

Analisis Terjadinya Kavitasasi Pada Pompa Sentrifugal Di Kapal KM. Tanto Lancar

Aulia Abdul Rafli¹, Djajari², Priyanto³, Budi Purnomo⁴

Politeknik Bumi Akpelni

Email: rafliaulyaa@gmail.com¹, djajari857@gmail.com², priyanto@akpelni.ac.id³, budi.p@akpelni.ac.id⁴

DOI: <https://doi.org/10.31331/maristec.v1i2>

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit Agustus 2024
Direvisi September 2024
Disetujui Desember 2024

Keywords:

Kavitas,

Abstrak

Dalam sebuah sistem operasi kapal, banyak terdapat alat pompa untuk dioperasikan agar sistem penggerak utama kapal dapat beroperasi dengan baik. Pompa banyak digunakan untuk menyalurkan sistem perairan dalam kapal mulai dari untuk keseimbangan kapal serta kebutuhan konsumen dalam kapal. Sistem kerja dari pompa adalah menyalurkan fluida dari satu titik ke titik lain. Salah satu pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal. Pompa ini memiliki sistem kerja menyalurkan fluida dengan bantuan gaya sentrifugal. Dalam sistem kerja pompa sentrifugal, terdapat beberapa faktor penyebab adanya gangguan. Salah satu gangguan yang sering terjadi adalah kavitasasi. Kavitasasi adalah suatu gangguan dimana adanya pembentukan gelembung uap karena variasi tekanan. Penelitian ini akan membahas teakait faktor penyebab terjadinya kavitasasi, dampak kavitasasi, serta cara menghindari terjadinya kavitasasi.

Kata Kunci: Kavitasasi, Pompa Sentrifugal, Impeller

Abstract

In a ship's operating system, there are many pumps to operate so that the ship's main propulsion system can operate properly. Pumps are widely used to distribute water systems in ships, starting from balancing the ship as well as the needs of consumers on the ship. The working system of the pump is to distribute fluid from one point to another. One of the pumps used is a centrifugal pump. This pump has a working system to distribute fluid with the help of centrifugal force. In a centrifugal pump working system, there are several factors that cause disturbances. One of the disorders that often occurs is cavitation. Cavitation is a disturbance in which vapor bubbles form due to pressure variations. This research will discuss the factors that cause cavitation, the impact of cavitation, and how to avoid cavitation.

Keywords: cavitation, centrifugal pump, impeller

PENDAHULUAN

Pada sebuah kapal, pompa adalah salah satu komponen kapal yang berfungsi memindahkan fluida. Banyak terdapat komponen pompa yang ada di kapal KM. TANTO LANCAR dan salah satunya pompa sentrifugal. Pada kapal, pompa merupakan hal yang sangat penting untuk sistem operasi perairan kapal. Pompa sentrifugal adalah sebuah pompa yang digunakan secara umum untuk mendistribusikan. berbanding terbalik dengan gaya sentripetal, namun besaran dari gaya sentrifugal sama dengan gaya sentripetal. Dari persamaan tersebut komponen yang melakukan gerakan memutar dapat menjadi setimbang. Sistem kerja pada pompa sentrifugal kapal juga menggunakan faktor tekanan untuk memindahkan suatu fluida dari sisi suction ke sisi discharge. Tekanan ada untuk memindahkan fluida saat dalam keadaan suhu naik. Faktor tekanan ini dibuat dengan adanya mekanisme perbedaan suhu yang sudah diatur sedemikian agar pompa sentrifugal dalam keadaan beroperasi. Keadaan ini adalah dimana fluida dialirkan dari satu sisi ke sisi lain sesuai kebutuhan.

