

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH MODIFIKASI BUCKET DEBRIS FILTER CONDENSOR TERHADAP PERUBAHAN ALIRAN FLUIDA

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Dari Syarat-Syarat Yang Diperlukan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)

Disusun Oleh :

Nama : Manja Ranjani Sukma

NIM : 1605903010062

Bidang : Teknik Konversi Energi



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TEUKU UMAR
MEULABOH
2021**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59
Laman: www.utu.ac.id, email: teknikmesin@utu.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul "Analisis Pengaruh Modifikasi Bucket Debris Filter Condensor Terhadap Perubahan Aliran Fluida", disusun oleh:

Nama : Manja Ranjani Sukma
Nim : 1605903010062
Bidang Studi : Teknik Konversi Energi
Program Studi : Teknik Mesin

Telah lulus serta diseminarkan pada tanggal 30 September 2021 dan dinyatakan LULUS Serta dapat melanjutkan pada sidang Tugas Akhir, guna memenuhi sebagian dari syarat- syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Alue peunyareng, 30 September 2021

Disetujui,

Pembimbing I

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Maidi Saputra, ST., MT
NIP.198105072015041002

Maidi Saputra, ST., MT
NIP.198105072015041002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59
Laman: www.utu.ac.id, email: teknikmesin@utu.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Tugas Akhir guna memenuhi salah satu syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, pada 30 September 2020

Nama : Manja Ranjani Sukma
Nim : 1605903010062
Bidang Studi : Teknik Konversi Energi
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Analisa Pengaruh Modifikasi Bucket Debris Filter
Condensor Terhadap Perubahan Aliran Fluida

Alue Peunyareng, 30 September 2020

Disetujui

1. Maidi Saputra, ST.,MT
NIDN. 198105072015041002 (Pembimbing I)
2. Herri Darsan,ST.,MT
NIP.198507272019031011 (Penguji I)
3. Zakir Husin,ST.,MT
NIDN.0130017202 (Penguji II)

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Maidi Sahputra, ST., MT
NIP.198105072015041002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59
Laman: www.utu.ac.id, email: teknikmesin@utu.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Tugas Akhir guna memenuhi salah satu syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, pada 30 Desember 2020

Nama : Manja Ranjani Sukma
Nim : 1605903010062
Bidang Studi : Teknik Konversi Energi
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Analisi Pengaruh Modifikasi Bucket Debris Filter
Condensor Terhadap Perubahan Aliran Fluida

Alue peunyareng, 30 Septembe 2021

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Dr. Ir. M. Isya, M.T
NIP.196204111989031002

MAIDI SAPUTRA, ST., MT
NIP.198105072015041002

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Manja Ranjani Sukma
Nim : 1605903010062
Tempat/ Tanggal Lahir : Bandar Durian, 09 Maret 1998
Alamat : Bandar Durian, Kec. Aek Natas, Kab. LABURA

Dengan ini menyatakan sesungguhnya didalam skripsi adalah hasil karya Saya sendiri dan tidak terdapat bagian atau satu ketentuan yang utuh dari skripsi, tesis, disertai buku atau bentuk lain yang saya kutip dari orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat referensi karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri. Apabila ternyata dalam skripsi saya terdapat bagian-bagian yang memenuhi unsur penjiplakan, maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan sebahagian atau seluruh hak gelar kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Meulaboh, 30 September 2021
Saya yang membuat pernyataan

Manja Ranjani Sukma
NIM: 1605903010062

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Hidayah dan Kekuatan sehingga dengan Izinnya saya dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini .Selanjutnya Shalawat beriring salam marilah kita sanjung sajikan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat sekalian yang telah membimbing ummat manusia dari zaman kebodohan ke zaman ilmu pengetahuan yang saat ini sedang kita rasakan bersama.

Dalam kesempatan ini penulis mengambil judul Skripsi “ **Analisis Pengaruh Modifikasi *Bucket Debris Filter Condensor* Terhadap Aliran Fluida** ”. yang ditulis dalam rangka melengkapi memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjana pada jurusan Teknik Mesin Universitas Teuku Umar.

Selama pelaksanaan penulis banyak mendapatkan pengetahuan dan wawasan baru yang sangat berharga. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih setulus-tulusnya kepada keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis selama ini. Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Maldi Saputra, S.T., M.T, selaku Pembimbing Tugas Akhir Ini
2. Bapak Maldi Saputra, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Dr. Ir. M. Isya., M.T , selaku Dekan Fakultas Teknik
4. Bapak Heri Darsan, S.T.,M.T, selaku Penguji Satu Tugas Akhir Ini

5. Bapak Sulaiman Ali, S.T.,M.T, selaku Penguji Satu Tugas Akhir Ini
6. Semua teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Mesin, yang banyak memberi dukungan moril kepada penulis.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang terdapat dalam Tugas Akhir ini, oleh Karena itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan dimasa yang akan datang.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan untuk referensi.

Alue Peunyareng, 16 Juni 2021

Manja Ranjani Sukma
Nim.1605903010062

ANALISIS PENGARUH MODIFIKASI BUCKET DEBRIS FILTER CONDENSOR TERHADAP PERUBAHAN ALIRAN FLUIDA

MANJA RANJANI SUKMA
16059030010062

Teknik Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin Universitas Teuku Umar

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) ialah pembangkit yang menyumbang daya listrik terbesar di Indonesia yang mencapai 80 % untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia. Namun PLTU masih banyak menggunakan teknologi Cina dalam pembangunan pabrik pembangkitnya sehingga saat beroperasi sering terjadinya kegagalan dan kerusakan dalam kinerjanya. Sementara itu, total Permintaan konsumsi listrik terus meningkat tiap tahunnya mencapai 80.534 MW dengan total penduduk Indonesia mencapai 370 juta penduduk. Mengingat mesin PLTU masih belum stabil dalam produktivitas energi listrik terutama salah satunya sering terjadi kerusakan di *Debris filter* yang membantu proses pendinginan di kondensor maka hal tersebut sangat berpengaruh bagi Perusahaan pembangkit listrik dalam memenuhi kebutuhan energi listrik. Dalam pengujian sebelumnya *debris filter* sering mengalami kerusakan diakibatkan oleh *bucket debris* itu sendiri untuk maka peneliti menguji *bucket debris*. Tujuan penelitian ini untuk melakukan pengujian pengukuran perbandingan standar *bucket* dengan *bucket* modifikasi. Metode penelitian pertama mengukur Tekanan, laju, serta motor *debris*. Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa jumlah Tekanan *bucket* standart di besaran 12 KPa sedangkan yang modifikasi menghasilkan 0,7 KPa, kemudian untuk laju fluida *bucket* standart di besaran 2.28 m/s sementara untuk modifikasi mendapatkan besaran 2,2 m/s. Hasil Penelitian ini telah memenuhi standar kerja permintaan kinerja di PLTU untuk pengujian Tekanan dan Laju Fluida dapat dinyatakan baik.

