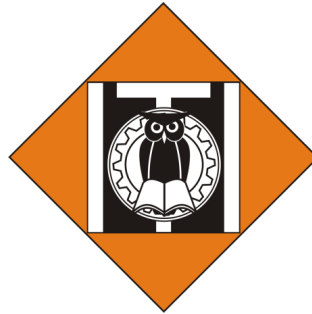


# LAPORAN PENELITIAN



## **ANALISIS UNJUK KERJA *SEWAGE SUBMERSIBLE PUMP* *TYPE WQD 15-10-1.5* MENGGUNAKAN MESIN *MPT-II* *PUMP COMPUTER TEST SYSTEM***

### **PENELITI**

**Ir. J. VICTOR TUAPETEL, ST, MT PhD, IPM, ASEAN Eng.  
NIDN. 0322096803**

**ANGGA SYAIFUL FATHUR ROJI  
NIM. 11221900014**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA  
Agustus 2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Analisis Unjuk Kerja *Sewage Submersible Pump Type Wqd 15-10 1.5* Menggunakan Mesin *Mpt-Ii Pump Computer Test System*  
Jenis Penelitian<sup>a)</sup> : Terapan  
Bidang Penelitian<sup>b)</sup> : Mechanical and Industrial Engineering  
Tujuan Sosial Ekonomi<sup>c)</sup> : Applied Sciences and Technologies  
TKT (Tingkat Kesiapan Teknologi): 4-Validasi komponen atau sub sistem dalam lingkungan lab.

### Peneliti

a. Nama Lengkap : Ir. Jones Victor Tuapetel, ST, MT, PhD, IPM, ASEAN Eng.  
b. NIDN : 0322096803  
c. Jabatan Fungsional : Lektor  
d. Program Studi : TeknikMesin  
e. Nomor HP : 081282868826  
f. Alamat Surel (*e-mail*) : jvictor.tuapetel@iti.ac.id

### Anggota Mahasiswa


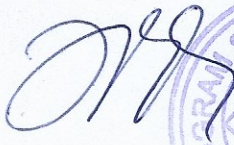
a. Nama Lengkap : Angga Syaiful Fathur Roji  
b. NIM : 11221900014  
c. Institusi : Institut Teknologi Indonesia  
Institusi Sumber Dana<sup>d)</sup> : Mandiri  
Biaya Penelitian : Rp.10.000.000.-

**Kota Tangerang Selatan, 11 Agustus 2023**

### Mengetahui,

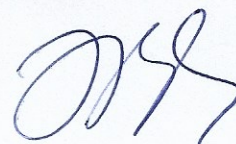
Program Studi Teknik Mesin

**Ketua**



(Ir. J. Victor Tuapetel, ST, MT, PhD, IPM,  
ASEAN Eng.)  
NIDN: 0322096803

**Ketua Tim**



(Ir. J. Victor Tuapetel, ST, MT, PhD,  
IPM, ASEAN Eng.)  
NIDN: 0322096803

### Menyetujui,

**Kepala**

Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat  
(PRPM) - ITI



(Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, MT.)  
NIDN : 0310076406



# INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Jl. Raya Puspiptek, Tangerang Selatan - 15314  
(021) 7562757

[www.iti.ac.id](http://www.iti.ac.id) [institutteknologiindonesia](https://www.instagram.com/institutteknologiindonesia) [@kampusITI](https://www.facebook.com/kampusITI) Institut Teknologi Indonesia

## SURAT TUGAS

No. : 006/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/V/2023

Pertimbangan : Bahwa dalam rangka melaksanakan kegiatan Penelitian Bagi dosen Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia, perlu dikeluarkan surat tugas.

Dasar : 1. Pembebanan Tugas Dosen Program Studi Teknik Mesin;  
2. Surat Permohonan Tanggal 26 Mei 2023;  
3. Kepentingan Institut Teknologi Indonesia.

### DITUGASKAN

Kepada : Dosen Program Studi Teknik Mesin – ITI (Terlampir)


Untuk : 1. Melaksanakan kegiatan Penelitian pada Semester Genap Tahun Akademik 2022/2023;  
2. Melaporkan hasil tugas kepada Kepala PRPM - ITI;  
3. Dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Tangerang Selatan, 29 Mei 2023

Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat  
Institut Teknologi Indonesia



Kepala,

  
Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, M.T., IPM

Tembusan Yth.

1. Wakil Rektor Bid APK
2. Ka. Biro SDMO
3. Ka. Prodi Teknik Mesin
4. Arsip

**Lampiran Surat Tugas**  
No. 006/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/V/2023  
Tanggal 29 Mei 2023

**DAFTAR PENELITIAN DOSEN PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN SEMESTER GENAP THN AKADEMIK: 2022/2023**

Revisi 04 Agustus 2023

NO	TOPIK PENELITIAN	BIDANG	NAMA DOSEN	SUMBER DANA	JUMLAH DANA (Rp)	KETERLIBATAN PRODI/INSTITUSI LAIN	KETERLIBATAN MAHASISWA
1	Analisis Unjuk Kerja Submersible Pump Type WQD 15-10 Dengan Pengujian Pada Mesin MPT-II Pump Computer Test System	Engineering and Technology	Ir. Jones Victor Tuapetel, S.T., M.T., PhD., IPM., ASEAN.Eng	Mandiri	10.000.000	PT. Maxon Prime Technology	Angga Syaiful Fathur Roji (NIM: 1121900014)
2	Rancang Bangun Mesin Penurun Indeks Glikemik Padi	Engineering and Technology	Ketua: Dr. Ir Ilyus Hendrawan, M.Si, IPU., ASEAN.ENG Anggota: Ir.Moh Haifan, Magr., IPN	Hibah Kemenristekdikti	50.000.000	Program Studi PPI	Tidak ada
3	Penurunan Cycle Time Proses Bending Plat Baja pada Komponen Bracket Excavator PC 135 - 10 MO pada Industri Manufaktur	Engineering and Technology	Prof. Dr. Ir. Dwita Suastiyanti M.Si., IPM., Asean.Eng	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	1. Imanuel Zai (NIM: 1122000034) 2. Andrian Rustandi (NIM: 1122000016)
4	Perancangan Portable Crane untuk Kendaraan Roda Dua	Engineering and Technology	Dipl.-Ing. Mohammad Kurniadi Rasyid, M.M	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Radi Muhammad Rahman (NIM: 1121700041)
5	Analisis Statistik Bauran Energi Terbarukan Indonesia Tahun 2015-2022	Engineering and Technology	Ketua: Dra. Ir. Perak Samosir, M.Si Anggota: Ir. Rulyenzi Rasyid, MKKK., IPM	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	1.Felisitas Serena Nomer (NIM: 1122100023) 2.Bethrand Christofer (NIM: 1122100011)
6	Pemenuhan Sistem Proteksi Kebakaran di Gedung Produksi PT. Gemilang Jaya Prima Perkasa (GJPP) Tahun 2023	Engineering and Technology	Ir. Rulyenzi Rasyid, MKKK., IPM	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Muhammad Hibbatul Azizi (NIM: 1121900017)
7	Rancang Bangun Micro Wind Turbine berbasis Pemanfaatan Aliran Udara pada Outdoor AC	Renewable Energy	Dr. Eng. Rudi Purwo Wijayanto	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Richard Ricardo (NIM: 1121700035)
8	Kajian Literatur Mengenai Alat Pembuat Implan untuk Gigi	Engineering and Technology	Ir. Achmad Zaki Rahman, S.T., M.T., IPM	Mandiri	10.000.000	BRIN/UNDIP	Sarwo Hakim (NIM: 1122423001)
9	Peningkatan Kekerasan Material Menggunakan Metode Heat Treatment dengan Variasi Temperatur Tempering	Engineering and Technology	Pathya Rupajati, S.T., M.T	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Najib Fahmi (NIM: 1121800018)
10	Analisa Kerusakan Tie Rod Kendaraan Truk Hino 130 HT	Engineering and Technology	Ketua : Dr. Ir. Ismojo, S.T., M.T Anggota: Ir. Mohamad Haifan, Magr., IPN	Mandiri	10.000.000	PSPI	Rizki Romadhon (NIM: 1121700044)
11	Model Online Deteksi Chatter Pada Proses Pemesinan Shoulder (Side) Milling	Engineering and Technology	Ir. Khairul Jauhari, S.T., M.T., IPP	Mandiri	10.000.000	BRIN/UNDIP	Muhammad Karunia Kusumaputera (NIM: 1121700008)
12	Pengaruh Perlakuan Permukaan Material Titanium untuk Implan Gigi terhadap Kekuatan Fatigue	Engineering and Technology	Dr. Ir. I Nyoman Jujur, M.Eng	BRIN	30.000.000	Pusat Material Maju-BRIN	Muhammad Hibbatul Azizi (NIM: 1121900017)

Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat  
Institut Teknologi Indonesia  
Kepala



Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, M.T., IPM

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Halaman Pengesahan .....	<b>Error! Bookmark not defined.i</b>
Surat Tugas .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
<b>BAB 1_PENDAHULUAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB 2_TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>3</b>
2.1 State of The Arts .....	3
2.2 Tipe Pompa Submersible .....	5
2.3 Spesifikasi Pompa .....	7
2.4 Kapasitas yang dihasilkan pompa submersible.....	10
2.5 NPSH (Head Isap Positif Neto).....	10
2.6 Kavitasi .....	11
<b>BAB 3_METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	14
3.2 Penjelasan Diagram Alir .....	16
3.3 Alat dan Bahan.....	17
3.4 Prosedur Pengujian .....	18
<b>BAB 4_HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>
4.1 Unjuk Kerja Pompa.....	21
4.2 Data Hasil Pengujian.....	23
4.3 Kegagalan Pengujian Unjuk Kerja Pompa.....	33
<b>BAB 5_KESIMPULAN.....</b>	<b>36</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>37</b>

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jenis pompa yang paling sering digunakan untuk kolam ialah pompa celup atau *submersible pump* dimana pompa ini dapat dimanfaatkan untuk sirkulasi air pada kolam. Pompa submersible ini memanfaatkan kecepatan putaran impeller untuk memberikan tekanan atau energi pada aliran fluida.

Suatu pompa submersible pada dasarnya terdiri dari satu impeller atau bahkan bisa lebih tergantung jenis dan fungsinya, biasanya dilengkapi dengan beberapa sudu *impeller*, yang dipasangkan pada poros yang berputar dan disambungkan dengan rumah (*body pump*). Fluida memasuki impeller secara teratur di dekat poros dan mempunyai energi kinetik maupun potensial yang diberikan padanya oleh sudu-sudu impeller. Begitupun ketika fluida meninggalkan impeller akan menghasilkan kecepatan yang relatif lebih tinggi.

Unjuk kerja pompa submersible banyak dipengaruhi oleh desain impeller, laju aliran dan kecepatan sudut. Efisiensi mesin pompa air merupakan hal yang sangat penting pada penggunaan pompa submersible karena berkaitan dengan energi yang dipakai untuk melakukan pergerakan sistem. Pompa untuk jenis submersible ini merupakan pompa sentrifugal yang prinsip kerjanya ialah mengubah energi kinetis atau kecepatan putaran menjadi suatu energi potensial. Energi potensial ini yang digunakan untuk mendorong air atau cairan dari sumber air ke permukaan. Pompa submersible memiliki motor tertutup rapat yang terhubung langsung ke badan pompa, pada dasarnya memiliki fungsi sama seperti pompa pada umumnya dan sesuai dengan namanya pompa submersible tersebut akan terendam secara keseluruhan didalam air. Pompa jenis ini akan terjadi kerusakan apabila dioperasikan secara terus menerus dalam keadaan tidak terdapat air.

