

# PERANCANGAN POMPA SENTRIFUGAL UNTUK WATER TREATMENT PLANT YANG DI GUNAKAN PADA PT. MULTIMAS NABATI ASAHAN

Oleh:

Apriaman Sinaga<sup>1)</sup>

Irvan Napitupulu<sup>2)</sup>

Sawin Sebayang<sup>3)</sup>

T. Hasballah<sup>4)</sup>

Universitas Darma Agung<sup>1,2,3,4)</sup>

E-mail:

[apriamansinaga57@gmail.com](mailto:apriamansinaga57@gmail.com)<sup>1)</sup>

[irfannapit1998@gmail.com](mailto:irfannapit1998@gmail.com)<sup>2)</sup>

[sawinsebayang11@gmail.com](mailto:sawinsebayang11@gmail.com)<sup>3)</sup>

## ABSTRACT

*The need for raw water distribution at the Water Treatment Plant in the PT industrial area encourages the development of this centrifugal pump. Multimas Nabati Asahan, which is approximately 6 kilometers from the water source to the WTP location, will be transformed into clean water. water with a capacity of 0.25 m<sup>3</sup>/s. Exact pump specifications are required for the distribution of raw water to the WTP. Accurate calculations according to available data and field surveys are used to select the appropriate pump. Total pump head, pump power, impeller selection, and pipe diameter are all factors taken into account in the analysis. If the design is done carefully and precisely, the specifications for this intake pump will be determined according to the requirements. With a motor speed of 1450 rpm and a capacity of  $Q = 0.25$  m<sup>3</sup>/s and  $H = 90$  m, this pump design results in a pipe diameter of 0.416 m and turbulent water flow in the pipe, typical of a  $f$  a level pump. 2 because the pump has a shaft power of 245.25 kW at its minimum diameter and is used for a long period of time. axle of 80 mm, nine blades with a blade thickness of 13.1 mm, wheel width  $b_1 = 60$  mm and  $b_2 = 40$  mm were used for the pump impeller.*

**Keywords:** Design, centrifugal pump, Impeller

## ABSTRAK

Kebutuhan distribusi air baku di Instalasi Pengolahan Air di kawasan industri PT mendorong pengembangan pompa sentrifugal ini. Multimas Nabati Asahan yang berjarak kurang lebih 6 kilometer dari sumber air ke lokasi IPA akan disulap menjadi air bersih. air dengan kapasitas 0,25 m<sup>3</sup>/s. Spesifikasi pompa yang tepat diperlukan untuk pendistribusian air baku ke IPA. Perhitungan yang akurat sesuai dengan data yang ada dan survey lapangan digunakan untuk memilih pompa yang sesuai. Total head pompa, pompa daya, pemilihan impeller, dan diameter pipa adalah semua faktor yang diperhitungkan dalam analisis. Jika desain dilakukan dengan cermat dan tepat, spesifikasi untuk pompa intake ini akan ditentukan sesuai dengan persyaratan. Dengan putaran motor sebesar 1450 rpm dan kapasitas  $Q = 0,25$  m<sup>3</sup>/s dan  $H = 90$  m, desain pompa ini menghasilkan hasil dengan diameter pipa 0,416 m dan aliran air turbulen di dalam pipa, tipikal  $f$  a level pump. 2 karena pompa memiliki daya poros 245,25 kW pada diameter minimumnya dan digunakan untuk jangka waktu yang lama. poros 80 mm, sembilan bilah dengan ketebalan bilah 13,1 mm, lebar roda  $b_1 = 60$  mm dan  $b_2 = 40$  mm digunakan untuk impeller pompa.

**Kata Kunci:** Perancangan, Pompa Sentrifugal, Impeller

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (suction) dan bagian tekan (discharge).