Kata kunci : Bucket, Laju Fluida, Tekanan Fluida, Modifikasi, Debris Filter

ANALYSIS OF THE EFFECT OF MODIFICATION OF BUCKET DEBRIS FILTER CONDENSOR ON CHANGES IN FLUID FLOW

MANJA RANJANI SUKMA
16059030010062

Energy Conversion Technique
Department of Mechanical Engineering, Teuku Umar University

ABSTRAK

Steam Power Plant (PLTU) is a generator that contributes the largest electricity power in Indonesia which reaches 80% to meet electricity needs in Indonesia. However, PLTU still uses Chinese technology in the construction of its power plant so that when it operates, failure and damage often occur in its performance. Meanwhile, the total demand for electricity consumption continues to increase each year reaching 80,534 MW with a total population of Indonesia reaching 370 million people. Considering that the PLTU engine is still not stable in the productivity of electrical energy, especially one of which is frequent damage to the Debris filter which helps the cooling process in the condenser, this is very influential for power generation companies in meeting electrical energy needs. In the previous test, the debris filter often suffered damage caused by the debris bucket itself, so the researchers tested the debris bucket. The purpose of this study was to test the comparison of standard buckets with modified buckets. The first research method measures the pressure, speed, and motor debris. The results of this study explain that the standard bucket pressure is 12 KPa while the modified one produces 0.7 KPa, then the standard bucket fluid rate is 2.28 m/s while the modified one is 2.2 m/s. The results of this study have met the work standards of performance demands at the PLTU for testing the Pressure and Fluid Rate can be declared good.

Keywords : Bucket, Fluid Rate, Fluid Pressure, Modification, Debris Filter

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI	ii
LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Debris Filter	5
2.2 Bagian-bagian Debris Filter	6
2.3 Pengertian Circulating Water System	7
2.4 Sistem Kerja Debris Filter	12
2.5 Perencanaan Pengukuran dan pengujian	13
2.5.1 Kecepatan/Laju Air	13
2.5.2 Torsi Mesin	15
2.5.3 Tekanan	16
2.6 Perencanaan Alat Ukur	17
2.6.1 Alat Ukur Tekanan	17
2.6.2 Alat Ukur Torsi	18
2.6.3 Alat Ukur Kecepatan Fluida	22
BAB 3	23
METEDOLOGI PENELITIAN	23

3.1 Metode Perencanaan	23
3.2 Tempat Dan Waktu	23
3.3 Flowchat Penelitian	24
3.4 Metode Pengumpulan Data	25
3.5 Bucket Debris Filter Condensor	25
3.5.1 Permasalahan yang sering terjadi pada Bucket Debris Filter.....	26
3.5.2 Optimalisasi kinerja Bucket Debris	28
3.5.3 Desain modifikasi debris filter	330
3.6 Alat Dan Bahan Perancangan Pembuatan	31
3.6.1 Alat.....	31
3.6.2 Bahan.....	32
3.6.3 Alat Pengukuran Hasil Penelitian	32
3.7 Langkah Kerja.....	32
3.7.1 Langkah Membuka Bucket Pada Debris Filter	33
3.7.2 Langkah Membuat Bucket	33
3.7.3 Langkah Mengaplikasikan Bucket Modifikasi Pada Debris.....	34
3.7.4 Resiko Menggunakan Bucket Modifikasi.....	35
3.8 Pengujian.....	35
3.8.1 Prosedur pengujian.....	35
3.8.2 Parameter Pengujian.....	38
BAB 4.....	42
HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Pengujian Bucket Debris Kondensor.....	42
4.1.1 Hasil Pengujian Tekanan Fluida	41
4.1.2 Hasil Pengujian Laju Fluida.....	47
4.1.3 Hasil Pengukuran Torsi Motor Debris	50
4.2 Analisa Data Perhitungan Debris	53
4.2.1 Menghitung Laju Fluida.....	53
4.2.2 Menghitung Luas Penampang Debris	54
4.2.3 Menghitung Velocity debris.....	54
4.2.4 Menghitung Tekanan Pada Bucket	55

4.2.5 Menghitung Rasio Tekanan Bucket	55
4.2.6 Menentukan Torsi Bucket Debris Filter.....	56
4.2.7 Menentukan Daya Bucket Debris Filter.....	56
4.3 Analisa Kelayakan Bucket	56
4.3.1 Hasil Simulasi Bentuk laju Dan Tekanan Aliran Fluida.....	56
4.3.2 Hasil Perbandingan Desain Modifikasi Bucket	58
Bab 5	60
PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Debris filter	2
Gambar 2.1 Simulasi Debris Filter.....	5
Gambar 2.2 Komponen-komponen Debris Filter.....	6
Gambar 2.3 Diagram alir circulating water sistem	7
Gambar 2.4 Trash Rack	8
Gambar 2.5 Travelling bar Screen	9
Gambar 2.6 Condensate Water Pump	10
Gambar 2.8 Debris Filter.....	10
Gambar 2.9 Kondensor	11
Gambar 2.10 Rumus Laju Fluida.....	13
Gambar 2.11 Pressure Gauge	17
Gambar 2.12 Differential Pressure.....	17
Gambar 2.13 Pressure Transmitter.....	18
Gambar 2.14 Tachometer Laser	21
Gambar 2.15 Flow meter.....	22
Gambar 3.1 PLTU Nagan Raya.....	23
Gambar 3.2 Langkah-langkah Penelitian.....	24
Gambar 3.3 Bucket.....	26
Gambar 3.4 Turbulensi Pada Bucket	26
Gambar 3.5 Permasalahan Yang diakibatkan bucket kurang Efektif	27
Gambar 3.6 Instrumen pada PLTU	27
Gambar 3.7 Kerusakan Plat Strainer.....	27
Gambar 3.8 Bucket Pabrikan Yang belum di Modifikasi	29
Gambar 3.9 Desain Bucket 2D.....	30
Gambar 3.10 Desain Modifikasi Bucket dalam bentuk 3D	31
Gambar 3.11 Pembuatan Bucket.....	33
Gambar 3.12 Pemasangan Bucket.....	34
Gambar 3.13 Prosedur pengujian torsi motor	36