Pada pengujian kali ini peneliti menggunakan mesin *MPT-II Pump Computer Test System*, mesin ini dapat mengetahui spesifikasi pada pompa dengan sangat akurat. Mesin tes pompa ini sudah banyak digunakan di perusahaan yang bergerak di bidang pompa air, yang dilengkapi berbagai

sensor seperti sensor yang dapat mengetahui *flow rate*, tekanan *head* dan lainnya.

Penelitian ini akan membahas salah satu pompa air di PT Maxon Prime Technology yaitu pompa jenis *sewage submersible pump Type WQD 15-10-1.5*. Pompa submersible yang dihasilkan oleh perusahaan PT Maxon Prime Tehcnology pada dasarnya memiliki kualitas yang bagus dan menjadi unggulan diperusahaan. Hal ini dikarenakan pompa *sewage submersible Type WQD 15-10-1.5* telah disesuaikan dengan kebutuhan pasar. Sesuai dengan prosedur perusahaan dalam melakukan pengujian performans pompa untuk mengetahui hasil akhir dari perakitan sebelum dipasarkan dan menjaga kualitas pompa agar sesuai dengan standar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan pokok permasalahan dari tugas akhir ini, yaitu:

- a. Berapa head yang dihasilkan pompa
- b. Berapa besar nilai *flow rate* yang dihasilkan
- c. Berapa besar nilai daya pompa
- d. Bagaimana hasil grafik unjuk kerja pompa *sewage submersible*

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah mengetahui karakteristik pompa yang meliputi:

- a. Analisis head yang dihasilkan pompa
- b. Analisis kapasitas pompa
- c. Analisis daya pompa
- d. Mengetahui Grafik karakteristik pompa.

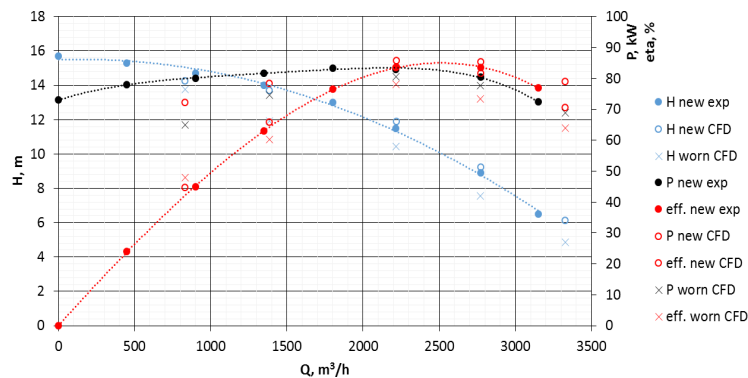
## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah mengetahui karakteristik pompa submersible pump sehingga dalam penggunaannya sesuai dengan standar.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 State of the Arts

Moloshnyi (2021) melakukan penelitian terhadap pompa KSB KRP K 500–540/2. Dua kondisi pompa yang dianalisis yaitu pompa yang baru dan pompa yang telah digunakan. Bagian pompa yang dilihat adalah impeller karena terjadi keausan yang sangat besar. Pemindaian optik tiga dimensi diterapkan untuk mencerminkan parameter geometris nyata dari elemen yang dianalisis. Setelah lama beroperasi, keausan hidro-abrasif dari bagian pompa yang dibasahi diamati. Keausan yang dihasilkan adalah penyebab terjadinya pusaran lokal. Proses keausan *boshing* (dinding cincin dan impeller) dibagi menjadi 6 bagian: 0% itu adalah *boshing* baru; 12,5%, 25%, 50%, 75% adalah persentase keausan pada lama pengoperasian menengah; 100% itu adalah keadaan pada akhir periode pengoperasian yang panjang. Hasil dari proses ini disajikan pada Gambar 2.1. Perbedaan antara hasil simulasi dan percobaan kurang dari 4%. Unit pompa setelah lama digunakan memiliki head, daya, dan efisiensi yang lebih rendah. Nilai perbedaannya adalah: 18% untuk kepala, 5% untuk daya dan 14% untuk efisiensi pada  $Q_{Nom}$ . Alasan utama penurunan kinerja adalah kerusakan trailing edges, yang menyebabkan pengurangan diameter outlet. Alasan lainnya adalah keausan yang tidak seragam pada permukaan yang dibasahi, yang menyebabkan pusaran tambahan dan kerugian hidrolis, terutama hilangnya gesekan cakram. Juga nilai kerugian volumetrik akan mempengaruhi kinerja yang dicapai dari komponen hidrolis pompa yang baru dan aus .

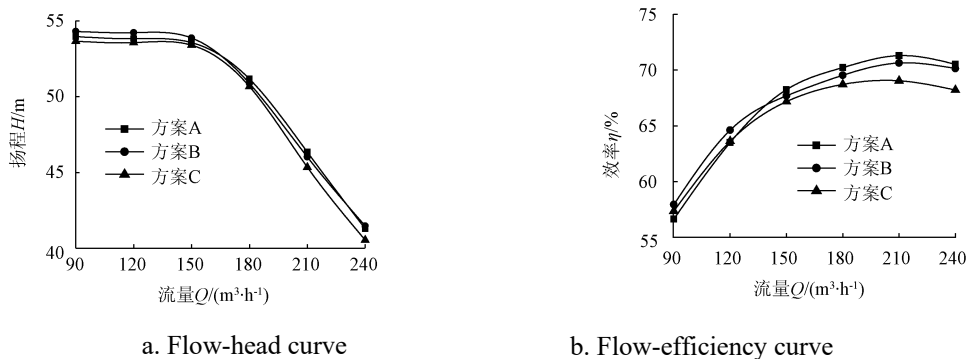


Gambar 2. 1 Kurva kinerja pompa  
(O Moloshnyi, at al. 2021)



M. Chandru (2016) menjelaskan pompa submersible atau *Electric Submersible Pump* (ESP) adalah perangkat yang memiliki motor tertutup rapat yang dipasangkan dengan badan pompa. Analisis dilakukan menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk menentukan efisiensi. Hasilnya adalah peningkatan sudut outlet sudu (blade) sebesar 50%.

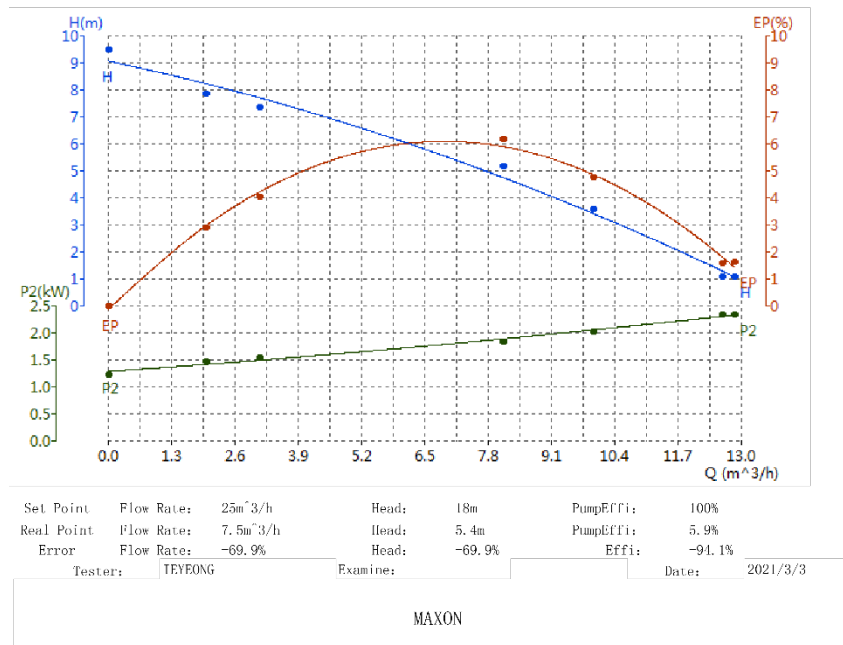
Zhang Desheng (2013), melakukan penelitian pada pompa limbah submersible yang merupakan peralatan utama yang banyak dioperasikan untuk mengangkut limbah dan aliran dua fase padat-cair lainnya, pekerjaan di bawah permukaan air, untuk pembuangan limbah perkotaan, pengendalian banjir, drainase, irigasi lahan pertanian, administrasi kota, tenaga air, pertambangan, metalurgi dan bidang lainnya. Hasil uji karakteristik eksternal pompa limbah submersible WQS150-48-45 menunjukkan efisiensi maksimum pompa adalah 78,05%. Laju aliran  $Q = 150 \text{ m}^3/\text{jam}$  dalam kondisi desain, efisiensinya adalah 71,80%, yang 61% lebih tinggi dari nilai yang ditentukan dari struktur non-siklon dalam standar pompa listrik submersible limbah GB / T 24674-2009. Gambar 2.2 menunjukkan grafik kinerja pompa yaitu Q-H dan Q- $\eta$ .



Gambar 2. 2 Grafik prediksi kinerja pompa Q-H and Q- $\eta$  (Zhang Desheng, 2013)

PT. Maxon pada 2021 mengukur kinerja pompa submersible Type WQD 15-10 dengan flow rate  $25 \text{ m}^3/\text{h}$ , head 18 meter dan putaran 2860 RPM. Pompa submersible ini mempunyai spesifikasi yang rentan berubah karena terjadinya panas pada pompa yang mengalami kegagalan pompa. Pompa ini paling sering mengalami kegagalan pada head, efisiensi pompa, flow rate dan perubahan amper. Untuk mengetahui kegagalan pada pompa maka langkah harus dilakukan adalah menganalisa kerja pompa dengan menggunakan mesin *MPT-II Pump Computer*

*Test System.* Dimana dengan menggunakan metode tes dengan mesin uji unjuk kerja ini mempermudah pengujian dan dapat mengetahui kegagalan yang terjadi pada pompa tersebut. Hasil pengujian memperlihatkan head sangat jauh berbeda yaitu 5,4 m, efisiensi pompa 5,9%, flow rate yang dihasilkan 7,5 m<sup>3</sup>/h. Kondisi pompa sendiri sudah dipakai selama 1 tahun secara terus menerus. Gambar 2.3 menunjukkan grafik hasil uji pompa di PT. Maxon.



Gambar 2. 3 Grafik Hasil Uji Pompa PT Maxon  
(Ie Young, Poalo La Porta, 2021)

## 2.2 Tipe Pompa Submersible

Pompa Submersible atau yang sering disebut sebagai pompa benam pada dasarnya memiliki fungsi seperti pompa lainnya. Fungsinya adalah digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu titik lokasi ke titik lainnya. Pompa submersible memiliki ciri khusus yakni memiliki motor penggerak yang letaknya dekat atau digabungkan dengan bagian badan pompanya. Sesuai namanya, maka keseluruhan komponen dari pompa submersible tersebut akan terendam dalam air yang akan dipompakannya.