Di kawasan industri ini akan dibangun instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dengan kapasitas pemasukan air maksimum 0,25 m<sup>3</sup>/s (250 m<sup>3</sup>/s) untuk menyediakan air bersih yang memenuhi baku mutu air bersih dan dapat digunakan untuk keperluan industri dan minum. .Ips) sesuai dengan SIPA (Izin Pengambilan Air) yang telah ditetapkan pemerintah daerah kawasan industri PT. Multimas Nabati Asahan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana merancang pompa sentrifugal untuk Water Treatment Plant PT. Multimas Nabati Asahan?
2. Bagaimana perancangan pompa sentrifugal untuk dapat mengalirkan air dari WTP ke kawasan industri ?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini hanya membahas pada :

1. Perancangan pompa sentrifugal yang sesuai kebutuhan untuk WTP di kawasan industri PT. Multimas Nabati Asahan.
2. Analisis ukuran – ukuran pompa (impeller, rumah pompa, dan poros pompa)

### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk menambah pengetahuan dan kemampuan dalam perancangan pompa sentrifugal

sehingga mendapatkan spesifikasi pompa yang sesuai untuk kapasitas yang ingin dicapai.

2. Untuk menghitung kebutuhan pipa serta komponen – komponennya.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Dapat menambah kualitas air yang diterima pada kawasan industri PT. Multimas Nabati Asahan sesuai dengan standar nasional.
2. Memberikan saran kepada instansi / perusahaan terkait dalam meningkatkan kualitas air baku yang dipergunakan pada kawasan industri PT. Multimas Nabati Asahan sesuai dengan yang diharapkan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengertian Water Treatment Plant

Menurut Andri Budi Wicaksono (2018), *Water Treatment Plant* (WTP) atau biasa disebut juga sebagai instalasi Pengolahan Air (IPA), merupakan salah satu teknik manajemen pengolahan air dan suplai air bersih untuk kegiatan domestik maupun kegiatan industri. *Water Treatment Plant* atau lebih populer dengan akronim WTP adalah bangunan utama pengolahan air bersih dengan cara tertentu dengan tujuan agar mendapatkan air dengan kualitas yang bagus dan bersih.

### 2.2. Pengertian Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah salah satu jenis pompa yang menambahkan energi fluida secara dinamik, yaitu dengan memanfaatkan gaya sentrifugal untuk menciptakan perbedaan tekanan antara sisi masuk (suction) dan sisi buang (discharge). Pompa ini terdiri dari satu atau lebih impeller yang terpasang pada poros yang berputar dan diselubungi casing. Fluida diisap pompa melalui sisi isap, akibat berputarnya impeller yang menghasilkan tekanan vakum. Kemudian

fluida yang telah terisap terlempar ke luar impeller akibat gaya sentrifugal yang dimiliki oleh fluida.

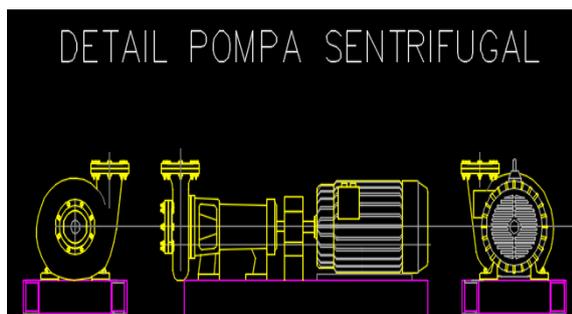
### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat Penelitian

Kajian ini dilakukan di kawasan industri PT. Dengan luas total 205 ha, akan dibangun Multimas Nabati Asahan (Wilmar Group) baru. Pengembang akan menyiapkan fasilitas IPA yang akan menjadi sumber air untuk kawasan ini. Sesuai dengan SIPA yang dikeluarkan atau diperoleh, suplai air sendiri akan bersumber dari Tarum Barat dan akan memiliki kapasitas pemasukan air yang diizinkan sebesar 0,25 m<sup>3</sup>/s. Pengembang kawasan juga akan menyiapkan intake untuk sumber air ini. Dengan menggunakan pompa, intake akan mengarahkan air ke WTP yang berjarak +6 km dari intake. Metode French (Analysis) akan digunakan untuk merancang pompa sentrifugal dengan kapasitas 0,25 m<sup>3</sup>/s untuk penelitian ini. Sebelum analisis dapat dilakukan, ada langkah-langkah yang perlu dilakukan, seperti mengumpulkan data lapangan dan data kepustakaan terkait desain dan mencari cara untuk mengelompokkannya sesuai dengan kategorinya masing-masing. untuk analisis.