Gambar 3,14 Prosedur Penggunaan Pressure Geuge	37
Gambar 3.15 Prosedur penggunaan flow meter	38
Gambar 3,16 Hasil Analisa Pengujian Laju Bucket Standart	40
Gambar 3.17 Hasil Analisa Pengujian Tekanan Bucket Standart.....	40
Gambar 4.1 Pengukuran Tekanan Fluida.....	43
Gambar 4.2 Grafik Tekanan Fluida pada Debris Filter.....	44
Gambar 4.3 Grafik Suhu Fluida pada Debris Filter	46
Gambar 4.4 Skematik Aliran Fluida	47
Gambar 4.5 Grafik laju fluida	48
Gambar 4.6 Grafik laju fluda	49
Gambar 4.7 Pengujian Motor Debris	50
Gambar 4.8 Komsumsi Listrik Motor Debris Filter.....	51
Gambar 4.9 Suhu Motor Debris Filter	52
Gambar 4.10 Sudut Tekanan Pada Permukaan Bucket.....	55
Gambar 4.11 Hasil Pengujian Laju Fluida bucket R500.....	57
Gambar 4.12 Hasil Pengujian Tekanan Fluida Bucket R500	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar bahan.....	32
Tabel 3.2 Resiko jika Menggunakan desain Modifikasi	35
Tabel 3.3 Perencanaan yang akan di uji pada bucket.....	38
Tabel 3.4 Hasil pengujian bucket standard sebelumnya	39
Tabel 3.5 hasil pengukuran motor debris filter	39
Tabel 4.1 hasil Pengukuran Tekanan fluida	43
Tabel 4.2 Massa jenis air.....	45
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Laju Fluida.....	48
Tabel 4.4 Pengujian Motor Debris Filter	50
Tabel 4.5 Data Parameter Hasil Pengujian Bucket R500	53
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Desain Bucket.....	59

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Didalam pembangunan pembangkit listrik, kontraktor China kurang memperhatikan hal standarisasi Internasional yang berlaku. Selama proses operasi berlangsung, banyak sekali masalah yang terjadi terkait dengan desain peralatan, salah satunya adalah desain dari sistem pendingin utama *debris filter* kondensor yang kurang efektif sehingga dapat menyebabkan stop unit PLTU ketika *debris filter* mengalami *out of service* karena terjadi *fouling*. Pengotoran yang terjadi pada *debris filter* dapat menurunkan preassure dan *flow* air pendingin yang masuk ke dalam *condensor* serta *vacuum condensor* juga mengalami penurunan karena temperature kondensor cenderung naik terus. *Redesign debris filter* yang telah dilakukan juga memiliki kekurangan ketika *debris filter condensor* mengalami pengotoran pada salah satu sisi, pengoperasian kondensor hanya menggunakan satu sisi (sisi A atau B).

Out of service debris filter yang diakibatkan *fouling* dapat berdampak pada efisiensi panas didalam kondensor, dikarenakan hanya menggunakan satu sisi kondensor dan daya yang dihasilkan mengalami penurunan. *Redesign debris filter* dinilai lebih efisien dibandingkan desain awal *debris filter* sebelum dilakukan *redesign* dimana unit harus stop ketika terjadi *fouling* di *debris filter* kondensor.

Debris filter atau *secondary filter* merupakan salah satu peralatan bantu utama yang ada di PLTU yang berperan dalam bagian *Circulating Water System* (CWS)

berfungsi sebagai saringan terakhir sebelum air laut masuk ke dalam kondensor. *Debris filter* bekerja berdasarkan indikator DP (*Differential Pressure*), yaitu perbedaan tekanan antara sisi *inlet* dan *outlet*. Salah satu masalah di PLTU yang sering ditemui yaitu *debris filter* yang beroperasi secara tidak normal. Normalnya, Saat kotoran pada *debris* memenuhi *strainer* maka akan terjadi kenaikan *Differential Pressure* (DP) hingga melebihi batas yang dibolehkan yaitu 12 kPa. Karena seharusnya DP tidak boleh mencapai 12 kPa, dan saat DP mencapai 5 kPa maka *debris filter* akan bekerja untuk menurunkan DP dengan cara melakukan *backwash* kotoran pada *strainer*. Akan tetapi yang sering terjadi di lapangan yaitu *debris filter* tidak mampu menurunkan DP sehingga nilai DP melewati ketentuan dan menimbulkan kerusakan komponen *Debris Filter*. (Rahmat sanjaya,OASIS.2017)



Gambar 1.1 *Debris filter*

(Sumber: PLTU Unit Pembangkitan Nagan Raya)

Banyak faktor yang menyebabkan naiknya DP pada *debris filter*, namun umumnya memerlukan perbaikan yang memakan waktu cukup lama. Sehingga peristiwa naiknya *differential pressure* (DP) dapat mengganggu kinerja unit pembangkit, berupa *derating* sebanyak 50% dari daya mampu karena perbaikan *debris filter* di salah 1 sisi kondensor. (Rahmat sanjaya,OASIS.2017)

Berdasarkan hal tersebut diatas maka perlu dilakukan penelitian tentang alat debris filter ini, maka pada penelitian ini dilakukan penelitian dengan judul **“Analisis Pengaruh Modifikasi *Bucket Debris Filter Condensor Terhadap Aliran Fluida*”**.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana desain yang efisien untuk kinerja *debris filter* yang lebih baik
2. Apa pengaruh jika *bucket debris* di modifikasi
3. Bagaimana laju , tekanan , serta arah fluida menggunakan *bucket* modifikasi
4. Apa perbedaan *bucket* standart dengan *bucket* modifikasi.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada laporan akhir ini yaitu membahas tentang prinsip kerja pada *debris filter*, pengaruh modifikasi *bucket debris filter*, efisiensi tekanan, dan laju fluida, serta efisiensi torsi putaran *bucket*..