Berikut adalah jenis-jenis pompa submerible berikut:

### A. Electrical Submersible Pump (ESP)

Electrical Submersible Pump (ESP) dikenal sebagai metode pengangkatan buatan yang efektif untuk memompa cairan produksi ke permukaan. Sistem pengangkatan buatan dengan ESP diperlukan di sumur dengan tekanan yang tidak

mencukupi di reservoir untuk meningkatkan cairan ke permukaan. Selain itu, sistem ESP kadang-kadang digunakan di sumur untuk meningkatkan laju aliran yang terjadi secara alami. Persyaratan pengoperasian sumur dan desain penyelesaian menentukan tingkat (stage). Setiap tingka terdiri dari rotor impeller dan diffuser stasioner yang biasanya dilapisi dengan besi nikel untuk meminimalkan abrasi atau korosi. ESP dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Motor pompa submersible dirancang dengan jaket berpendingin air. Dalam kebanyakan kasus, cairan yang dipompa diedarkan di sekitar motor untuk memberikan pendinginan bagi motor. Bagian internal motor dilindungi oleh penutup kedap air, yang mencegah masuknya cairan apapun. Selain itu, sebagian besar pompa submersible yang lebih besar termasuk sensor yang ditempatkan di antara pompa dan motor yang merasakan ketika cairan telah melewati segel motor dan mencegah unit dari operasi lebih lanjut sampai perbaikan telah dilakukan.

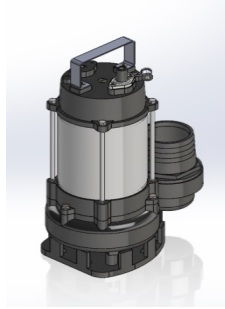


Gambar 2. 4 Electrical Submersible Pump (ESP)

#### B. Sewage Submersible Pump

Pompa limbah submersible (*dirty water sewage pump*) beroperasi berdasarkan prinsip-prinsip Bernoulli yang mendefinisikan efek kesetimbangan energi pada sistem fluida. Pompa submersible limbah juga disebut sebagai pompa air limbah submersible yang adalah peralatan listrik yang dirancang untuk bekerja ketika terendam air. Ini digunakan untuk mengangkut limbah dengan mengarahkan aliran air limbah menuju fasilitas pengolahan limbah. Berbagai jenis pompa air limbah submersible tersedia, dan bervariasi sesuai dengan penggunaan. Misalnya, rumah tinggal akan membutuhkan model ringan, yaitu pompa limbah submersible listrik berkapasitas rendah, sementara properti komersial atau industri akan membutuhkan pompa limbah submersible tugas berat. Biasanya, pompa submersible limbah hidrolik atau pompa submersible yang dioperasikan udara

lebih disukai dalam pengaturan industri karena peningkatan efisiensinya dalam hal menghasilkan output daya. Hal terpenting tentang pompa air limbah submersible adalah bahwa mereka memiliki desain kedap air tertutup untuk mencegah cairan memasuki bagian mekanis unit; Namun, kebocoran dapat terjadi karena keausan segel yang tidak diketahui.



**Gambar 2. 5 Sewage Submersible Pump**

## 2.3 Spesifikasi Pompa

### A. Spesifikasi

Dalam memilih suatu pompa untuk maksud tertentu, terlebih dahulu harus diketahui kapasitas aliran serta head yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair yang akan dipompa.

Selain dari pada itu, agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, perlu data sirsir berapa tekana minimum yang tersedia pada sisi masuk pompa yang terpasang pada instalasinya.

Kapasitas aliran, *head*, dan putaran pompa dapat ditentukan seperti tersebut diatas. Tetapi apabila perubahan kondisi operasi sangat besar (khususnya perubahan kapasitas *head*) maka putaran atau ukuran pompa yang akan dipilih harus ditentukan dengan memperhitungkan hal tersebut.

Tabel 2. 1 Data yang diperlukan untuk pemilihan pompa.  
(Sularso, Haruo Tahara. 1983)

No	Data yang diperlukan	Keterangan
1	Kapasitas	Diperlukan juga keterangan mengenai kapasitas maksimum dan minimum
2	Kondisi isap	Tinggi isap dari permukaan air isap ke level pompa. Tinggi fluktuasi permukaan air isap Tekanan yang bekerja pada permukaan air isap. Kondisi pipa isap.

3	Kondisi keluar	Tinggi permukaan air keluar ke level pompa. Tinggi fluktuasi permukaan air keluar. Besarnya tekanan pada permukaan air keluar. Kondisi pipa keluar.
4	Head total pompa	Harus ditentukan berdasarkan kondisi-kondisi diatas.
5	Kondisi kerja	Kerja terus-menerus, terputus-putus, jumlah jam kerja seluruhnya dalam setahun.
6	Penggerak	Motor listrik, motor bakar torak, turbin uap.
7	Poros tegak atau mendatar	Hal ini kadang-kadang ditentukan oleh pabrik pompa yang bersangkutan berdasarkan instalasinya.
8	Tempat instalasi	Pembatasan-pembatasan pada ruang instalasi, ketinggian di atas permukaan laut, di luar atau didalam gedung, fluktuasi temperatur.
9	Lain-lain	

Cara untuk menentukan spesifikasi pompa seperti harga-harga yang dikemukakan diatas, jenis, diameter pompa, dan daya yang diperlukan, akan diuraikan seperti berikut.

## B. Kapasitas Aliran

Laju aliran yang menentukan kapasitas pompa ditentukan menurut kebutuhan pemakainya. Dibawah ini akan diberikan cara menentukan laju aliran untuk pemakaian pompa *sewage submersible* dalam penggunaannya.

### 1. Keperluan Laju Aliran Untuk Jenis Pompa Sewage Submersible

#### a. Air limbah

Untuk membuang air limbah dan air hujan terdapat dua macam system berbeda: system terpisah dan system gabungan. System terpisah menyalurkan dan membuang air limbah dan air hujan secara terpisah, sedangkan system gabungan menggunakan system yang sama. System terpisah menyalurkan air limbah ke pengolahan air limbah, dan air hujan disalurkan kesungai terdekat atau ke laut. Sistem gabungan biasanya menyalurkan air limbah ke pengolahan air limbah. Tetapi pada waktu hujan, jumlah air yang melebihi batas dilimpahkan ke sungai atau ke laut.

Pada kedua system tersebut, pompa air limbah yang menyalurkan ke instalasi pengolahan harus berbeda dengan pompa air hujan. Dalam hal demikian, jumlah air limbah dan jumlah air hujan yang akan dipompa harus ditaksir secara berbeda pula.

## 2. Menaksir jumlah air limbah

Jumlah air limbah yang dibuang dari suatu daerah pemukiman tergantung pada jumlah penduduk yang ada. Jumlah aliran air limbah maksimum per orang per hari hamper sama dengan konsumsi air bersih harian maksimum per orang. Bila perlu, jumlah ini dapat ditambah dengan 10 sampai 20% untuk air tanah yang meresap keluar, dan ditambah lain berupa buangan dari pabrik-pabrik.

Kapasitas aliran air limbah (dalam  $m^3/jam$ ) yang direncanakan dapat ditaksir dari jumlah air limbah harian maksimum dibagi 24 dan ditambah dengan 30 sampai 50%. Tambahan ini semakin besar untuk jumlah yang semakin kecil, dan dapat mencapai 70 sampai 80% untuk kota kecil.

Dalam hal system terpisah, konsumsi air bersih akan mempengaruhi aliran air limbah secara langsung. Jadi aliran air limbah akan mengalami flukstasi yang besar pula.

## C. Sifat-sifat Zat Cair

Performasi sebuah pompa dapat berubah-ubah tergantung pada karakteristik zat cair yang dialirkan. Jadi, dalam menentukan spesifikasi pompa. Karakteristik ini diperhatikan. Sifat-sifat air dan beberapa fluida penting diberikan dibawah ini. Berat per satuan volume, viskositas kinematik, dan tekanan uap air untuk berbagai temperatur diberikan di dalam Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Sifat-sifat fisik air (air dibawah 1 atm, dan air jenuh di atas 100°C).  
(Sularso, 1983)

Temperatur (°C)	Kerapatan (kg/l)	Viskositas kinematic ( $m^2/s$ )	Tekanan uap jenuh ( $kgf/cm^2$ )
0	0,9998	$1792 \times 10^{-6}$	0,00623
5	1,0000	1,520	0,00889
10	0,9998	1,307	0,01251
20	0,9983	1,004	0,02383
30	0,9957	0,801	0,04325
40	0,9923	0,658	0,07520

50	0,9880	0,554	0,12578
60	0,9832	0,475	0,20313
70	0,9777	0,413	0,3178
80	0,9716	0,365	0,4829
90	0,9652	0,326	0,7149
100	0,9581	0,295	1,0332
120	0,9431	0,244	2,0247
140	0,9261	0,211	3,685
160	0,9073	0,186	6,303
180	0,8869	0,168	10,224
200	0,8647	0,155	15,855
220	0,8403	0,150	23,656
240	0,814	0,136	34,138
260	0,784	0,131	47,869
280	0,751	0,128	65,468
300	0,712	0,127	87,621

Catatan: 1 atm = 101,3 kPa      1kgf/cm<sup>2</sup> = 98,1 kPa

## 2.4 Kapasitas Pompa Submersible

Berikut ialah kapasitas yang dapat dihasilkan pompa celup submersible sebagai berikut:

Sumber data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder berupa data spesifikasi dan operasi. Adapun data tersebut sebagai berikut:

- Data spesifikasi pompa:  
*Type: Sewage Submersible Pump WQD 15-10*  
 Kapasitas: 430 L/min  
 Total *Head*: 18 m  
 Fluida: air limbah
- Data Penggerak pompa:  
*Tipe: Vertical Induction Motor*  
*Output*: 1.5 kW  
*Voltage*: 220 Volt  
*Speed*: 2860 rpm

## 2.5 NPSH (Head Isap Positif Neto)

NPSH adalah kebutuhan minimum pompa untuk bekerja secara normal. NPSH menyangkut apa yang terjadi dibagian suction pompa, termasuk apa yang datang ke permukaan

pendorong. NPSH dipengaruhi oleh pipa suction dan konektor-konektor, ketinggian dan tekanan fluida dalam pipa suction, temperatur fluida dan temperatur (Sularso, 1983).

$$h_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_{ls} \quad (2.1)$$

Dimana:  $h_{sv}$  : NPSH yang tersedia (m)

$P_a$  : Tekanan atmosfer ( kgf/m<sup>2</sup> )

$P_v$  : Tekanan uap jenuh ( kgf/m<sup>2</sup> )

$\gamma$  : Berat zat cair per satuan volume ( kgf/m<sup>2</sup> )

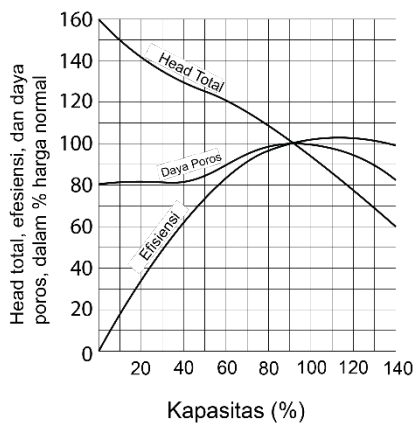
$h_s$  : Head isap statis (m)

Dari Persamaan 2.1 dapat dilihat bahwa NPSH yang tersedia merupakan tekanan absolut yang masih tersisa pada sisi isap pompa setelah dikurangi tekanan uap. Besarnya hanya tergantung pada kondisi luar pompa dimana pompa dipasang. Tinggi isap  $h_s$  biasanya diukur dari permukaan zat cair sampai sumbu poros pompa (pada pompa pada poros tegak).