Dalam proses kerja pompa sentrifugal terdapat beberapa hambatan sehingga membuat kinerja pompa tidak optimal. Penyebab gangguan ini dikarenakan adanya kavitasi pada pompa sentrifugal. Kavitasi adalah fenomena yang terjadi pada sistem operasi perkapalan yang dapat menyebabkan gangguan berupa pembentukan gelembung uap. Karena sistem kerja tekanan menggunakan suhu, maka bisa terbentuk gelombang uap impuls karena tekanan yang berubah dan bervariasi. Kavitasi bisa ditandai dengan adanya suara bising yang terhasil dari gelembung yang pecah di dalam fluida. Kavitasi sering terjadi karena adanya faktor pipa saluran yang terlalu panjang, sehingga tekanan pada sisi masuk harus dilakukan dengan suhu yang sangat teliti. Gesekan antar molekul fluida juga bisa berdampak pada kavitasi, proses ini disebut Viskositas. Viskositas adalah gaya gesek yang terjadi antar molekul fluida saat bergerak di dalam pompa sentrifugal. Kavitasi dapat mempengaruhi kinerja pompa secara fatal. Masalah yang dihasilkan dari kavitasi adalah berkurangnya kapasitas dari pompa sentrifugal. Kavitasi juga dapat menyebabkan rusaknya segel dan bantalan yang mengakibatkan kebocoran. Gaya sentrifugal menyebabkan adanya gaya konstan juga, yang berakibat terkikisnya impeller pada komponen pompa

Berdasarkan uraian di atas penelitian ini dilakukan dengan menganalisis kinerja pompa sentrifugal yang kurang optimal karena adanya kavitasi yang merusak permukaan pompa. Dalam skripsi yang dilaksanakan, taruna akan melakukan penelitian, menganalisis suatu masalah yang terjadi, mampu memahami tujuan dari analisis serta mendapatkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan. Judul penelitian dalam skripsi ini adalah ANALISIS TERJADINYA KAVITASI PADA POMPA SENTRIFUGAL DI KAPAL KM. TANTO LANCAR.

I. TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Pompa

Pompa merupakan peralatan yang berfungsi secara mekanik dengan memindahkan suatu fluida dari sisi masuk sampai sisi keluar sesuai kebutuhan dan tujuan. Untuk dapat menggerakkan fluida dalam pompa, harus ada dorongan energi sumber tenaga. Sumber energi ini bisa berupa tekanan dan suhu yang dibuat berbeda dari ujung sisi masuk ke ujung sisi keluaran. Bisa terjadi perbedaan tekanan biasanya dipengaruhi oleh suatu faktor, salah satunya gaya sentrifugal.

Definisi Pompa Sentrifugal

Sistem kerja dari pompa sentrifugal bermula pada pompa membuat tekanan rendah pada sisi hisap. Saluran pompa dibuat berbeda sehingga pada sisi keluar terdapat tekanan sehingga cairan akan terhisap dan akan dikeluarkan. Dalam prosesnya pompa ini masih menggunakan proses pengubahan energi kinetis menjadi energi potensial sehingga terapat perbedaan tekanan. Hal tersebut diakibatkan adanya *impeller* yang berputar.

Faktor-faktor yang menyebabkan suatu pompa mengalami gangguan karena adanya, diantaranya kecepatan motor (elmtot), pompa yang mengalami tekanan, kopling yang menyerap terlalu banyak daya, dan NPSH (*Net Positive Suction Head*). Berdasarkan teori NPSH (*Net Positive Suction Head*) adalah alasan bahwa ujung isap umumnya lebih besar dari ujung pelepasan. Bisa dikatakan makin banyak cairan terbuang di sisi keluar pompa dan lebih

cepat dari cairan yang masuk ke pompa, bisa disimpulkan bahwa suatu peralatan pompa sedang mengalami kecurangan cairan.

Komponen Utama Pompa Sentrifugal

Sebelum mengetahui adanya gangguan, harus dipahami dulu komponen per komponen yang ada dalam pompa sentrifugal. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan menganalisa gangguan kavitasi serta dapat memberikan solusi yang bisa berguna. Maka dari itu berikut adalah penjelasan setiapkomponen :

1. *Impeller*

Bentuk dari komponen ini adalah berbentuk logam melingkar. Bahan untuk membuat komponen ini terbuat dari kuningan atau besi tahan karat serta baja tahan karat. *Impeller* merupakan komponen yang mempengaruhi kapasitas dari komopenen pompa sentrifugal. Dalam desain suatu *impeller* akan ada poros berputar yang difungsikan untuk menghubungkan ke poros pompa.

2. *Housing* (Rumah Pompa)

Bentuk dari rumah pompa mirip seperti bejana yang melindungi dan menyegel impeller dengan dibagian sisi hisap dan sisi keluar. Bentuk yang mirip bejana ini sebagai tempat *impeller* berputar pada poros penopang bantalan.