1.4 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh modifikasi *bucket debris* terhadap kinerja kondensor
2. Mengetahui perbandingan hasil *bucket* modifikasi dengan *bucket* pabrikan.
3. Mengetahui cara mengoptimalkan kinerja *debris filter* dengan cara modifikasi pada sisi *bucket* sisi *bucket* agar dapat beroperasi secara optimal sehingga mengurangi potensi *derating* pada PLTU.
4. Mengetahui pengaruh tekanan, laju fluida serta torsi putaran *bucket*
5. Mengetahui system kerja *debris filter* di kondensor

1.5 Manfaat

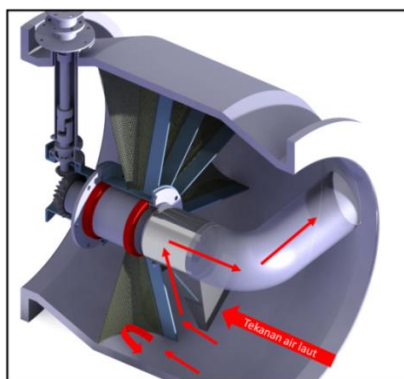
Adapun manfaat pengujian yang dilakukan dapat diharapkan yaitu Mengetahui prinsip kerja *fiter debris* dan fungsinya serta mengetahui perancangan modifikasi *bucket* untuk kinerja yang lebih baik sehingga meningkatkan efisiensi kerja pada *condensor*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Debris Filter

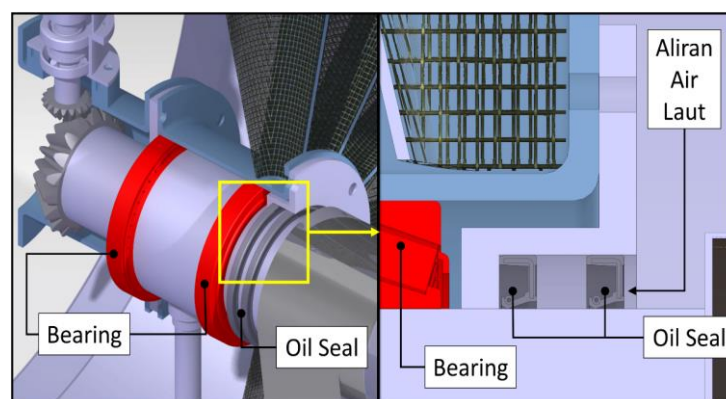
Debris filter atau *secondary filter* merupakan salah satu peralatan bantu utama yang ada di PLTU yang berfungsi sebagai saringan terakhir sebelum air laut masuk ke dalam kondensor. *Debris filter* bekerja berdasarkan indikator DP (*Differential Pressure*), yaitu perbedaan tekanan antara sisi *inlet* dan *outlet*. Salah satu masalah di PLTU Nagan Raya yang sering ditemui yaitu *debris filter* yang beroperasi secara tidak normal. Normalnya, Saat kotoran pada *debris* memenuhi *strainer* maka akan terjadi kenaikan DP, dan saat DP mencapai 5 kPa maka *debris filter* akan bekerja untuk menurunkan DP dengan cara melakukan *backwash* kotoran pada *strainer*. Akan tetapi yang sering terjadi di lapangan yaitu debris filter tidak mampu menurunkan DP sehingga nilai DP melewati ketentuan dan menimbulkan kerusakan komponen Debris Filter. (Rahmad sanjaya,OASIS.2017)



Gambar 2.1 Simulasi *Debris filter*
(Sumber : PLTU Pembangkitan Nagan Raya)

Banyak faktor yang menyebabkan naiknya DP pada *debris filter*, namun umumnya memerlukan perbaikan yang memakan waktu cukup lama. Sehingga peristiwa naiknya *differential pressure* (DP) dapat mengganggu kinerja unit pembangkit, berupa *derating* sebanyak 50% dari daya mampu karena perbaikan *debris filter* di salah 1 sisi kondensor. (Hendra Susilo. 2020)

2.2 Bagian-bagian Debris Filter



Gambar 2.2 Komponen-komponen Debris Filter
(Sumber : PLTU Pembangkitan Nagan Raya)

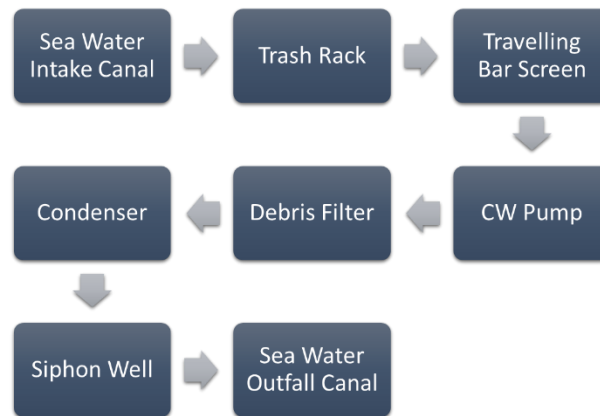
Bagian-bagian Debris Filter terdiri dari beberapa Komponen yang meliputi sebagai berikut :

1. Bearing
2. Oil seal
3. Casing Bucket
4. Gear Box
5. Pipa drain gear box
6. Poros Shaft
7. Plat Strainer
8. Pipa elbow backwash
9. Motor

2.3 Pengertian Circulating Water System

Circulating Water system merupakan rangkaian tahap proses jalannya fluida yang digunakan untuk proses mendinginkan steam turbin di pembangkit listrik. Proses ini meliputi beberapa tahapan yang mana setiap tahapan memiliki fungsi untuk menjaga tidak terjadinya kerusakan yang terjadi pada komponen pembangkit (andriana, Universitas Al-azhar.2017)

Untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi pada *debris filter*, perlu dijelaskan terlebih dahulu mengenai sistem *circulating water system* atau sistem pendingin utama yang ada pada PLTU. Urutan proses pada *circulating water system* PLTU dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.3 Diagram alir *circulating water system*
(Sumber: PLTU Nagan Raya)