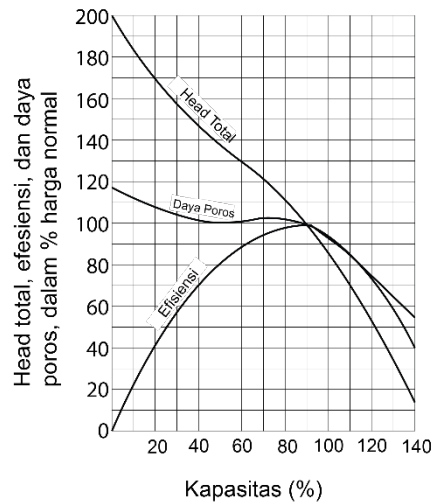
## 2.6 Kavitasi

Kavitasi adalah gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir, karena tekanannya berkurang sampai di bawah tekanan uap jenuhnya. Proses saat terjadinya fenomena kavitasi saat pengujian ialah saat keadaan katup ditutup secara perlahan untuk mendapatkan hasil grafik dan mendapatkan hasil uji unjuk kerja pompa.

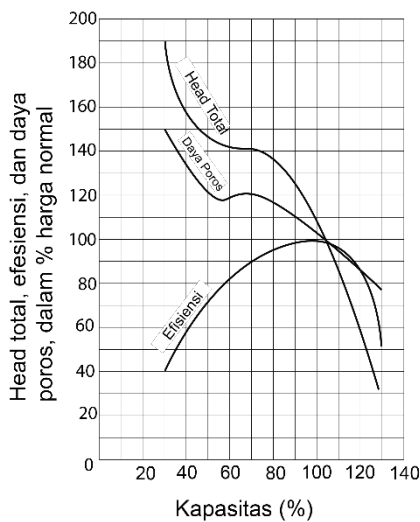




Gambar 2. 73 Kurva karakteristik pompa volute (Sularso, 1983)



Gambar 2. 6 Kurva karakteristik pompa aliran campur (Sularso, 1983)



Gambar 2. 8 Kurva karakteristik pompa aliran aksial (Sularso, 1983)

Apabila zat cair mendidih, maka akan timbul gelembung-gelembung uap zat cair. Hal ini dapat terjadi pada zat cair yang sedang mengalir di dalam pompa maupun di dalam pipa. Tempat-tempat yang bertekanan rendah dan/atau yang berkecepatan tinggi dalam aliran, sangat rawan terhadap terjadinya kavitasi pada pompa misalnya, bagian yang mudah mengalami kavitasi adalah pada sisi isapnya. Kavitasi akan timbul bila tekanan isap terlalu lemah.

Jika pompa mengalami kavitasi, akan timbul suara berisik dan getaran. Selain itu performansi pompa akan menurun secara tiba-tiba, sehingga pompa tidak dapat bekerja dengan baik. Jika pompa dijalankan dalam keadaan kavitasi secara terus menerus dalam

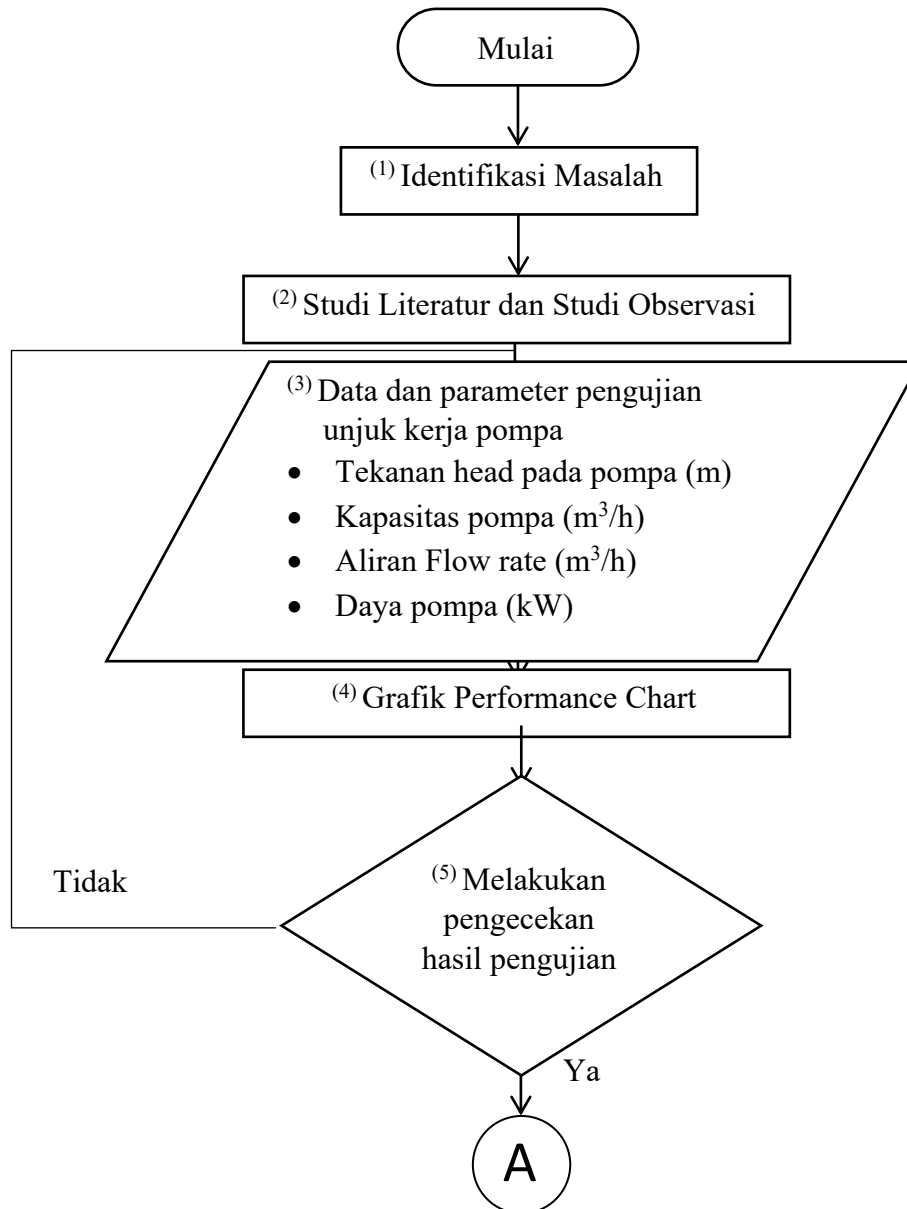
jangka waktu yang lama, maka permukaan dinding saluran di sekitar aliran yang berkavitasi akan mengalami kerusakan. Permukaan dinding saluran akan termakan sehingga menjadi berlubang-lubang atau bopeng. Peristiwa ini disebut erosi kavitasi, sebagai akibat dari tumbukan gelembung-gelembung uap yang pecah pada dinding secara terus-menerus.

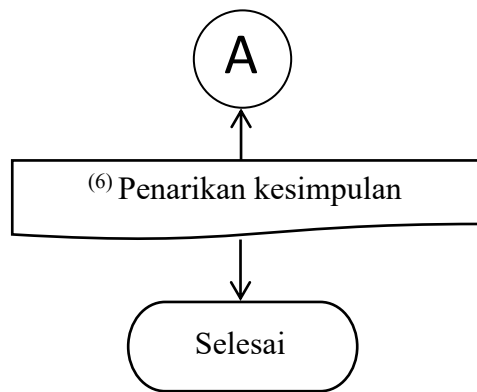


## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan yang dilakukan pada penelitian ini mengikuti diagram alir pada Gambar 3.1 berikut:





Gambar 3. 1 Diagram alir

### **3.2. Penjelasan Diagram Alir**

#### **A. Identifikasi Masalah**

Kegiatan penelitian di Perusahaan PT Maxon Prime Tehcnology. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa pompa sewage submersible tipe WQD 15-10-1.5/380V atau pompa yang memiliki tegangan tiga phase.

#### **B. Studi Literatur dan Studi Observasi**

Studi literatur dilakukan guna menambah pengetahuan keilmuan terhadap penelitian yang dilakukan dengan membaca dan mempelajari referensi berupa bukucetak, buku digital dan referensi yang bersumber dari daring untuk menunjang dalam melakukan pengujian pompa sewage submersible tipe WQD 15-10-1.5/380V atau pompa yang memiliki tegangan tiga phase.

Studi Observasi pada penelitian kali ini dilakukan bertempat diperusahaan yang bergerak dibidang pompa air PT Maxon Prime Tehcnology guna mengetahui implementasi yang dilakukan oleh pihak maxon untuk mengetahui performance pompa sewage submersible yang sering dioperasikan untuk memindahkan cairan limbah.

#### **C. Data dan Parameter Pengujian Unjuk Kerja Pompa**

Data dan parameter pengujian unjuk kerja pompa digunakan untuk menetapkan parameter perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi yang tetap dan akan digunakan. Data dan parameter pengujian unjuk kerja pompa tersebut diperoleh dari studi literatur dan observasi yang telah dilakukan.

#### **D. Grafik Performance Chart**

Hasil pengujian pompa dinyatakan dalam bentuk grafik grafik yang menggambarkan karakteristik pompa.

#### **E. Pada proses ini dilakukan pengecekan hasil pengujian apakah pengujian yang dilakukan sudah sesuai prosedur atau tidak, hasil yang didapatkan dilanjutkan dengan analisa hasil pengujian yang diperoleh.**

#### **F. Penarikan Kesimpulan**

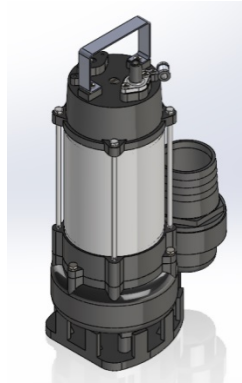
Setelah melakukan analisis data yang telah diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab tujuan penelitian.

### 3.3 Alat dan Bahan

Perslatan-peralatan yang digunakan saat melakukan penelitian ini sebagai berikut:

#### A. Pompa Sewage Submersible Pump WQD 15-10-1.5

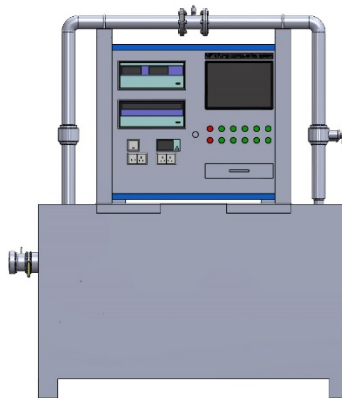
Pompa *sewage submersible pump* WDQ 15-10-1.5 sebagai bahan utama untuk dilakukan pengujian.



*Gambar 3. 2 Pompa Sewage Submersible WQD 15-10-1.5*

#### B. Mesin Uji Pompa

Mesin uji yang digunakan adalah *MPT-II PUMP COMPUTER TEST SYSTEM* mesin ini mampu menentukan hasil dari sebuah pompa yang ingin dilakukan pengujian.