#### 3.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian di lakukan dari pertengahan bulan Juli 2022 sampai dengan selesai yang dilakukan di PT. Multimas Nabati Asahan (Wilmar Group) yang beralamat di Dusun 1, Nangka, Sei Bar. Sei Nangka, Kec. Sei Kepayang, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara.



Gambar 3.3 Pompa Sentrifugal

Sumber : Dokumen Pribadi

#### 3.3. Analisa Data

Dalam melakukan analisis data pompa sentrifugal dengan cara perhitungan terhadap komponen pompa dan daya tampug air dengan membuat water treatment Plant (WTP) sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan pada kawasan industry PT. Multi Nabatin Asahan (Willmar Group) yang terdiri atas ;

#### 3.4. Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa adalah banyaknya cairan yang dapat di pindahkan oleh pompa setiap satuan waktu. Dinyatakan dalam satuan volume persatuan waktu seperti

1. *Barel per day* (BPD)
2. *Galon per menit* (GPM)
3. *Cubic meter per hour* (m<sup>3</sup>/hr)

#### 3.5. Head Pompa

Daya pompa adalah besarnya energi persatuan waktu atau kecepatan melakukan kerja dari satu tempat ketempat yang lain atau dari tekanan yang rendah menuju ketekanan yang lebih tinggi. Dimana pompa sentrifugal yang akan digunakan untuk dapat meningkatkan daya dan dorong pompa de.

#### 3.6. Penggerak Pompa

Penggerak pompa yang digunakan motor listrik yang berfungsi sebagai penggerak pompa sentrifugal yang tersedia yang lumayan banyak bisa ditemukan dipasaran dengan spesifikasi motor listrik induksi AC, daya motor. Ada dua jenis susunan pompa yang digunakan antara lain yaitu : susunan seri, dan susunan paraler.

##### a. Rangkaian seri

Susunan seri biasanya digunakan pada debit air yang kecil yang tidak diperlukan pompa cadangan jika daya, tekanan, debit air yang akan dihasilkan headnya terbilang kecil Susunan paralel adalah susunan pompa yang terdiri dari beberapa

buah pompa yang dihubungkan pada saluran pipa secara bersamaan. Dalam rangkaian pompa paralel yang terdapat di PT. Multi Nabatin Asahan terdapat ada empat (4) jenis pipa transmisi yang terhubung secara langsung dengan empat pompa sentrifugal yang terdapat pada unit produksi, dimana pada tiap – tiap pipa tersebut memiliki jenis/diameter/panjang pipa yang sama pula yaitu sebesar : PVC/250 mm/0,08 meter.

$$= 126 \text{ liter/hari}$$

$$\text{Kebutuhan Pabrik} = Q_d \times \text{jumlah Stasiun} = 126 \text{ liter} \times 12 \text{ Stasiun} = \frac{1512 \text{ liter hari}}{86400} = 0,0175 \text{ liter/detik}$$

$$\text{Kebutuhan Karyawan} = \text{Mess Karyawan} \times \text{Jumlah Orang} = 10 \text{ liter/orang/hari} \times 277 \text{ orang} = \frac{2.770 \text{ liter hari}}{86400} = 0,0320 \text{ liter/detik}$$

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Perencanaan Water Treatment Plant

Perencanaan water treatment plant pada kawasan industry PT. Multimas Nabati Asahan untuk mendistribusikan air bersih pada kawasan pabrik maka terlebih dahulu mengetahui daya pompa, kapasitas pompa, perencanaan poros, impeller, serta perencanaan kebutuhan pipa dan daya tamping bak yang dibutuhkan Untuk meningkatkan debit air agar dapat memenuhi permintaan penduduk yang ada di kawasan industry dan juga dapat memenuhi kebutuhan pabrik , maka dilakukan perancangan terhadap daya yang akan di butuhkan.