Dari diagram tersebut dapat dilihat air telah terlebih dahulu telah disaring di TBS (*travelling bar screen*) dan selanjutnya disaring di *debris filter* sebelum memasuki kondensor. Sehingga sampah yang disaring pada *debris filter* adalah sampah kecil seperti daun, akar, kulit kerang dan sampah lainnya yang dapat

tersaring oleh *strainer* dengan ukuran lubang 5 mm. (Rahmat sanjaya,*OASIS.2017*)

Bagian-bagian di gambar tersebut dapat kita ketahui fungsi dan manfaatnya sebagai berikut:

a. Sea Water Intake Canal

Bagian ini berfungsi untuk sebagai jalur pertama masuk air laut sebelum di kirim ke condensor dimana pada bagian ini terdiri dari sebuah kolam menyerupai kawah yang di keruk dan di bentengin oleh bebatuan untuk menghindari adanya gelombang laut. (Dunia pembangkit listrik.*com,2018*)

b. Trash rack

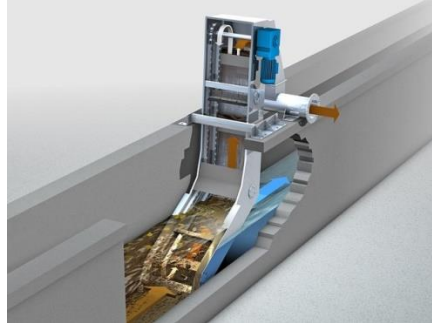


Gambar 2.4 *Trash Rack*

(Sumber : *southbayfoundry.com*)

Trash rack merupakan bagian pembersih sampah pada air laut yang akan digunakan untuk proses pendinginan yang mana alat ini sangat berperan sangat handal dalam menyaring endapan benda asing pada rak pelindung di depan bukaan *inlet* dan memastikan aliran air tidak tersumbat karena adanya penumpukan endapan sampah. (Dunia pembangkit listrik.*com,2018*)

c. Travelling Bar Screen (TBS)



Gambar 2.5 Travelling bar Screen
(Sumber : Huber.co.uk)

Pada *Track rash* masih banyak sampah yang akan lewat dan untuk itulah di butuhkan *Travelling Bar Screen* yang mana alat ini berfungsi sebagai pembantu untuk menyaring sampah yang melewati *Trash Rack* Dan kerjanya TBS berputar secara vertikal. Ketika sampah menempel di *screen* akan disemprot dengan *nozzle* sehingga sampah atau kotoran dibuang atau jatuh.

Selain harus bersih dari sampah, air laut kebutuhan produksi harus di injeksi dengan chlorin yang berfungsi untuk memabukkan atau membunuh biota laut yang merusak pipa dan peralatan-peralatan. Karena, biota laut bisa mengakibatkan timbulnya plak pada pipa.dan peralatan yang bisa menghambat sirkulasi air. Dalam penginjeksian *chlorin* sudah ada kadar yang telah ditentukan. (Dunia pembangkit listrik.com,2018)

d. Condensate Water Pump (CWP)



Gambar 2.6 Condensate Water Pump
(Sumber : *konversienergi-haga.blogspot.com*)

Condensate Water Pump merupakan tempat kelanjutan fluida air yang sudah di saring dimana fluida air yang sudah di saring akan di kirim menuju *condensor* dan berdasarkan namanya kita dapat mengetahui bawah alat ini berfungsi seperti pompa yang memompakan air. (Dunia pembangkit listrik.com,2018)

e. Debris Filter



Gambar 2.8 *Debris Filter*
(Sumber : *PLTU Pembangkitan Nagan Raya*)

Debris filter adalah alat yang digunakan untuk menghisap sampah puing-puing benda padat umumnya benda ini di letakkan di sisi pipa *inlet* kondensor, pipa kondensor dipakai sebagai penyaringan terakhir dimana system kerjanya. (Feriyanto, Y.E 2019 Surabaya)

f. Condensor



Gambar 2.9 Kondensor
(Sumber : PLTU Pembangkitan Nagan Raya)

Pada tahap selanjutnya fluida air akan sampai ke tempat fluida untuk digunakan yaitu kondensor dimana tempat inilah fluida air digunakan sebagai media pendingin *steam turbin*.

Kondensor merupakan alat yang di gunakan untuk mengkondensasi uap buangan turbin pada tekanan di bawah tekanan atmosfer, penurunan tekanan uap antara inlet dan outlet turbin, System kerja kondensor ialah dengan memasukkan air laut ke *tube-tube* yang ada di dalam kondensor (cup-cup) nah, kemudian steam turbin akan masuk melintasi *tube-tube* tersebut sehingga terjadilah pertukaran kalor disaat *steam* menyentuh *tube-tube* yang berisi air laut tersebut. Sehingga *steam* yang tadinya berbentuk uap mengalami perubahan ke bentuk fase cair (Nurindah Ramadhani,2020)

g. Siphon well

Siphon well merupakan bagian siklus tahap akhir setelah fluida air laut digunakan, air laut akan di alirkan dan di dinginkan sebelum air di buang ke laut. Adapun air pendingin yang dibuang ke laut adalah air laut yang sudah melewati

proses pendinginan di Siphon Well dan memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan (Dedeng Herlan, Jakarta, 2011)

h. Sea water outlet canal

Tahapan pada komponen inilah fluida akan di kembalikan ke laut untuk itu perlu pendinginan untuk mengantisipasi adanya kerusakan lingkungan akibat panas yang di terima dari proses sebelumnya. Pada bagian ini juga sama persis dengan sea water outlet canal yang berbentuk seperti kolam yang di ber dinding batu yang mana dinding ini untuk menghindari kontak langsung dengan air laut agar panas dapat berkurang

perlahan sebab bercampur air laut secara bertahap (duniapembangkitlistrik.com)

2.4 Sistem Kerja Debris Filter

Debris filter bekerja menyaring sampah dengan mengalirkan air laut melalui *strainer*, sehingga sampah-sampah dengan ukuran yang lebih besar dari *mesh strainer* akan tersangkut pada setiap *strainer*. Setelah sampah terkumpul kemudian akan dibuang ke pipa *backwash* melalui hisapan *bucket*. Sistem hisapan *bucket* ini tidak menggunakan pompa vakum atau alat lain, namun hanya memanfaatkan tekanan balik ketika *bucket* menutup *strainer*. Karena *bucket* tersambung dengan pipa *backwash*, maka tekanan balik pada *bucket* akan mendorong air dan sampah menuju pipa *backwash* yang tidak bertekanan. Selain itu *bucket* akan berputar menutup setiap *strainer* secara bergantian, sehingga sampah akan terbuang menuju pipa *backwash* secara kontinyu. (Yusak Tanoto, dkk, 2005)