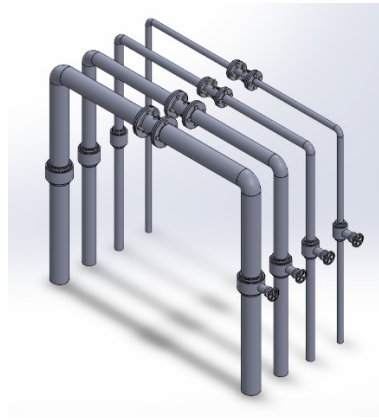


*Gambar 3. 3 Mesin MPT-II PUMP COMPUTER TEST SYSTEM*

Bagian-bagian yang terdapat pada mesin ini sebagai berikut:

1. Pipa

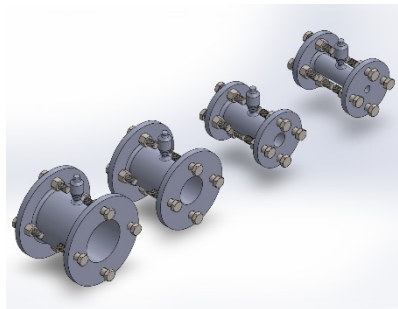
Pipa digunakan untuk menghubungkan pompa dengan mesin tes dan juga digunakan sebagai jalur air.



*Gambar 3. 4 Pipa*

## 2. Flow Sensor

Flow sensor ini terletak dibagian penghubung pipa untuk mendeteksi arus fluida yang mengalir melewatinya.



*Gambar 3. 5 Flow Sensor*

## 3. Katup valve

Katup valve atau keran digunakan untuk dapat menentukan tekanan head yang mamapu dihasilkan pompa.

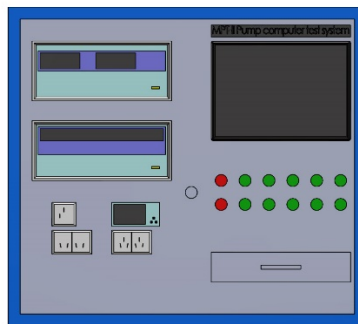




Gambar 3. 6 Valve

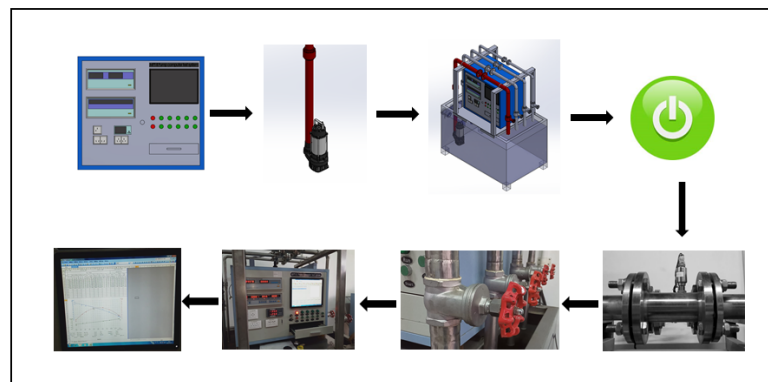
#### 4. Panel Control

Control panel dimesin ini bagian yang paling penting fungsinya untuk melihat hasil dan mengatur settingan yang diterapkan pada pompa yang akan dilakukan pengujian.



Gambar 3. 7 Panel Control

### 3.4 Prosedur Pengujian



Gambar 3. 8 Skema Pengujian Pompa Menggunakan MPT-II PUMP COMPUTER TEST SYSTEM

Prosedur pengujian termasuk diantaranya persiapan awal dimana pelaksanaan pengujian dapat diuraikan dalam point-point sebagai berikut:

1. Tahap pertama pada melakukan pengujian ini ialah menghidupkan mesin tes sebagai alat utama untuk melakukan pengujian. Lalu dilakukan setting mesin agar sesuai dengan jenis pompa yang akan dilakukan pengujian agar hasil yang didapatkan akurat.
2. Selanjutnya menghubungkan pompa dengan pipa yang berada pada mesin tes, bisa dilihat seperti pada gambar 3.8 untuk tampilan saat pompa sudah dihubungkan dengan mesin tes.
3. Setelah memastikan pompa sudah terpasang dengan benar tidak ada kesalahan pada saat pemasangan, jika terjadi kesalahan saat pemasangan kemungkinan akan terjadi kebocoran pada pipa mesin. Setelah semua benar konekan kelistrikan pompa dengan mesin tes untuk selanjutnya nyalakan pompa dengan mengaktifkan tombol ON pada mesin tes.
4. Setelah pompa hidup, pompa akan mengalirkan air yang sudah tersedia pada mesin tes, air tersebut akan melewati sensor flow, fungsi sensor flow dipipa mesin tes ini adalah untuk mendeteksi aliran fluida yang nantinya mendapatkan hasil yang ditampilkan dilayar monitor mesin tes.
5. Fungsi valve di mesin ini adalah untuk menentukan tekanan head yang mampu dihasilkan pompa yang diuji, jika valve dibuka full akan menghasilkan tekanan head terendah dan jika valve ditutup full akan menghasilkan tekanan head maksimal yang mampu dihasilkan pompa.

Jika semua rangkaian tes sudah dilaksanakan akan menghasilkan hasil pengujian.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Unjuk Kerja Pompa

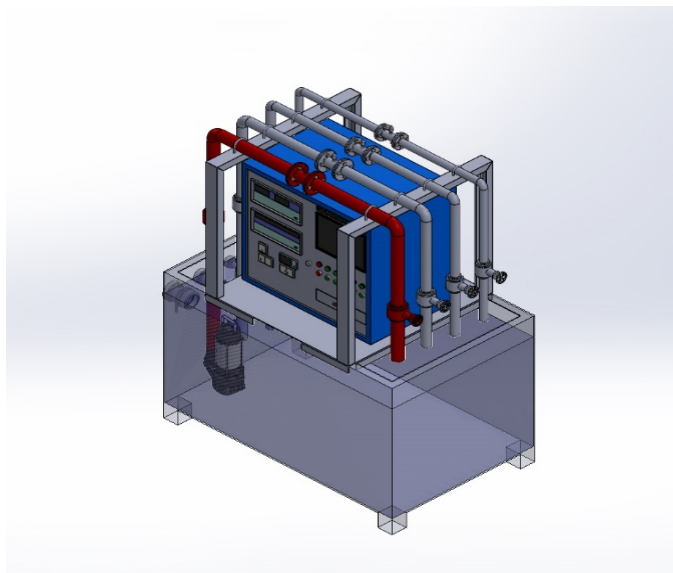
Pada tahap ini dilakukan pengujian dan perhitungan terhadap pompa *Sewage Submersible WQD 15-10-1.5* yang dapat dilihat pada Data Hasil Pengamatan 4.2, untuk mengetahui hasil efektifitas kerja pompa saat dilakukan pengujian dengan mesin *MPT-II PUMP COMPUTER TEST SYSTEM* mesin ini memiliki spesifikasi:

Diameter Pipa : 1'' – 1.5'' – 2'' – 3''

Panjang Pipa : 3 Meter

Daya : 380 V

Mesin ini juga sudah dilengkapi dengan pipa berbagai ukuran dan juga memiliki air yang sudah tersedia di penampungan agar mempermudah pengujian. Tidak hanya melakukan pengujian untuk pompa sewage submersible mesin ini juga bisa melakukan pengujian untuk pompa booster, jet pump dan sentrifugal, mesin ini juga mampu melakukan uji untuk tipe pompa yang memiliki tegangan 1 fasa dan 3 fasa.



*Gambar 4. 1 Mesin MPT-II PUMP COMPUTER TEST SYSTEM*

Pada proses pemasangan pompa pada instalasi pipa yang terdapat pada mesin harus dilakukan dengan hati-hati dan harus diperhatikan cengkaman pipa pada pompa mencegah terjadinya kebocoran atau pompa terjatuh saat dilakukan tes.



*Gambar 4. 2 Proses Pemasangan Instalasi Pipa*



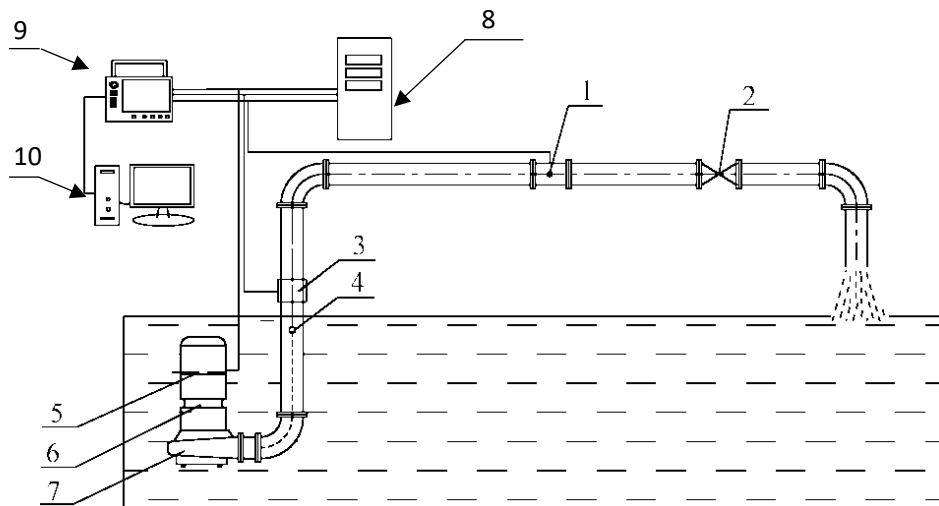
*Gambar 4. 3 Proses Pengujian Pada Pompa*

Pada proses ini hanya dilakukan setting voltase pompa yang sedang dilakukan pengujian bertujuan untuk agar mesin dapat menyesuaikan

tegangan yang diperlukan pompa tersebut. Pada saat proses pengujian pada pompa sedang berlangsung dilakukan bukaan variasi valve untuk melihat capaian head yang dihasilkan pada saat itu secara otomatis akan mendapatkan tagangan, arus, daya, head, efisiensi, kecepatan putaran dan lainnya.

#### A. Perangkat uji

Uji kinerja pompa dilakukan di dengan mesin *MPT-II COMPUTER PUMP SYSTEM*, yang dilengkapi dengan sistem uji otomatis untuk pompa listrik submersible, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4, dan bangku uji memenuhi persyaratan akurasi level 1.



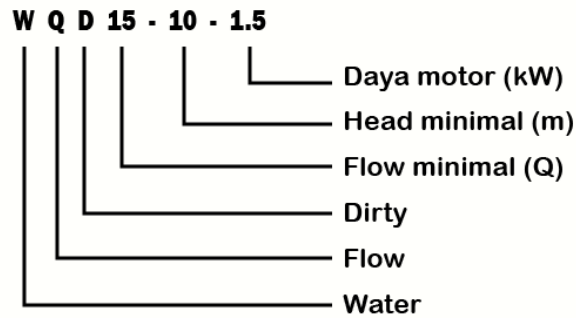
1, Turbin Flow Meter, 2. Katup Kontrol Aliran, 3. Sensor tekanan outlet, 4. Titik Pengukuran Tekanan, 5. Pompa uji, 6. Motor listrik, 7. Koil induksi kecepatan, 8. Panel Listrik, 9. Control Panel, 10. Kompter

*Gambar 4. 4 Skema Perangkat percobaan*  
(Shi Weidong, Jiang Ting, Cao Weidong, et al. 2013)

## 4.2 Data Hasil Pengujian

Dalam penelitian kali ini dilakukan studi observasi pada PT. Maxon Prime Technology, untuk kegiatan studi observasi dapat dilihat pada lampiran. Dari hasil observasi tersebut diperoleh data yang dibutuhkan untuk

melakukan Analisa pengujian unjuk kerja pompa sewage submersible type WQD 15-10-1.5. Untuk mengetahui apa arti dari nama pompa tipe WQD 15-10-1.5 sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Diagram penjelasan nama pompa (PT. Maxon Prime Technology)

Dari studi observasi dilapangan dengan pembimbing di lapangan, maka diperoleh informasi yang berhubungan dengan data-data untuk menjadi acuan atau referensi.