#### 4.1.1. Proyeksi Kebutuhan air

Kebutuhan air bersih merupakan masalah masa sekarang dan masa depan, maka besarnya kebutuhan air bersih perlu di prediksi. Akan tetapi, sebelum memprediksi besarnya kebutuhan air bersih pada PKS PT. Multimas Nabati Asahan terlebih dahulu menentukan stasiun mana saja yang membutuhkan air untuk dapat disalurkan ke pabrik.

Dari hasil surve yang dilakukan maka dapat diperhitungkan kebutuhan PKS PT. Multimas Nabati Asahan sebagai berikut.

$$Q_d = (\text{kebutuhan Pabrik} \times 80\%) + (\text{kebutuhan sambungan hidran umum} \times 20\%) = (150 \text{ liter} \times 80\%) + (30 \text{ liter} \times 20\%)$$

### 4.2 Perhitungan diameter pipa

Dari data yang didapat dapat maka dapat dilakukan perhitungan diameter pipa galvanis dengan menggunakan rumus :

$$Q = v \cdot A$$

$$A = Q/v$$

Dimana :

$$Q = \text{Debit air}$$

$$A = \text{Luas penampang}$$

$$v = \text{kecepatan aliran}$$

diameter pipa yang dibutuhkan adalah :

$$Q = v \cdot A$$

$$A = Q/v$$

$$A = \frac{0,25}{1,5} = 0,167m^2$$

$$A = (\pi \times d^2)/4$$

$$d^2 = (A \times 4)/ 3,14$$

$$d^2 = (0,167m^2 \times 4)/ 3,14$$

$$d^2 = 0,461 m$$

Setelah perhitungan ini menghasilkan diameter 0,461 meter, pipa galvanis dengan diameter 20 inci, sch 40, dan ketebalan dinding 15,0622 milimeter dipilih dari katalog ukuran yang tersedia.

### 4.3 Perencanaan Komponen Pompa

#### 4.3.1 Daya Motor

Gunakan persamaan berikut untuk menentukan daya:

$$\text{Dimana: } P = (V \cdot h \cdot q)/(e \cdot 1000) \cdot kW$$

Daya motor dapat dihitung sebagai berikut dari data yang telah dianalisis: V = kapasitas aliran (m<sup>3</sup>/s) H = head (90 m) = 1000 Kg/m<sup>3</sup> g = 9,81 m/s<sup>2</sup> e = Efektif

$$\begin{aligned}
 \text{Randemen} \quad P &= \frac{V \cdot h \cdot \rho \cdot g}{\eta \cdot e \cdot 1000} = \\
 &= \frac{(0,25 \text{ m}^2/\text{s}) \cdot (90\text{m}) \cdot (1000\text{kg}/\text{m}^3) \cdot (9,81 \text{ m/s}^2)}{1000\text{kW} \cdot 0,9} \\
 &= \frac{220,725}{900} \\
 &= 0,24525 \text{ watt} \\
 &= 245,25 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

### 4.3.2 Daya Poros Pompa ( Pp)

Dari perhitungan daya yang didapat maka dapat dihitung diameter porosnya dengan perhitungan sebagai berikut :

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2}} \lambda_{izin}$$

Maka perhitungan nilai torsi adalah :

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{P}{\omega} \quad \omega = 2\pi \frac{n}{60} \\
 \omega &= 23,14 \frac{1450}{60} \\
 \omega &= 151,767 \text{ d}^{-1} \\
 P &= 242,25 \text{ kW} \\
 &= 245250 \text{ watt} \\
 &= 245250 \text{ Nm/s}
 \end{aligned}$$

maka setelah dapat nilai p ; langkah selanjutnya adalah :

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{245250 \text{ Nm/s}}{151,767 \text{ d}^{-1}} \\
 &= 1 615,963 \text{ Nm} \\
 &= 1 615 963 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Dengan  $\tau_{IZIN}$  18 N/mm<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 d_{min} &= \sqrt[3]{\frac{1 615 963 \text{ Nmm}}{(0,2)(18 \text{ N/mm})}} \\
 &= 76,56 \text{ mm} \approx 80\text{mm}
 \end{aligned}$$

rumus untuk menentukan diameter leher poros adalah sebagai berikut:

DN = (1,2 . . . 1.5)dw Diputuskan menjadi 1,25, jadi DN = 1,25 x 80 mm = 100 mm

### 4.3.3 Diameter bagian hisap pomp

$$aD_s = \sqrt{\frac{4v^2}{\pi c_0}} DN^2 V' =$$

(1,02 ... .. 1,05) v

Karena kehilangan cairan dari sisi tekanan terus mengalir kembali ke sisi hisap melalui celah roda jalan, yang berada di atas sisi saluran

masuk, nilai kapasitas V adalah 3% sampai 5% dari V.V' = (1,05) 0,25m<sup>3</sup>/s = 0,2625 m<sup>3</sup>/s

$$\begin{aligned}
 D_s \text{ atau } D_1 &= \sqrt{\frac{4 \times 0,2625 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi (4,5 \text{ m/s})}} + (0,01\text{m})^2 \\
 &= 0,289 \text{ m} \\
 &= 289 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### 4.4 Perhitungan Head Losses

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diketahui bahwa pipa besi galvanis memiliki koefisien (C) Hazen-Williams sebesar 120 dan aliran dalam pipa bersifat turbulen dengan nilai 862.500. Untuk mencari kerugian, gunakan rumus:

$h_f = (10.666.1.18.5)/(1.8.5.D.85,$  di mana:

Untuk rugi-rugi pipa lurus pada sisi isap pompa, yaitu

Q = kapasitas = 0,25 m<sup>3</sup> /s C = rugi gesekan dalam pipa = 120 D = diameter ekivalen = 0,4869 m:

$$\begin{aligned}
 h_f &= h_{fs} + h_{fd} \\
 &= 1,29 \times 10^{-3} \text{ m} + 1,07 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$B = 1,07129 \text{ m}$$

#### 4.4.1. Perencanaan Head Pompa

Head total pompa dapat di hitung dengan persamaan berikut :

$$H = H_a + H_l + \frac{V_d^2}{2g}$$

Dimana :

$V_d$  = kecepatan aliran rata – rata pada pipa m/s

$h_d$  = Perbedaan tinggi antara muka air disisi keluar disisi hisap (m)

$h_l$  = Berbagai kerugian head di pia, katup, belokan, sambungan dll (m)

G = Percepatan grafitasi = 9,819(m/s<sup>2</sup>)

#### 1. Kecepatan Aliran dalam Pipa

a. Kecepatan air pada pipa hisap

$$V_s = \frac{4 Q_{ep}}{\pi D_s^2}$$

Dimana :

$Q_{ep}$  = Kapasitas efektif pompa =  
0,25 m/s

$D_s$  = Diameter pipa hisap = (0,25)  
(sumber : jimly maindoka)

Jadi :

$$V_s = \frac{4 \times Q_{ep}}{\pi \times D_s^2}$$

$$V_s = \frac{4 \times (0,25 \text{ m/s})}{3,14 \cdot (0,25)^2}$$

$$= \frac{1 \text{ m/s}}{0,196}$$

$$= 5,10 \text{ m/s}$$

b. Kecepatan air pada pipa tekan

$$V_d = \frac{4 \times Q_{ep}}{\pi \cdot D d^2}$$

Dimana :

$Q_{ep}$  = Kapasitas efektif pompa =  
0,25 m/s

$D_s$  = Diameter pipa hisap = (0,30)  
(sumber : jimly maindoka)

