterfly valve*

Terdapat 1 buah, dari Tabel 2.6 di dapatkan sebesar 0.6 untuk diameter < 300 mm, sehingga kerugian sebagai berikut:

$$h_{vs} = 0.6 \times \frac{(1.084 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$h_{vs} = 0.038 \text{ m}$$

➤ *Foot valve*

Terdapat 1 buah, dari Tabel 2.6 di ambil nilai terbesar yaitu 1.72, sehingga kerugian sebagai berikut:

$$h_{vs} = 1.72 \times \frac{(1.084 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$h_{vs} = 0.110 \text{ m}$$

Total kerugian aksesoris sisi isap:

$$h_{vs \text{ total}} = \textit{elbow } 90^\circ + \textit{butterfly valve} + \textit{foot valve}$$

$$h_{vs \text{ total}} = 2.048 \text{ m} + 0.038 \text{ m} + 0.110 \text{ m}$$

$$h_{vs \text{ total}} = 2.196 \text{ m}$$

❖ **Sisi tekan**

➤ *Elbow 90°*

Pada bagian sisi isap yaitu 4 buah, dari Tabel 2.5 koefisiennya 32, sehingga kerugian sebagai berikut:

$$h_{vd} = (32 \times 4) \times \frac{(1.377 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$h_{vd} = 12.28 \text{ m}$$

➤ *Elbow 45°*

Pada bagian sisi isap yaitu 1 buah, dari Tabel 2.5 koefisiennya 20, sehingga kerugian sebagai berikut:

$$h_{vd} = 20 \times \frac{(1.377 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$h_{vd} = 1.92 \text{ m}$$

➤ *Butterfly valve*

Terdapat 1 buah, dari Tabel 2.6 di dapatkan sebesar 0.6 untuk diameter < 300 mm, sehingga kerugian sebagai berikut:

$$h_{vd} = 0.6 \times \frac{(1.377 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$h_{vd} = 0.0057 \text{ m}$$

➤ *Gate valve*

Terdapat 1 buah, dari Tabel 2.6 di dapatkan sebesar 0.09 untuk diameter < 300 mm, sehingga kerugian sebagai berikut:

$$h_{vd} = 0.09 \times \frac{(1.377 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$h_{vd} = 0.008 \text{ m}$$

➤ *Check valve*

Terdapat 1 buah, dari Tabel 2.6 di dapatkan sebesar 0.9, sehingga kerugian sebagai berikut:

$$h_{vd} = 0.9 \times \frac{(1.377 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$h_{vd} = 0.086 \text{ m}$$

➤ *Flow meter*

Terdapat 1 buah, dari Tabel 2.6 di dapatkan sebesar 200 flowmeter jenis turbin, sehingga kerugian sebagai berikut:

$$h_{vd} = 200 \times \frac{(1.377 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$h_{vd} = 19.2 \text{ m}$$

Total kerugian aksesoris pipa sisi tekan:

$h_{vd\ total} = elbow\ 90^\circ + elbow\ 45^\circ + butterfly\ valve + gate\ valve + check\ valve + flow\ meter$

$$h_{vd\ total} = 12.288\ m + 1.920\ m + 0.057\ m + 0.008\ m + 0.086\ m + 19.2\ m$$

$$h_{vd\ total} = 33.551\ m$$

Jadi total dari kerugian aksesoris dari pipa sisi isap dan pipa sisi tekan adalah:

$$h_{v\ total} = h_{vs} + h_{vd}$$

$$h_{v\ total} = 2.196\ m + 33.551\ m$$

$$h_{v\ total} = 35.747\ m$$

Jadi total kerugian pada instalasi pemipaan yaitu jumlah antara *head* total kerugian pada pipa lurus dan pada aksesoris pemipaan yang terpasang, yaitu:

$$h_l = h_{f\ total} + h_{v\ total}$$

$$h_l = 0.5701\ m + 35.747\ m$$

$$h_l = 36.3171\ m$$

6. Mencari *head* total pompa

Setelah diketahui *head* total kerugian maka dapat dicari *head* total pompa, yaitu sebagai berikut:

$$H = h_a + h_p + h_l + \frac{v^2 d}{2g}$$

Dimana:

H = *head* total pompa (m)

h_a = *head* statis total (m)

h_p = perbedaan *head* tekanan yang bekerja di kedua permukaan air (m)

h_l = *head* total kerugian pada pipa dan aksesoris (m)

$$H = 4.5\ m + 0 + 36.3171\ m + \frac{(1.377)^2 \times 0.4304\ m}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H = 40.85\ m$$

7. Mencari nilai NPSH yang tersedia

Dimana parameter yang sudah diketahui untuk melakukan perhitungan yaitu sebagai berikut ini:

✓ Tekanan atmosfer di lingkungan kerja (P_a)
Tekanan atmosfer dengan ketinggian 0-100 m di atas permukaan laut yaitu **10270 kgf/m²**

✓ Temperatur kerja pompa: 30° C (p_v)
Tekanan uap jenuh dengan temperatur 30° C adalah **432.5 kgf/m²**

✓ Berat jenis fluida kerja (γ)
Berkas jenis fluida air tawar **995.7 kgf/m³**

✓ *Head* kerugian pada sisi isap (h_{fs})

$$h_{fs} = h_{fs} + h_{vs}$$

$$h_{fs} = 0.1314\ m + 2.196\ m$$

$$h_{fs} = 2.327\ m$$

✓ *Head* statis sisi isap (h_s)

Jarak permukaan air ke poros pompa

$$h_s = 1.5\ m\ (negatif\ suction)$$

sehingga dapat dilakukan perhitungan NPSH yang tersedia pada sistem sebesar:

$$h_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_f$$

Dimana:

h_{sv} = NPSH yang tersedia (m)

P_a = tekanan atmosfer (kgf/m²)

P_v = tekanan uap jenuh (kgf/m²)

h_s = *head* hisap statis (m)

h_{fs} = kerugian *head* di dalam pipa isap

$$h_{sv} = \frac{10270 \frac{kgf}{m^2}}{995.7 \frac{kgf}{m^3}} - \frac{432.5 \frac{kgf}{m^2}}{995.7 \frac{kgf}{m^3}} - 1.5\ m$$

$$2.327\ m$$

$$h_{sv} = 6.05\ m$$

sehingga NPSH yang tersedia pada sisi isap pompa yaitu sebesar 6.16 m. Agar tidak terjadi

kavitasi maka NPSH yang diperlukan harus lebih kecil dari nilai NPSH yang tersedia.

8. Putaran motor pompa (n)

Putaran motor pada pompa yang ada di lapangan maka akan digunakan adalah 4 katub, 1500 rpm dengan frekuensi 50 Hz. Dengan memperhitungkan faktor selip 1 sampai 2% maka nilai putaran yang di gunakan untuk perhitungan yaitu sebesar (n) **1450 rpm**.

9. Mencari kecepatan spesifik (n_s)

Nilai n_s digunakan untuk menentukan jenis pompa dan impeler yang sesuai, dapat dicari menggunakan persamaan:

$$n_s = n \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}$$

Dimana:

n_s = nilai kecepatan *spesifik* (rpm)

n = putaran pompa (rpm)

Q = Debit aliran (m^3/min)

H = *head* total pompa (m)

$$n_s = 1450 \text{ rpm} \times \frac{12 \text{ m}^3/\text{min}^{1/2}}{40.85 \text{ m}^{3/4}}$$

$$n_s = 310 \text{ rpm}$$

Sehingga nilai n_s sebesar 253 rpm, sesuai pada Gambar 2.16. impeler yang paling sesuai adalah impeler jenis aliran difuser dan bisa juga menggunakan impeler jenis aliran volut kedua jenis impeler ini bisa di gunakan.