3. Bantalan Pompa dan Poros Pompa

Komponen ini berfungsi sebagai wadah untuk impeller berputar serta digunakan untuk menahan bagian yang berputar. Poros dan bantalan juga berfungsi untuk memberikan torsi untuk membuat impeller dapat berputar dengan setting yang sesuai. Poros menjadi komponen yang penting karena pemilihan bahan dan jenis poros harus dilakukan agar meminimalisir penyimpangan yang akan menjadi gangguan fatal selama impeller ini berputar dan beroperasi.

NPSH (*Net Positive Suction Head*)

Pengertian NPSH (*Net Positive Suction Head*) adalah sebuah ukuran yang dipakai untuk mengetahui adanya gangguan kavitasi pada pompa. Agar dapat bekerja secara normal maka dibutuhkan kebutuhan minimum NPSH (*Net Positive Suction Head*) pada pompa.

Faktor perhitungan untuk NPSH (*Net Positive Suction Head*) dilihat dari beberapa faktor, diantaranya ketinggian pompa, banyaknya sambungan pada pompa, percepatan cairan, dan temperatur didalam pompa. Dalam penjelasan tersebut, dapat dikatakan terdapat perbandingan penambahan energi ke cairan, dan ada dampak mengurangi energi ke cairan. Bisa disimpulkan, saat energi dalam pompa tidak memadai, maka NPSH (*Net Positive Suction Head*) dalam pompa tidak memadai dengan baik.

Kavitasi dan Pengaruhnya

Secara teknis pengertian kavitasi adalah fluida yang mengalami anomali kerusakan akibat adanya tekanan rendah. Gangguan kavitasi sangat berpengaruh terhadap kinerja pompa sentrifugal. Indikasi terjadinya kavitasi adalah saat secara tiba-tiba ada anomali kerusakan dan turunnya performa. Secara teori fase uap dari fluida mengalir karena ada tekanan di atas uap, namun berada dibawah tekanan uap saturasi. Ada sebuah cara agar kavitasi tidak terjadi disisi hisap pompa, yaitu dengan cara diturunkan tekanannya. Efeknya mendidihnya air akan berada pada suhu yang rendah. Gelembung uap air ada karena cairan yang mendidih. Fenomena ini bisa terjadi sepanjang saluran atau sepanjang fluida mengalir di pompa. Karena tekanan hisap yang sangat rendah maka akan terjadi kavitasi. Kavitasi bisa ditandai dengan nilai NPSH (*Net Positive Suction Head*) yang tersedia pada pompa lebih kecil dari pada standar NPSH kapal.

METODE PENELITIAN

Metode Kuantitatif

Metode Kuantitatif

Penelitian ini menggunakan salah satu metode kuantitatif dengan terjun langsung ke lapangan untuk penelitian dan mencatat hal-hal penting terkait data non verbal atau data angka

seperti spesifikasi dan *nameplate* dari komponen pompa sentrifugal.

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kapal KM. TANTO LANCAR dari PT. TANTO INTIM LINE untuk mendapatkan data kualitatif dan data kuantitatif berupa data gangguan, data spesifikasi, *nameplate* komponen-komponen pompa, serta data buku-buku panduan.

2. Variabel Pengukuran

- a. Variabel yang dihitung untuk komponen pompa sentrifugal ini adalah menghitung kecepatan aliran cairan, menghitung *head losses*, menghitung viskositas menghitung variabel efisiensi pompa, dan terakhir variabel NPSH.
- b. Pada penelitian ini kavitasi terjadi pada rongga selubung pompa sentrifugal yang mengakibatkan adanya gangguan kinerja pompa. Tekanan menjadi salah satu variabel pengukuran untuk menentukan kavitasi. Variabel selanjutnya untuk menentukan kavitasi adalah NPSH.
- c. Variabel pengukuran pada fluida adalah debit aliran, kecepatan aliran, aliran laminar, aliran transisi, tinggikenaikan air, massa jenis air laut, dan massa jenis air tawar.
- d. Viskositas adalah besaran yang menentukan tekanan kekentalan suatu cairan, dan nilai dari kekentalan ini juga menentukan besar kecilnya gesekan yang terjadi dalam cairan. Variabel pengukuran untuk mencari viskositas adalah massa jenis zat cair dan kecepatan aliran.