Salah satu indikator kinerja *debris filter* adalah *differential pressure* (DP) yang merupakan perbedaan nilai tekanan antara sisi *inlet* dan *outlet* dari *debris*

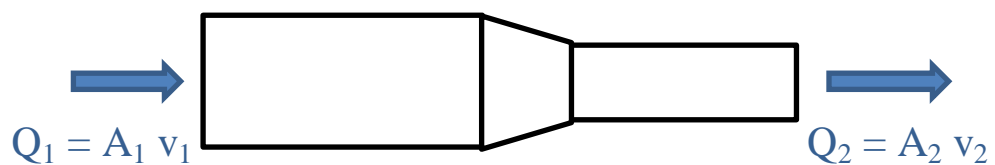
filter. Ketika DP naik hingga mencapai nilai 12 kPa, maka operator akan menghentikan kerja *debris filter* dan menghentikan *flow* air laut pada salah satu sisi kondensor. Dengan terhentinya 1 sisi kondensor maka akan menyebabkan *derating* pada unit pembangkit. Penyebab *debris filter* beroperasi secara tidak normal yaitu karena naiknya *differential pressure* (DP) hingga melebihi batas yang dibolehkan yaitu 12 kPa. Karena seharusnya DP tidak boleh mencapai 12 kPa, melainkan harus turun hingga dibawah batas alarm yaitu dibawah 5 kPa (Rahmat sanjaya, OASIS.2017)

2.5 Perencanaan Pengukuran dan pengujian

Debris filter memiliki peran penting di dalam proses pendinginan sehingga perlu perhatian khusus pada alat ini dikarenakan kerusakan yang terjadi pada kondensor banyak mendapat kerusakan jika alat ini kurang baik seperti masuknya sampah ke kondensor yang mengakibatkan penyumbatan pada *tube-tube* kondensor. (Feriyanto, Y.E 2019 Surabaya)

2.5.1 Kecepatan/Laju Air

Laju yaitu jumlah volume zat cair yang melewati jarak penampang pada setiap satuan waktu.



Gambar 2.10 Rumus Laju Fluida
(Feriyanto, Y.E 2019 Surabaya)

Teori yang mendasari pengukuran Laju fluida adalah teori yang dikemukakan oleh *Darcy*, yaitu volume air didapatkan dari hasil kali antara kecepatan aliran dengan luas penampang yang dialiri Debit air mempunyai satuan volume per waktu atau liter/detik, ml/detik, m³/detik, liter/jam, m³/jam, dan lain lain (*Carissa Paresky Arisagy.2013*)

Rumus Debit Air

$$Q = t \times v \quad (2.1)$$

$$t = V/Q \quad (2.2)$$

$$v = Q \times t \quad (2.3)$$

Keterangan Rumus

Q = Debit air T = Waktu

V = Volume

Dan untuk mengetahui laju aliran air mampu dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_1 = Q_2 \quad (2.4)$$

$$Q_2 = V.A \quad (2.5)$$

Keterangan rumus:

Q = Debit aliran (m³/s)

A = Luas penampang (m²)

V = Kecepatan aliran (m/s) (*Heppy Chintya Padaga.2016*)

2.5.2 Torsi Mesin

Torsi dalam fisika, juga disebut *momen* atau *momen gaya*, adalah bentuk ekuivalen rotasi dari gaya linear (Serway, R. A. and Jewett, Jr. J.W. (2003). Konsep torsi diawali dari kerja Archimedes dengan alat peraga tuas. Secara umum, torsi dapat dianggap sebagai gaya rotasi. Analog rotasi dari gaya, masa, dan percepatan adalah torsi, momen inersia dan percepatan sudut. Gaya yang bekerja pada tuas, dikalikan dengan jarak dari titik tengah tuas, adalah torsi. Contohnya, gaya dari tiga *newton* bekerja sepanjang dua meter dari titik tengah mengeluarkan torsi yang sama dengan satu *newton* bekerja sepanjang enam meter dari titik tengah. Ini menandakan bahwa gaya dalam sebuah sudut pada sudut yang tepat kepada tuas lurus. Lebih

Umumnya, seseorang dapat mendefinisikan torsi dalam perkalian silang (Kanginan, Marthen (2017). Untuk rumus torsi adalah

$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F} \quad (2.6)$$

$$\tau = \|\mathbf{r}\| \|\mathbf{F}\| \sin \phi \quad (2.7)$$

Keterangan

\mathbf{T} = Torsi atau momen gaya; $\boldsymbol{\tau}$ tebal adalah vektor torsi, sedangkan τ tipis skalar torsi

\mathbf{r} = Vektor posisi dari sumbu putaran ke titik di mana gaya bekerja

\mathbf{F} = Vektor gaya.

ϕ = Sudut antara vektor gaya dan vektor lengan gaya

2.5.3 Tekanan

Untuk menghitung tekanan kita menggunakan rumus tekanan hidrostatik dimana tekanan hidrostatik pada titik kedalaman berapapun tidak dipengaruhi oleh berat air, luasan permukaan air, ataupun bentuk bejana air. Tekanan hidrostatik menekan ke segala arah. Satuan tekanan adalah *Newton* per meter kuadrat (N/m^2) atau Pascal (Pa). (Sularso.2006)

$$P_{\text{hidro}} = \rho gh \quad (2.8)$$

dimana:

ρ = berat jenis air (untuk air tawar, $\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$);

g = besar percepatan gravitasi (percepatan sebesar $g = 9,8 \text{ m/s}^2$);

h = titik kedalaman yang diukur dari permukaan air.

Jadi semakin besar jarak titik ukur dengan permukaan air, maka akan semakin besar tekanan hidrostatik pada titik tersebut.