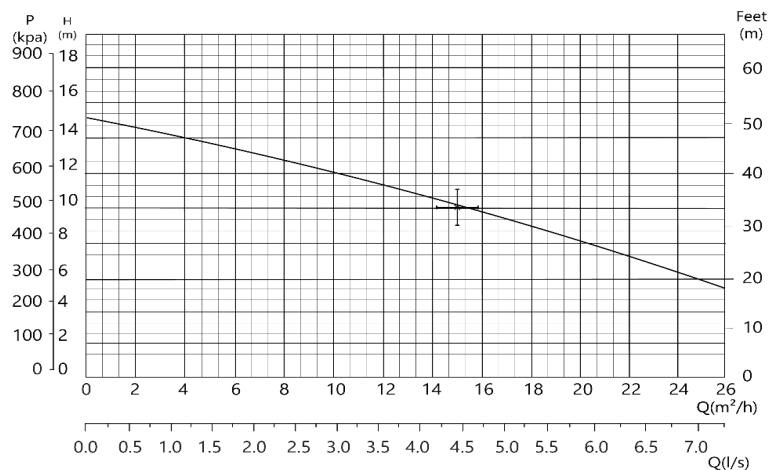
#### A. Table Parameter

Tabel 4. 1 Tabel Parameter Pompa Sewage Submersible (PT. Maxon Prime Technology, 2022)

Model	Power		Volt.	Flow	Head	Pipa dia.
	HP	K W	V	m <sup>3</sup> /h	m	Inch
<b>WQD 15-10-1.5</b>	2.0	1.5	380	15	10	2" & 4 "

#### B. Grafik Parameter

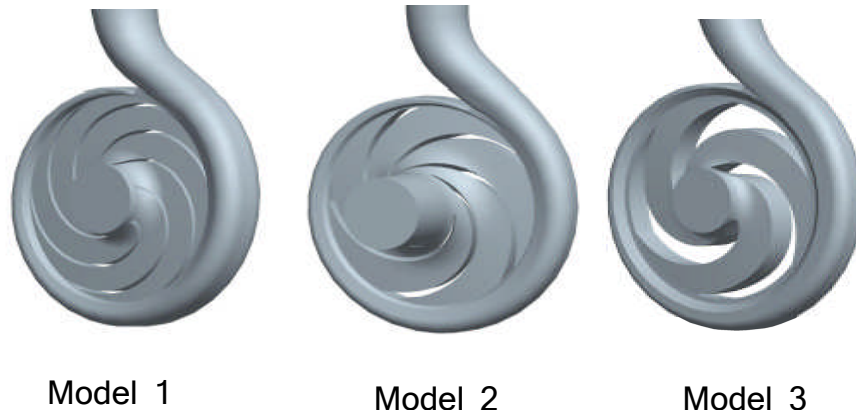
Gambar 4.5 menunjukkan grafik karakteristik pompa WQD 15-10-1.5 *sewage submersible*, grafik tersebut diperoleh dari perusahaan PT Maxon Prime Technology.



*Gambar 4. 6 Grafik Karakteristik Pompa  
(Katalog PT. Maxon Prime Technology, 2022)*

### C. Desain Skema

Model aliran algoritma sederhana pada diffuser pompa *sewage submersible* untuk menangani hubungan kopling antara tekanan dan kecepatan. Saluran keluar mengadopsi kondisi aliran bebas, dan dinding. Batas dinding padat tanpa selip digunakan. Dengan asumsi aliran stabil, hitung presisi konvergensi derajatnya 10-5.



*Gambar 4. 7 Model 3-D dari rencana yang berbeda  
(Shi Weidong, Jiang Ting, Cao Weidong, et al. 2013)*

Metode untuk menghindari beban berlebih dapat memilih penggerak utama daya yang lebih besar atau membatasi poros kekuatan. Ketika kekuatan penggerak utama ditentukan dan kepala tidak dapat dikurangi,

itu bisa Kenaikan daya poros dikendalikan oleh pembatasan aliran. Makalah ini mengadopsi metode berikut.

Desain komponen hidrolis yang optimal: ketika lebar outlet tidak dapat dikurangi, oleh Pilih sudut outlet blade yang lebih kecil, blokir sebagian saluran aliran untuk mengurangi permukaan outlet impeller kontrol volume dan aliran; volute mengadopsi tipe simetris, dan lidah diperpanjang dengan tepat untuk mengurangi Area aliran tenggorokan; pilih lebih sedikit baling-baling dan sudut keluar baling-baling yang lebih kecil  $\beta_2$ , sudut pembungkus sudu ditingkatkan dengan tepat untuk menghindari aliran yang disebabkan oleh terlalu sedikit sudu Z Kontrol tubuh yang buruk dan difusi saluran aliran yang serius, sambil memperluas zona efisiensi tinggi, biasanya, Ada dua cara untuk memperkecil luas outlet yaitu dengan memperkecil lebar outlet impeller dan memperbesarnya Ketebalan bilah, dengan mempertimbangkan persyaratan kapasitas lintasan, lebar saluran keluar tidak dapat dikurangi Kecil, sebaliknya harus bertambah. Dengan cara ini, untuk mengurangi area outlet, hanya melalui Sebuah metode untuk meningkatkan ketebalan pisau diimplementasikan. Berdasarkan pertimbangan di atas, lihat yang relevan Model hidrolis Xiu, setelah sejumlah besar opsi pengoptimalan, tiga jenis desain hidrolis berikut diperoleh Skema desain, parameter geometris ditunjukkan pada Tabel 4.3.

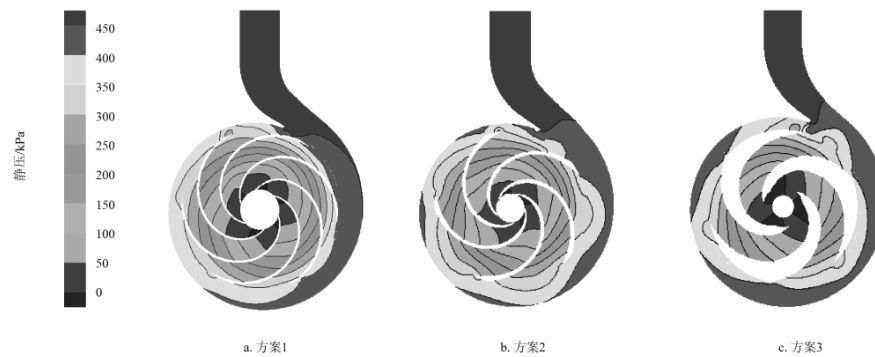
*Tabel 4. 2 Parameter Geografik*  
(Shi Weidong, Jiang Ting, Cao Weidong, et al. 2013)

Jenis Impeller Skema Desain	m	Z	$b_2/m$	$\phi/(\circ)$	$\beta_2/(\circ)$	$D_3/m$	$b_3/m$
1 Silinder	385	6	30	180	9	395	60
2 Distorsi	370	5	30	180	20	385	55
3 Lorong	385	3	40	216	14	435	60

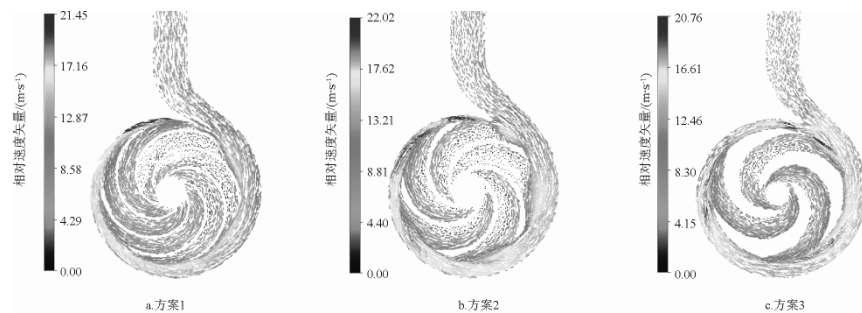
Gambar 4.8 dan 4.9 adalah awan distribusi tekanan statis dan distribusi vektor kecepatan relatif dari bagian-bagian di impeler masing-masing skema di bawah kondisi desain. Dapat dilihat dari Gambar 4.8 bahwa



hukum perubahan tekanan statis dari masing-masing skema serupa, tekanan di impeller meningkat dari saluran masuk ke saluran keluar, nilai tekanan statis permukaan kerja pada radius yang sama secara signifikan lebih tinggi daripada nilai tekanan statis di bagian belakang, dan tekanan Ada gradien tekanan besar di dekat diafragma, yang disebabkan oleh kembalinya beberapa cairan ke dalam volute, menghasilkan peningkatan tekanan yang signifikan pada diafragma. Setelah fluida mengalir keluar dari segmen spiral volute, itu statis karena penurunan kecepatan.



Gambar 4. 8 Kontur tekanan statis pada bagian tengah pada kondisi kerja desain (Shi Weidong, Jiang Ting, Cao Weidong, et al. 2013)



Gambar 4. 9 Vektor kecepatan relatif pada penampang tengah pada kerja desain (Shi Weidong, Jiang Ting, Cao Weidong, et al. 2013)

Tekanan meningkat. Dapat dilihat dari Gambar 4.9 bahwa titik operasi desain, skema 2 dan skema 3 Kecepatan relatif berubah lebih teratur. Pada lingkaran mata pisau mana pun, kecepatan relative Dari belakang bilah ke permukaan kerja bilah yang berdekatan secara

bertahap berkurang, perubahan ini sekarang tampaknya tekanan pada kedua sisi sudu tidak sama karena kerja yang dilakukan sudu pada aliran air. rencana 1 Distribusi kecepatan di saluran antara dua sudu yang berdekatan tidak merata dibandingkan dengan Skema 2, dan distribusi kecepatan di Skema 3 Ketebalan sudu adalah yang terbesar, tetapi kondisi alirannya tidak menurun secara signifikan, impeler skema 3 Simetri aliran di dalam lebih baik dari skema 1 dan 2.