Jadi :

$$V_d = \frac{4 \times Q_{ep}}{\pi \times D d^2}$$

$$V_d = \frac{4 \times \left(0,25 \frac{m}{s}\right)}{3,14 \times (0,30)^2} = \frac{1 \frac{m}{s}}{0,282}$$

$$= 3,54 \frac{m}{s}$$

C. Kerugian akibat kontraksi pada pipa tekan

Kerugian yang di alami pipa tekan ketika mengalami ekspansi (bagian yang melebar) dari diameter ( $d_1$ ) 0,109 m ke ( $d_2$ ) 0,30 m akibat penggunaan pompa dengan diameter tekan 0,30 m, maka :

$$h_{ld} = k_l \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

Dimana :

$$v_1 = \frac{4 \times (0,25)}{3,14 (0,109)^2}$$

$$v_1 = \frac{1}{0,037} = 27,02 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{4 \times (0,25)}{3,14 (0,30)^2}$$

$$v_2 = \frac{1}{0,282} = 3,54 \text{ m/s}$$

$$k_l = 1$$

Maka :

$$h_{ld} = k_l \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

$$= 1 \frac{(27,02 - 3,54)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$= 1 \times \frac{551,31}{19,62}$$

$$= 1 \times 28,09$$

$$= 28,09 \text{ m/s}$$

Adapun total Head pompa adalah :

$$h_l = h_{fs} + h_{fd} + h_{Ld}$$

$$= 1,07 + 1,07 + 28,09$$

$$= 30,23 \text{ m}$$

Perhitungan Head total pompa

$$H = H_s + H_l + \frac{v d^2}{2g}$$

Dimana :

$$H = 3 + 30,23 + \frac{(3,54)^2}{2 (9,81)}$$

$$H = 3 + 30,23 + \frac{12,53}{19,6}$$

$$H = 3 + 30,23 + 0,63$$

$$H = 33,86 \text{ m}$$

## 5. SIMPULAN

Berdasarkan uraian dan perhitungan pada bab sebelumnya, dirancang pompa sentrifugal dengan kapasitas 0,25 m<sup>3</sup>/s untuk kawasan industri PT. Kesimpulan penulis Multimas Nabati Asahan adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas (Q) pompa yang direncanakan adalah: Sebaliknya, head: 90 meter dengan putaran: 1450 rpm pada 50 Hz, dan memiliki empat kutub dan daya poros: 245,25 kW dan termasuk sudu-sudu berikut: 9 Suhu dan Sendok: 300

2. Impeller radial pompa ini ditenagai oleh pompa level 2, dan kecepatan spesifik (Ns) adalah sebagai berikut: 41,73 rpm.

### Saran

Setelah melakukan penelitian pada unit untuk perancangan Water Treatment, maka saran yang dapat diberikan adalah :

1. Karena pembahasan Tugas Akhir ini hanya dibatasi pada perencanaan Water Treatment, Maka untuk bisa menentukan alternatif penggunaan pompa yang baik perlu dibahas lagi suatu penelitian atau studi lanjutan tentang masalah tersebut.
2. Melindungi serta merawat sumber air yang menjadi sumber air baku pengolahan air bersih pada kawasan industri.
3. Melindungi serta merawat sumber air yang menjadi sumber air baku pengolahan air bersih.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Melati wahyu rizki pratami. “Perencanaan Sistem Pengolahan Lumpur IPA Pejompongan I & II Jakarta”, Skripsi Tugas Akhir Teknik Lingkungan Universitas Indonesia, Depok Juni 2011.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 6774: 2008 tentang Tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air, Badan Standarisasi Nasional.
- Sebayang, P., Muljadi Tetuko, A.P., Kurniawan, C. Sari, A.Y., Nurdiyansah, L.F., 2015, “Teknologi Pengolahan Air Kotor dan Payau Menjadi Air Bersih dan Layak Minum”, Jakarta : LIPI press.
- Moh Iryandhasyah Akbar, “Analisis dan pengujian pompa sentrifugal sebagai studi awal perancangan pump storage plant” Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta Indonesia. Wibowo Paryatmo, 2005. “POMPA”. Jakarta : Universitas Pancasila Press

Sularso, Tahara Haruo. 1987. “Pompa dan Kompresor: Pemilihan Pemakaian, dan Pemeliharaan”. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Taufiq, Mohammad, dkk. (2012). Simulasi Pola Operasi Tandon Air Untuk Penyediaan air Bersih Pada Kecamatan Lape Kabupaten Sumbawa Besar. Malang : Universitas Brawijaya.