2.6 Perencanaan Alat Ukur

2.6.1 Alat Ukur Tekanan

Tekanan umumnya diukur dengan satuan gaya per unit area. Instrumen yang digunakan untuk menghitung dan menunjukkan tekanan dalam satuan integral disebut dengan *Pressure Gauge* atau *Vacuum Gauge*. *Manometer* adalah salah satu contoh yang menggunakan kolom liquid untuk menghitung tekanan. Alat ukur tekanan tersedia dalam berbagai satuan tergantung kebutuhan, diantaranya: psi (lb/in^2), psf, mm Hg, in. Hg, bar, *atmosphere* (atm), N/m^2 . (Wikipedia.org.com)

A. PRESSURE GAUGE / DIGITAL PRESSURE GAUGE

Merupakan alat ukur tekanan dengan referensi 0 terhadap tekanan ruang. Sementara *absolute pressure* menggunakan referensi 0 terhadap tekanan vakum, sehingga nilai tekanannya sama dengan tekanan gauge ditambah tekanan atmosfer. Alat ini cocok untuk berbagai industri seperti otomotif, kelautan, makanan & minuman, industri farmasi, *petrochemical*, *powerplant*, *oil and gas*, epc, serta *palm oil*.



Gambar 2.11 Pressure Gauge
(Sumber : *tech-faq.com*)

B. DIFFERENTIAL PRESSURE

Merupakan alat ukur tekanan yang dapat menghitung dua tekanan, yaitu tinggi dan rendah, maupun tekanan statik. Umumnya digunakan untuk industri *petrochemical*, *powerplant*, *oil and gas*, epc, serta *palm oil*.
(Wikipedia.org.com)



Gambar 2.12 Differential Pressure
(Sumber : *tech-faq.com*)

C. PRESSURE TRANSMITTER

Adalah salah satu jenis transducer yang mengkonversi informasi tekanan menjadi bentuk digital. Dalam industri, *transmitter* sangat penting untuk melakukan kontrol sistem dengan hasil pengukuran lebih akurat dan stabil, tanpa memerlukan kontak langsung dengan alat ukur. Data dapat direkam dan dianalisa di ruang kontrol. (Wikipedia.org.com)



Gambar 2.13 Pressure Transmitter

(Sumber : *tech-faq.com*)

2.6.2 Alat Ukur Torsi

Alat Ukur torsi yang umum dipakai ialah Tachometer yaitu sebuah alat ukur yang diaplikasikan untuk mengukur putaran / rotasi mesin, khususnya untuk jumlah rotasi yang dilakukan oleh sebuah poros dalam satuan waktu dan sering dimanfaatkan pada peralatan motor. Instrumen pengukur ini didesain dengan simpel agar mudah diaplikasikan dalam pengukuran, selain itu perangkat ini juga cepat dalam menampilkan hasil pengukuran. (Agussetiyono.2011)

Alat ini diperkirakan pertama kali dibuat oleh insinyur Jerman, Diedrich Uhlhorn pada tahun 1817 untuk mengukur kecepatan putaran crankshaft.

Sejak 1840, takometer mulai digunakan sebagai indikator kecepatan pada lokomotif, **dan ada beberapa jenis *tachometer* untuk mengukur putaran mesin.**

1. Tachometer Optik

Tachometer optik adalah sebuah alat untuk mengukur kecepatan sudut putar dengan besaran rpm. alat ini terdiri dari jalur atau garis (*stripe*) yang terdapat di dalam batang lalu terdapat sebuah atau lebih *photosensor* yang menghadap pada batang tersebut.

Cara kerjanya setiap batang tersebut berputar maka *photosensor* akan mendeteksi jumlah *stripe* yang melewatinya. Kemudian akan menghasilkan output yang akan berbentuk pulsa. Pada gelombang pulsa tersebut periode kebalikan dari kecepatan *angular*.

Dapat diukur dengan menggunakan rangkaian *counter* seperti yang digambarkan pada encoder batang optik. Keunggulannya ialah memiliki *photosensor* sehingga dapat mendeteksi setiap garis yang melewatinya, sedangkan kelemahannya tidak dapat merasakan posisi dan jarak, namun dapat diatasi dengan memasang 2 buah *photosensor*. (Uswatunhasanah.2014)

2. Tachometer Rotor Bergigi

Terdiri dari sebuah sensor tetap dan sebuah pemutar gerigi, roda, dan bahan besi. Ada 2 jenis sensor yang digunakan :

- Variable Reluctance Sensor
- Hall Effect Sensor. Terdapat magnet yang menggantung sebagai sensornya.

Cara kerjanya adalah rotor berputar, kemudian bagian rotor bergigi yang akan diukur. Sensor yang berupa magnet akan mendeteksi setiap gerigi tersebut yang melewatinya. (Uswatunhasanah.2014)

3. Tachometer DC

Merupakan sebuah *generator* DC yang memproduksi tegangan keluaran DC yang proporsional dengan kecepatan batang. Terdiri dari magnet permanen dan bagian yang berputar yang terbuat dari *koil*, dan juga terjadi konversi langsung.

Prinsip kerjanya adalah terjadinya proses konversi langsung antara kecepatan dan tegangan. Alat inilah yang digunakan dalam praktikum instrumentasi kelautan dalam kesempatan kali ini. Keunggulan tachometer DC ini ialah untuk menjaga inersia turun dapat diatasi dengan penggunaan sikat sedangkan kelemahan sendiri yaitu penggunaan sikat untuk menjaga inersia yang dapat aus. (Uswatunhasanah.2014)

4. Touch Tachometer

Pada jenis ini mengharuskan sensor pada alat ini menyentuh dengan benda benda yang diukur. Dalam pengaplikasiannya *tachometer* jenis ini

jarang digunakan pada bidang bidang tertentu dengan alasan teknis atau keselamatan. (Uswatunhasanah.2014)

5. Tachometer Laser

Pada jenis ini memungkinkan untuk melakukan pengukuran dari jarak jauh. *Laser Tachometer* bekerja dengan sensor cahaya yang sangat sensitif terhadap elemen berputar. Unsur berputar akan memiliki satu tempat reflektif, dan rpm meter ini mengukur tingkat di mana berkas cahaya dipantulkan kembali.