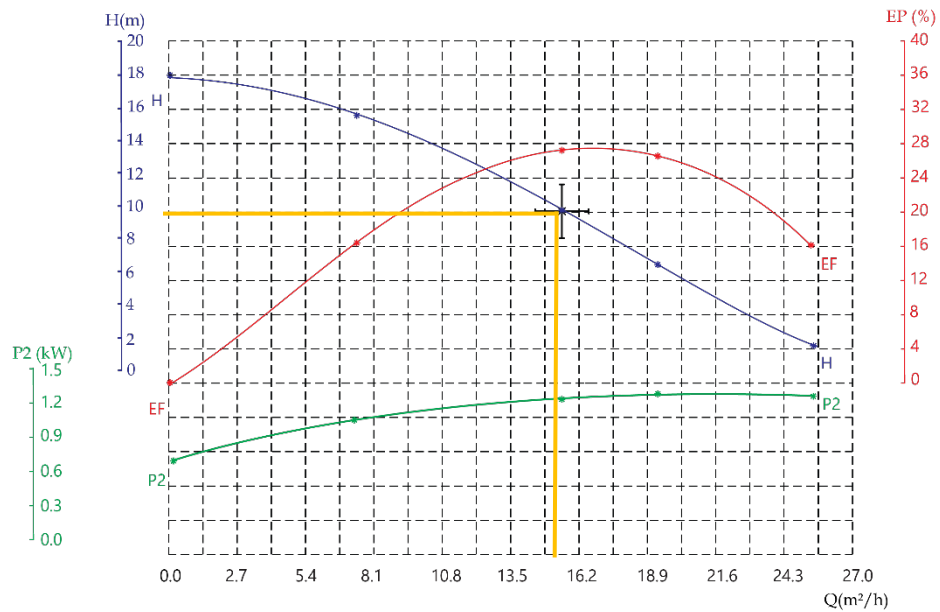
#### D. Pengujian Unjuk Kerja Pompa

Adapun data hasil pengujian yang diperoleh dari unjuk kerja *sewage submersible pump type* WQD 15-10-1.5 menggunakan mesin uji unjuk kerja pompa air (*MPT-II PUMP COMPUTER SYSTEM TEST*). Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali pengujian parameter pompa, untuk menentukan tabulasi pada pompa. Data hasil pengujian dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Data hasil pengujian unjuk kerja pompa *sewage submersible type* WQD 15-10-1.5

Product Model:	WQD 15-10	Fluid Density(kg/m <sup>3</sup> ):	Clean Water	Outlet Diameter(mm):	40				
Product Number:	001	Outlet Height above Reference Plane(m):			2				
Manufacturer:	PT. MAXON PRIME TECHNOLOGY			Liquid temperature(°C):	20				
No.	Measured Data					Convert to rated speed of 2950 (r/min)			
	Inlet Pressure (kPa)	Outlet Pressure (kPa)	Flow Rate (m <sup>3</sup> /h)	Rotate Speed (r/min)	Motor Power Input (W)	Flow Rate (m <sup>3</sup> /h)	Head (m)	Pump Efficiency (%)	Pump Power Output (W)
1	0	26	25.90	2840.63	1.487	25.90	2.00	16.01	1.448
2	0	50	19.05	2854.60	1.456	19.05	7.03	26.65	1.429
3	0	84	15.01	2867.34	1.390	15.01	10.00	27.90	1.376
4	0	107	7.00	2876.49	1.288	7.00	15.89	16.89	1.243
5	0	128	0.00	2996.70	0.978	0.00	17.99	00.00	0.756
Result	Flow at Rated Head:		10.00 (m <sup>3</sup> /h)	Rated Point:		15.00	10.00	27.00	1.5
	Head at Rated Flow:		15.77 (m)	Cross Point:		15.62	9.98	27.88	1.3

Dimana angka yang terdapat pada Table 4.3 merupakan hasil pengujian unjuk kerja pompa *sewage submersible tipe* WQD 15-10-1.5 head yang diperoleh 10 meter dengan flow 15.01 m<sup>3</sup>/h dan berikut adalah kurva yang dihasilkan dari angka tabel yang didapat.



Gambar 4. 10 Kurva karakteristik unjuk kerja pompa

#### E. Efisiensi ( $\eta$ ) terhadap Flow (Q)

Gambar 4.6. Pompa menunjukkan bawa hasil dari uji efisiensi pompa terhadap flow saat keadaan valve dalam keadaan terbuka penuh menunjukkan bahwa efisiensi pompa menghasilkan nilai 16% dengan flow 25,9 m<sup>3</sup>/h, tetapi pompa mampu menghasilkan nilai maksimal efisiensi 27,9 % dan flow 15 m<sup>3</sup>/h, semakin valve ditutup maka efisiensi pompa ikut menurun dikarenakan tidak adanya aliran air yang keluar melalui katup valve.

#### F. Head (m) terhadap Flow (Q)

Gambar 4.6. Kurva menunjukkan hasil capaian pompa maksimal head yang didapat 17.99 m dibulatkan menjadi 18 m pada flow (Q) diangka 0 m<sup>3</sup>/h dan untuk head minimal pada pompa sesuai dengan tabel parameter pompa yaitu dengan head 10 m pada flow 15.01 m<sup>3</sup>/h. Pada saat melakukan proses pengujian dilakukan penginputan parameter pompa maka dari itu didalam grafik yang dihasilkan terdapat tanda + (plus) yang dimaksud dari tanda tersebut ialah untuk menjadikan acuan hasil uji pompa dengan hasil grafik head terhadap flow tidak berada pada posisi

di bawah tanda plus, jika grafik head terhadap flow berada dibawah tanda plus kemungkinan terjadi kegagalan pompa yang mengharuskan pompa dilakukan pengecekan secara berkala.

#### G. Daya motor (kW) terhadap Flow (Q)

Gambar 4.6. Pompa dapat menghasilkan daya motor input sebesar 1,39 kW terhadap flow yang menunjukkan 15 m<sup>3</sup>/h. dengan daya kecil pompa dapat menghasilkan debit air yang cukup besar yaitu minimal debit air yang dapat dihasilkan 15 m<sup>3</sup>/h dan capaian head minimal 10 meter, dengan hasil sebesar itu pompa ini mampu memindahkan air limbah maupun air bersih dengan cepat.

#### H. NPSH (Head Isap Positif Neto)

NPSH adalah kebutuhan minimum pompa untuk bekerja secara normal. NPSH menyangkut apa yang terjadi dibagian suction pompa, termasuk apa yang dating ke permukaan pendorong. NPSH dipengaruhi oleh pipa suction dan konektor-konektor, ketinggian dan tekanan fluida dalam pipa suction, temperatur fluida dan temperatur.

Pada pengujian ini dilakukan dengan media air kotor dengan temperatur 30°C harus dipompa pada tekanan atmosfer sebesar 1,0332 kgf/cm<sup>2</sup>. Lubang hisap pompa terletak dibawah permukaan air. Maka besarnya NPSH yang tersedia dapat ditentukan sebagai berikut:

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

Dimana:  $h_{sv}$  : NPSH yang tersedia (m)

$P_a$  : Tekanan atmosfer ( kgf/m<sup>2</sup> )

$P_v$  : Tekanan uap jenuh ( kgf/m<sup>2</sup> )

$\gamma$  : Berat zat cair per satuan volume ( kgf/m<sup>2</sup> )

$h_s$  : Head isap statis (m)

Maka:

$$P_a = 1,0332 \text{ kgf/cm}^2 = 10332 \text{ kgf/m}^2$$

dari tabel 2.2,

$$\gamma = 0,9957 \text{ kgf/l} = 995,7 \text{ kgf/m}^3$$

$$P_v = 0,04325 \text{ kgf/cm}^2 = 432,5 \text{ kgf/m}^2$$

dari tabel 2.2,

$$\begin{aligned} h_{sv} &= \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_{ls} \\ &= \frac{10332}{995,7} - \frac{431,5}{995,7} - 0 - 0 = 9,94 \text{ m} \end{aligned}$$

## I. Kavitasi

Kavitasi adalah gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir, karena tekanannya berkurang sampai di bawah tekanan uap jenuhnya. Proses saat terjadinya fenomena kavitasi saat pengujian ialah saat keadaan katup ditutup secara perlahan untk mendapatkan hasil grafik dan mendapatkan hasil uji unjuk kerja pompa.

Analisa unjuk kerja pompa dilakukan dengan variasi bukaan valve untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. *Head* pompa adalah kemampuan suatu pompa untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ketempat lain yang berbeda ketinggian atau kemampuan pompa untuk memindahkan fluida antara dua tempat yang berbeda jaraknya. *Head* pompa dipengaruhi oleh tekanan pada *suction* dan *discharge*.

Semakin bertambah kecepatan sudut pompa maka *Head* pompa akan semakin meningkat, ini disebabkan karna bertambahnya debit fluida yang mengalir yang mengakibatkan tekanan pada sisi *discharge* pompa semakin meningkat.

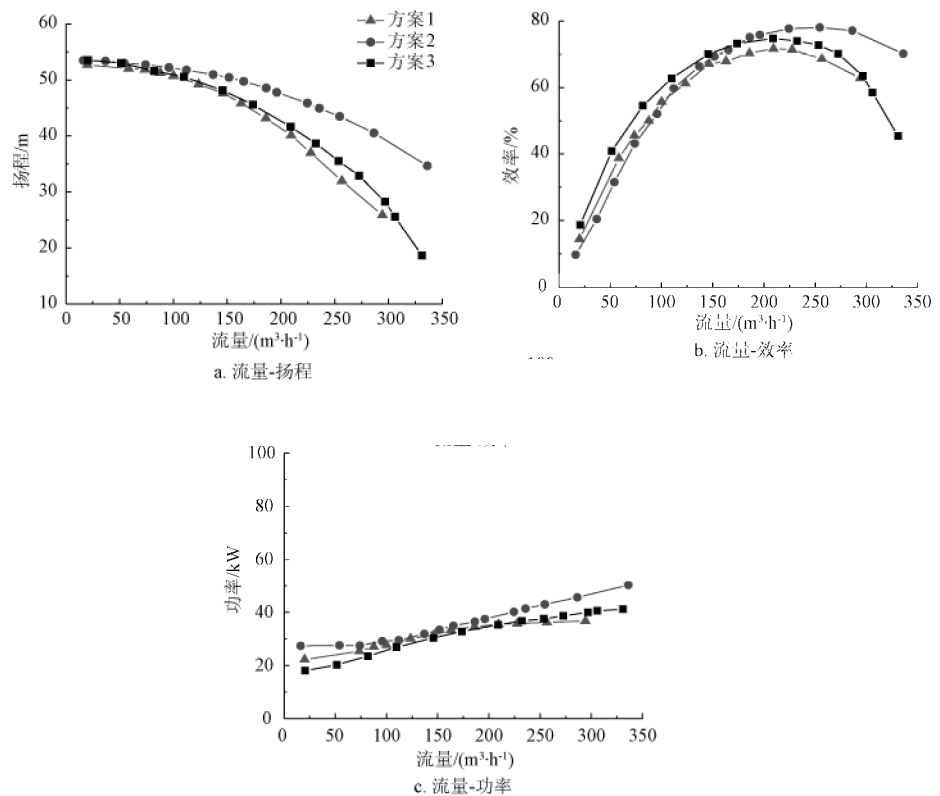
Efisiensi pompa sewage submersible dipengaruhi oleh nilai daya pompa dan daya hidroliknya, apabila daya hidrolik semakin besar maka nilai efisiensinya juga akan semakin meningkat. Semakin bertambah kecepatan sudut maka efisiensinya semakin meningkat, ini disebabkan karena daya hidrolik pompa semakin meningkat dimana peningkatan daya hidroliknya disebabkan karna kapasitas debit alirannya yang

bertambah dan *Head* pompa yang semakin bertambah. Pada penelitian ini menghasilkan efisiensi sebesar 27,90 % dimana angka tersebut diperoleh Ketika pompa mencapai head 10m.

Kecepatan sudut pompa bertambah maka debit aliran akan meningkat, ini sebabkan karna putaran poros pompa yang memutar *impeller* berputar semangkin tinggi sehingga air yang dipindahkan semakin banyak. Pada penelitian ini menghasilkan kecepatan sebesar 2867 r/min.