3. Populasi dan Sampel

Penulis menjadikan pompa sentrifugal dan komponennya sebagai sumber dari karakter satuan penelitian, penelitian ini akan mengambil data terkait spesifikasi umum kapal secara garis besar, dan akan fokus untuk menganalisis gangguan kavitasi pada pompa sentrifugal yang berada di kapal KM. TANTO LANCAR.

4. Teknik Pengumpulan Data

- a. Metode yang digunakan adalah *field research* yaitu metode yang dilakukan dengan cara mengamati secara langsung komponen dan data yang diperlukan untuk penelitian.
- b. Metode yang kedua adalah *library research* yang diartikan dilakukan dengan cara mempelajari, dan mencatat terkait panduan dan landasan teori yang berguna untuk penelitian.

5. Teknik Analisis

a. Sumber Data

1) Sekunder

Data sekunder merujuk pada tinjauan pustaka atau bersumber dari buku-buku, jurnal penelitian, teori online, dan data yang tersedia dari data kapal.

2) Primer

Data primer didapat dengan cara penelitian dan survei lapangan secara langsung di atas kapal KM. TANTO LANCAR. Data primer utama yang digunakan untuk penelitian ini adalah data tekanan pompa sentrifugal, data suhu dan temperatur, data operasional kerja pompa sentrifugal, data kapal, data spesifikasi pompa sentrifugal.

b. Jenis Data

1) Kuantitatif

Data Kuantitatif merupakan data yang ditampilkan dengan angka dan bukan dalam bentuk kata verbal. Data kuantitatif merupakan data yang bisa diukur dalam bentuk skala numerik.

2) Kualitatif

Data kualitatif adalah data yang ditampilkan dalam bentuk kata verbal dan bukan dalam bentuk angka. Data kualitatif tidak dalam bentuk angka dan tidak dapat diukur atau dibandingkan, data ini merupakan data pendukung.

6. Metode Kualitatif

Metode kualitatif merupakan metode yang menggunakan teknik *library research*

untuk mencari data pendukung kuantitatif agar masih dalam jalur teori yang seharusnya.

7. Metode Kualitatif-Kuantitatif

Dari penjelasan terkait metode kuantitatif dan kualitatif, maka akan ada hasil dimana komponen kedua metode tersebut di kombinasi dan menghasilkan suatu hipotesis. Hipotesis adalah dugaan sementara pada suatu penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang kebenarannya harus diuji secara empiris.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN
Gangguan Kavitas Pompa Sentrifugal Air
Tawar

1. Tabel 1. Analisa Perhitungan Pompa Air Tawar

Analisa Perhitungan Kavitas Pompa Tawar	
Debit	0,33 m ³ /s
Kecepatan fluida	8,95 m/s
<i>Head Losess</i>	5,25 meter
<i>Head</i>	13,69 meter
NPSH	-20,25 m

Analisa Perhitungan Kavitas Pompa Sentrifugal Air Laut	
Debit	0,24 m ³ /s
Kecepatan fluida	11,31 m/s
<i>Head Losess</i>	8,3 meter
<i>Head</i>	15,13 meter
NPSH	-19,85 m

Dari data tabel diatas yang sudah dijabarkan, ditunjukkan bahwa NPSH tersedia adalah -19,85 meter, sehingga dapat disimpulkan bahwa pompa sentrifugal air laut kapal KM. TANTO LANCAR mengalami

dijabarkan, ditunjukkan bahwa NPSH tersedia adalah -20,25 meter, sehingga dapat disimpulkan bahwa pompa sentrifugal air tawar kapal KM. TANTO LANCAR mengalami gangguan kavitas karena nilai NPSH tersedia lebih kecil dari nilai NPSH diperlukan ($-20,25 < 3,42$). Nilai dari head total pompa sentrifugal air tawar adalah 13,69. Pompa sentrifugal bekerja berdasarkan prinsip konversi energi kinetik dari fluida yang mengalir menjadi energi potensial. Kavitas karena nilai NPSH yang tersedia lebih kecil dari nilai NPSH tersedia bisa di indikasi karena adanya kenaikan suhu.

4.1 Gangguan Kavitas Pompa Sentrifugal Air Laut
Tabel 2. Analisa Perhitungan Pompa Air Laut

gangguan kavitasi karena nilai NPSH tersedia lebih kecil dari nilai NPSH diperlukan (-19,85 < 3,78). Nilai dari head total pompa sentrifugal air laut adalah 15,13 meter. Pompa sentrifugal bekerja berdasarkan prinsip konversi energi kinetik dari fluida yang mengalir menjadi energi potensial.