10. Mencari efisiensi daya pompa

➤ Daya air

$$P_w = \gamma QH$$

Dimana:

γ = berat jenis fluida (kgf/m^3)

Q = kapastitas (m^3/s)

H = *Head* total pompa (m)

P_w = Daya air (kW)

$$P_w = 995.7 \text{ kg/m}^3 \times 0.2 \text{ m}^3/\text{s} \times 40.85 \text{ m}$$

$$P_w = 8134 \text{ w} = 8.1 \text{ kW}$$

Jadi daya hidolik zat cair pompa (P_w) sebesar = 8.1 Kw

➤ Daya poros

$$P = \frac{P_w}{\eta_p}$$

P = daya poros (kW)

P_w = daya air (kW)

η_p = efisiensi pompa

Untuk mendapatkan nilai η_p dapat dicari menggunakan grafik pada Gambar 2.15, dengan menggunakan parameter harga Q dan n_s . Didapat $Q = 200 \text{ l/s}$ maka di dapat η_p sebesar 80% = 0.80, sehingga:

$$P_w = 8.1 \text{ kW}$$

$$\eta_p = 0.80$$

maka,

$$P = \frac{8.1 \text{ kW}}{0.80}$$

$$P = 10.1 \text{ kW}$$

Sehingga daya poros yang didapat sebesar 10.1 kW

V KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari data yang di dapat maka perhitungan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab tujuan masalah dalam tugas akhir ini. Hasil sebagai berikut:

Spesifikasi pompa dan daya motor penggerak yang di dapat dengan debit aliran 200 l/d dan *head total* 40.85 m. Maka di dapat pompa *horizontal split casing pump (type CN)* yang ada di produsen pembuat pompa (katalog terlampir). Dengan diameter pipa tekan HDPE yang dibutuhkan 430 mm. Dengan mengetahui perhitungan besarnya berbagai kerugian (*losses*) dan mendapatkan *head total* yang sudah di hitung, *head total loss* pada sisi isap 2.196 m dan untuk sisi tekan 33.551 m. Untuk motor penggerak di sesuaikan oleh spesifikasi pompa oleh produsen pompa (katalog terlampir)

Untuk NPSH yang tersedia sebesar 6.05 m. Untuk menghindari kavitasi NPSH yang di perlukan harus lebih kecil dari NPSH yang tersedia. Untuk mendapatkan efisiensi daya pompa dapat dicari menggunakan grafik pada Gambar 2.15, dengan menggunakan parameter harga Q dan n_s . Dengan menggunakan harga Q = 200 l/s = 12 m³/min, maka di dapat efisiensi pompa sebesar 80% lalu di dapat daya air 8.1 kW dan daya poros 10.1 kW.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian dan hasil pengolahan data ini, untuk melakukan perancangan serupa disarankan untuk memastikan data dan parameter yang sesuai dengan aktual agar dalam perhitungan dan prakteknya tidak terdapat selisih yang terlampau jauh dan untuk menunjang kinerja pada penyediaan pompa di butuhkan spesifikasi yang lebih tinggi untuk mencapai spesifikasi yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ainie Khairati. 2017, "*Termodinamika*". Semarang : Universitas Diponegoro.
2. Austin H. Church. 1993, "*Pompa dan sentrifugal*". Jakarta : Erlangga.
3. Frank M. White. 1997, "*Mekanika*". Penerbit: Erlangga.
4. Hicks Edwards. 1996, "*Teknologi Pemompa*". Jakarta : Erlangga.
5. Nelik Lev. 1999, "*Centrifugal and Pumps : Fundamentals With Appl.*". ISBN 0-8493-0701-5.
6. Orianto, M & Pratikto W. A. "*Mekanika Fluida I*". Yogyakarta : Yogyakarta.
7. Sularso & Haruo Tahara. 2000, "*Pompa Kompresor*". Jakarta : Pradnya Pratama.
8. Sulzer Pumps. 2010, "*Centrifugal Handbook*". Switzerland : Winterthur.
9. Yunus A. Cengel & Michael A. Boles. "*Termodinamika : An Engineering Approach 5th Edition*". New York : Mc. Graw-Hill Book Co.