## J. Hasil Uji dan Analisis

Selama pengujian, kurva Head terhadap Flow, kurva Efisiensi terhadap Flow dan kurva Aliran daya terhadap Flow, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 11 Kurva performa eksperimen  
(Shi Weidong, Jiang Ting, Cao Weidong, et al. 2013)

Kurva flow-head semuanya secara bertahap menurun, dan laju aliran yang sama lebih rendah daripada skema lainnya, sama dengan hasil analisis numerik. Desain aliran head bagian bawah melebihi persyaratan desain. Penurunan kurva flow-head dalam skema 1 dan skema 3 lebih jelas, yang lebih sesuai dengan persyaratan karakteristik tidak ada kelebihan beban dari penurunan curam kurva flow-head.

Efisiensi pompa yang diperoleh oleh tiga set model hidrolis tidak kelebihan efisiensi tinggi yang diperoleh dengan desain yang dioptimalkan masing-masing adalah 66,8%, 68,6% dan 70,2% di bawah kondisi desain, yang 5% lebih tinggi dari nilai standar yang ditentukan. Skema 3 memiliki jangkauan zona efisiensi yang lebih luas.

Karena untuk mencapai efisiensi tinggi pada titik kerja desain, desain metode aliran yang ditingkatkan diadopsi, sehingga titik efisiensi desain diimbangi dengan aliran besar, dan efisiensi mencapai nilai tertinggi di bawah kondisi kerja.

#### K. Pengujian Performa

Saat ini, desain pompa sentrifugal non-overload umumnya mensyaratkan bahwa daya poros maksimumnya tidak melebihi 1,05 hingga 1,3 kali daya poros desain. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.12, kurva daya aliran keduanya meningkat seiring dengan meningkatnya aliran, dengan skema 1 dan 3 cenderung maksimal.

Daya poros, tetapi tidak melebihi daya pengenal 45 kW, oleh karena itu, skema 1. Dengan Skema 3 tidak membebani dalam kisaran dari nol, memenuhi persyaratan desain. Umumnya, daya poros dapat dikontrol dengan mengurangi sudut penempatan outlet blade, sehingga head tidak kelebihan beban, tetapi ini pasti akan menyebabkan kesulitan manufaktur dan pemrosesan.

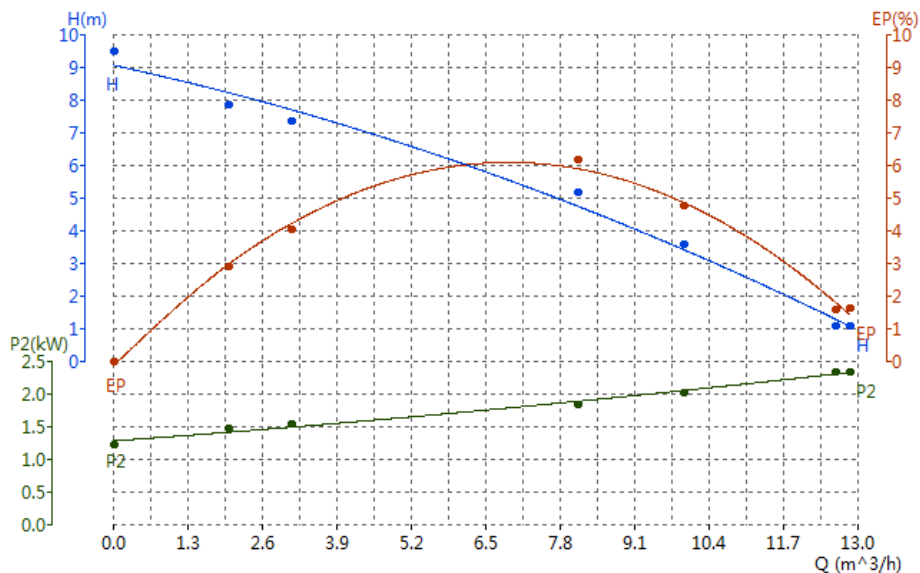
### 4.3 Kegagalan Pengujian Unjuk Kerja Pompa

Adapun data hasil pengujian yang dilakukan pada tahun 2021 oleh pihak

PT. Maxon Prime Technology diperoleh dari unjuk kerja *sewage submersible pump type* WQD 15-10-1.5 menggunakan mesin uji unjuk kerja pompa air (*MPT-II PUMP COMPUTER SYSTEM TEST*). Pengujian ini dilakukan sebanyak 7 kali pengujian parameter pompa, untuk menentukan tabulasi pada pompa. Data hasil pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Data hasil kegagalan pengujian unjuk kerja pompa *sewage submersible type* WQD 15-10-1.5  
(Ie Young, Paolo La Porta, 2021)

Product Model:		WQD 15-10	Fluid Density (kg/m <sup>3</sup> ):		Clean Water	Outlet Diameter (mm):		40	
Product Number:		001	Outlet Height above Reference Plane (m):						2
Manufacturer:						PT. MAXON PRIME TECHNOLOGY	Liquid temperature (°C):		20
No.	Measured Data					Convert to rated speed of 2950 (r/min)			
	Inlet Pressure (kPa)	Outlet Pressure (kPa)	Flow Rate (m <sup>3</sup> /h)	Rotate Speed (r/min)	Motor Power Input (W)	Flow Rate (m <sup>3</sup> /h)	Head (m)	Pump Efficiency (%)	Pump Power Output (W)
1	0	92	0.00	2875	1.223	0.00	9.48	0.00	1.223
2	0	76	2.01	2832	1.481	2.01	7.86	2.90	1.481
3	0	71	3.11	2825	1.535	3.11	7.35	4.05	1.535
4	0	49	8.10	2780	1.842	8.10	5.16	6.18	1.842
5	0	33	9.95	2750	2.026	9.95	3.57	4.77	2.026
6	0	8	12.85	2687	2.337	12.85	1.08	1.62	2.337
7	0	8	12.60	2687	2.338	12.60	1.08	1.58	2.338
Result		Flow at Rated Head: 7.5 (m <sup>3</sup> /h)			Rated Point: 25		5.16	5.9	1.8
		Head at Rated Flow: 5.4 (m)			Cross Point: 18		5	10	1.5



Gambar 4. 12 Kegagalan kurva karakteristik unjuk kerja pompa  
(Ie Young, Paolo La Porta, 2021)



#### A. Efisiensi ( $\eta$ ) terhadap Flow (Q)

Gambar 4.9. Pompa menunjukkan bawa hasil dari uji efisiensi pompa terhadap flow saat keadaan valve dalam keadaan terbuka penuh menunjukkan bahwa efisiensi pompa menghasilkan nilai 1,58% dengan flow 12,60 m<sup>3</sup>/h, tetapi pompa hanya mampu menghasilkan nilai maksimal efisiensi 6,18 % dan flow 8,10 m<sup>3</sup>/h, semakin valve ditutup maka efisiensi pompa ikut menurun dikarenakan tidak adanya aliran air yang keluar melalui katup valve.

#### B. Head (m) terhadap Flow (Q)

Gambar 4.9. Kurva menunjukkan hasil capaian pompa maksimal head yang didapat 9,48 m dibulatkan menjadi 10 m pada flow (Q) diangka 0 m<sup>3</sup>/h dan untuk head minimal pada pompa yang dihasilkan yaitu dengan head 5,16 m pada flow 8,10 m<sup>3</sup>/h. Pompa sudah menunjukkan kegagalan dengan data yang dihasilkan dibawah angka minimal dan jauh dibawah angka maksimal kapasitas pompa.

#### C. Daya motor (kW) terhadap Flow (Q)

Gambar 4.9. Pompa dapat menghasilkan daya motor input sebesar 1,8 kW terhadap flow yang menunjukkan 8,10 m<sup>3</sup>/h. Kegagalan pada daya motor menunjukkan bahwa daya motor diatas daya normal yang dihasilkan pompa, jika pompa terus dipaksa beroperasi kemungkinan pompa akan terjadi kerusakan yang sangat signifikan yang dikarenakan kW motor naik dan ampere akan tinggi.

## BAB 5

### KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Data Unjuk Kerja Pompa: *Head* total pompa (H) = 10 m; *Flow Rate* (Q) = 15 m<sup>3</sup>/h = 250 L/min; Putaran spesifik (ns) = 2867 rpm; Efisiensi pompa ( $\eta_p$ ) = 27,90 %; Daya motor penggerak pompa (P) = 1.3 kW; Pompa dapat bekerja sesuai kebutuhan karena *head* secara aktual lebih kecil dari yang tertera di name plate yaitu 18 m.
2. Pompa mampu memindahkan air limbah dengan viskositas yang lebih tinggi sesuai dengan standar kebutuhan perusahaan pompa yang di produksi di PT. Maxon Prime Technology.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baskoro, A.I. (2013). *Analisa Performa Efisiensi Pada Sea Water Booster Pump Unit 10 Pltu Jawa Tengah Rembang*. [Jurnal]. Semarang (ID): Universitas Diponegoro.
- Dadang Suhendra Permana. (2017). *Analisa Jenis Dan Spesifikasi Pompa Air Bersih Gedung Pabrik Perakitan PT. ADM*, Universitas Mercu Buana.
- Hansheng Pei, Xuemin Wang. (2022). *Cavitation Performance Analysis and Optimization of High Specific Speed Submersible Sewage Pump under Large Flow Condition*. Shanghai Institute of Technology, Shanghai, China.
- Hidayat Riza, dkk. (2018). *Analisa Tekanan Dan Efisiensi Pada Pompa Air Sentrifugal Dengan Rangkaian Seri*, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB.
- Hutabarat.B. (2019). *Analisis Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal Dengan Variasi Head*. [Jurnal]. Universitas Medan Area.
- Ie Young, Paolo La Porta, (2021). *Labolatorium PT. Maxon Prime Technology*.
- M.Chandr, M.Durairaj, S.Saravanakumar, S.Kaliappan. (2015). *Internal Flow Analysis Of Submersible Pump Impeller Using Cfd*, International Journal of Applied Engineering Department of Mechanical Engineering, Velammal Institute of Technology, Chennai, India.
- N.Eka., Sudirman., Zulramadhane., Suhraeni., Louis., Heru E. P. (2021). *Analisis Efisiensi Mesin Pompa Air Untuk Pemanfaatan Rumah Tangga. Sntem*.
- Shi Weidong, Jiang Ting, Cao Weidong, et al. (2013) *Optimal design and experiment on a high-head non-overload submersible sewage pump*, Laboratorium Terakreditasi Nasional Universitas Jiangu. (in Chinese with English abstract)
- Subagyo Rahmat, Rizkining Bagaskoro. (2021). *Analisa Performance Pompa Sentrifugal di Unit 2 PT. Pupuk Kalimantan Timur*, Universitas Lambung Mangkurat.
- Sularso Tahara Haruo, (1983) *"Pompa dan kompresor, pemakaian dan pemeliharaan"* PT. Pradya Paramita, Jakarta'
- Suprianto.J. (2020). *Analisis Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal Pada Booster Pump*. [Jurnal]. Universitas Medan Area.
- ZHANG Desheng, SHI Weidong, CHEN Bin, ZHANG Lei, ZHANG Hua. (2013). *Optimalisasi pencocokan dan pengujian impeller dan volute pompa limbah submersible angkat tinggi* (Pusat Penelitian Teknologi Rekayasa Mesin Fluida, Universitas Jiangu, Zhenjiang).