4.2 Faktor Suhu dan Viskositas

Saat terjadi kenaikan suhu pada sistem pendingin kapal, hal tersebut mempengaruhi operasi kerja pompa sentrifugal. Viskositas adalah kekentalan cairan karena adanya gaya gesek. Jadi kenaikan suhu juga dapat mempengaruhi viskositas. Efek suhu dan viskositas berbanding terbalik, artinya saat temperatur suhu air naik, viskositas menjadi turun. Sedangkan efek suhu berbanding lurus dengan kavitasi, saat suhu naik maka besar kemungkinan akan terjadi kavitasi.

4.3 Pengaruh Tekanan Uap Jenuh Terhadap Kavitasi

Dalam teori nyata, kenaikan suhu berbanding lurus dengan kenaikan tinggi tekanan uap jenuh. Namun kenaikan suhu dan tinggi tekanan uap jenuh berbanding terbalik dengan massa jenis atau bisa disebut densitas. Peningkatan densitas atau kerapatan air tidak meningkatkan tekanan uap jenuh berpengaruh atau berbanding lurus dengan nilai kavitasi.

Tabel 3. Tekanan Sirkulasi Air Laut dan Air Tawar

Waktu Jaga	Tekanan Sirkulasi Air Laut	Tekanan Sirkulasi Air Tawar
08.00 – 09.00	2,4 kg/cm ²	2,4 kg/cm ²
09.00 – 10.00	2,4 kg/cm ²	2,4 kg/cm ²
10.00 – 11.00	2,0 kg/cm ²	2,4 kg/cm ²
11.00 – 12.00	2,0 kg/cm ²	2,4 kg/cm ²
12.00 – 13.00	2,0 kg/cm ²	2,4 kg/cm ²
13.00 – 14.00	2,0 kg/cm ²	2,4 kg/cm ²

(Sumber : Data penelitian kapal KM. TANTOLAN CAR)

Menurut sumber data pengamatan tekanan diatas, terjadi penurunan tekanan air laut dan air tawar. Penyebabnya adalah *suction* pada pompa yang membawa dan menyebabkan udara masuk kedalam. Akibat ada udara yang masuk, menyebabkan *impeller* menjadi operasinya terhambat dan menyebabkan adanya gesekan sehingga sebagian fluida terpengaruhi dan menjadi uap. Tekanan yang turun menghasilkan uap, sedangkan uap berubah menjadi gelembung dan menimbulkan kavitasi.

Pengaruh Kavitasi pada Pompa Sentrifugal

Upaya Pencegahan Kavitasi

Setiap sistem alat yang beroperasi secara terus-menerus pasti dibutuhkan upaya pencegahan atau bisa juga dengan maintenance rutin agar alat tersebut dapat terus beroperasi dengan baik. Sistem kerja pompa sentrifugal pada kapal sangat berperan penting untuk kelangsungan sistem kerja operasi kapal agar kebutuhan air dalam kapal bisa terus terpenuhi. Berikut beberapa upaya pencegahan agar meminimalisir terjadinya kavitasi pada pompa sentrifugal :

1. Lakukan perawatan rutin pada komponen impeller agar saat pompa beroperasi dapat berjalan sehalus mungkin.
2. Menjaga dan memantau tekanan fluida agar tetap rendah dengan cara memberikan perawatan pada sudu-sudu impeller agar bisa memberikan pengaruh yang baik saat beroperasi memberi tekanan pada fluida.
3. Sudut masuk pada impeller harus dibuat rendah.
4. Sisi masuk fluida dan kecepatan fluida harus dibuat relatif rendah

II. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Adanya penguapan dari fluida akibat suhu dan adanya udara yang masuk dari luar sistem pompa kedalam sistem pompa menyebabkan pompa sentrifugal mengalami kavitasi.
2. Perawatan terhadap pompa sentrifugal sangat berpengaruh sehingga saat pompa mengalami kurang perawatan, mengakibatkan pompa yang bekerja kurang optimal.
3. Kavitasi pada pompa sentrifugal terjadi karena analisis nilai dari NPSH tersedia lebih kecil dari nilai NPSH diperlukan. Untuk pompa sentrifugal air tawar mengalami gangguan kavitasi karena nilai NPSH tersedia lebih kecil dari nilai NPSH diperlukan ($-20,25 < 3,42$). Sedangkan untuk pompa sentrifugal air laut mengalami gangguan kavitasi karena nilai NPSH tersedia lebih kecil dari nilai NPSH diperlukan ($-19,85 < 3,78$).
4. Kavitasi dapat memberikan dampak jangka panjang pada pompa sentrifugal seperti memperpendek umur pompa, kinerja pompa kurang optimal, suara kebisingan, dan rusaknya komponen-komponen pompa.

Saran

1. Untuk mencegah terjadinya kavitasi, perawatan impeller harus sangat diperhatikan, terutama pada bagian ujung impeller. Pastikan untuk perawatan impeller sisi masuk harus dilakukan sehalus mungkin, dan ujung-ujung *impeller* dibulatkan sehalus mungkin untuk mencegah terjadinya kavitasi.
2. Untuk menjaga tekanan dan temperatur pompa tetap selalu dalam keadaan stabil, maka diperlukan perawatan rutin terhadap pompa sentrifugal.
3. Lebih siaga dalam mengenal faktor-faktor terjadinya kavitasi, sehingga bisa lebih teliti untuk mencegah terjadinya kavitasi saat ciri-ciri kavitasi sudah mulai terlihat.

rosi atau pengikisan bisa terjadi saat terdapat gelembung-gelembung uap yang bertabrakan dan pecah. Karena gelembung- gelembung yang pecah bertabrakan dengan dinding pompa maka dapat menimbulkan pengikisan jika hal tersebut terjadi secara terus menerus. Kerusakan pada pompa sentrifugal sudah bisa dipastikan akan terjadi seiring dengan waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Muis, M. M. H. B., 2019. Karakteristik Kavitasi Pada Pompa Sentrifugal. Jurnal Mekanikal.
- Andes Pranata Ginting, B. M. S., 2017. PEMBUATAN SIMULATOR FENOMENA KAVITASI PADA INSTALASI POMPA SENTRIFUGAL. Zona Mesin ISSN 2087 , Volume 8.
- BERLI P KAMIEL, R. S. R., 2017. Pengaruh Kecepatan Operasi Pompa Sentrifugal Terhadap Sensitivitas. JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA, Volume 20.
- Darmawan, S. A., 2016. POMPA SENTRIFUGAL. Volume 2.
- Delly, J., 2009. Pengaruh Temperatur Terhadap Terjadinya Kavitasi Pada Sudu Pompa Sentrifugal. Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin.
- E. Yohana, a. M. F. M., 2017. ANALISIS NUMERIK DAN VALIDASI KASUS KAVITASI POMPA SENTRIFUGAL MISSION MAGNUM IMENGGUNAKAN CFD. rotasi, Volume 18.
- Efendi, A., 2021 . POMPA & KOMPRESOR. 1 penyunt. Yogyakarta: ANDI (Anggota IKAPI).
- Effendy, M., 2010. Aplikasi Response Getaran Untuk Menganalisis Kavitasi Pada Instalasi Pompa Sentrifugal. Volume 11.
- FAUZI, F. A., 2021. ANALISA KEMACETAN POMPA PLUNGER PADA AIR GOT KN SAR WISNU.
- Gusniar, I. N., t.thn. OPTIMALISASI SISTEM PERAWATAN POMPA SENTRIFUGAL DI UNIT UTILITY PT.ABC. Jurnal Ilmiah Solusi, Volume 1.
- Hariady, S., 2014. ANALISA KERUSAKAN POMPA SENTRIFUGAL 53-1-1C WTU SUGAI GERONG PT. PERTAMINA
- IBNU, F. A. F., 2021. ANALISA KEMACETAN POMPA PLUNGER PADA AIR GOT KN SAR WISNU.
- Muslim Mahardika, A. S. G. S. P., 2021. PERANCANGAN DAN MANUFATUR POMPA Jurnal Teknik: Universitas Muhammadiyah Tangerang, Volume 7.
- Rosmiati Rosmiati, T. I. M. M., 2019. ANALISA NPSH KERUSAKAN IMPELLER POMPA SENTRIFUGAL CAIRAN CH₃OH. Volum