Gambar 2.14 Tachometer laser
(Sumber :Aliexpress.com)

Alat ukur ini juga sudah dibekali dengan fitur yang sangat handal dan mumpuni yang dapat menunjang penggunaan alat ukur ini dengan efisien dalam melakukan pengukuran. Alat ukur yang dirancang secara portabel ini dapat memberikan kenyamanan kepada penggunanya dalam mengaplikasikannya karena alat ini memiliki bentuk yang sederhana. Selain itu alat ini juga sudah dilengkapi dengan layar LCD yang dapat menampilkan hasil pengukuran yang telah dilakukan. (Uswatunhasanah.2014)

2.6.3 Alat Ukur Kecepatan Fluida

Alat ukur yang biasa digunakan dalam mengukur kecepatan air ialah *Flow meter* dikarenakan alat ini sangat umum digunakan. *Flow meter* adalah alat yang digunakan untuk mengukur *volume* atau massa suatu fluida baik berupa liquid, gas maupun solid dalam suatu jalur aliran dinamis. Flow meter disebut dengan banyak istilah yaitu flowmeter, flow gauge, flow sensor, flow computer, flow transmitter, flow control, flow indicator, flow rate, flow liquid, flow gas, meteran air, meter arus dan lainnya..(Aupibekasi.com)



Gambar 2.15 Flow meter
(Sumber : *aupibekasi.com*)

BAB 3

METEDOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Perencanaan

Melakukan pengujian tingkat kecepatan fluida, tekanan fluida dan serta laju rotasi pada *bucket debris* untuk menentukan kelayakan modifikasi *bucket debris filter*. Pengujian dilakukan dengan pengukuran fluida yang dilakukan pada *bucket debris filter* yaitu dengan mengukur tekanan fluida di ukur menggunakan *pressure gauge* dengan satuan (kPa), pengukuran tingkat kecepatan fluida menggunakan *flow meter* dengan satuan m/s dan mengukur rotasi menggunakan *Tachometer* dengan satuan (rpm).

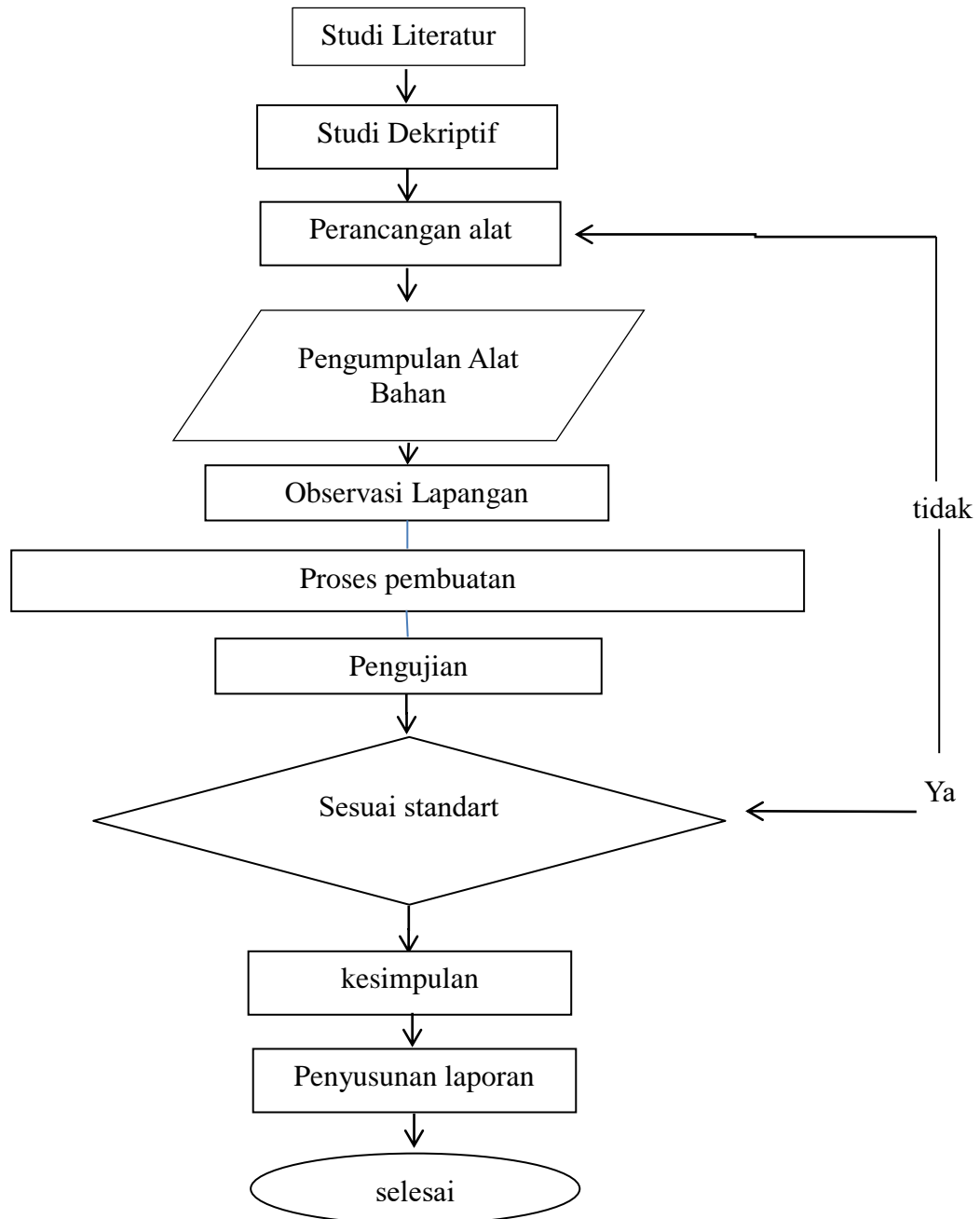
3.2 Tempat Dan Waktu Pelaksanaan



Gambar 3.1 PLTU Nagan Raya
(Sumber : *PLTU Nagan Raya*)

Perancangan ini dilakukan di Laboratorium Mechanical Engineering PT.
PLN Unit Pembangkitan Nagan Raya .

3.3 Flowchat Penelitian



Gambar 3.2 Langkah-langkah penelitian

Sumber Penelitian. 2021

3.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam menyelesaikan masalah yang diangkat, diperlukan data-data dalam rangka penyusunan Tugas akhir. Dalam Pengumpulan data penulis menggunakan 2 (dua) metode yaitu :

a. Studi Literatur

Yaitu melalui buku-buku pedoman yang bersangkutan dengan penelitian dan melalui Laman *Website* sebagai penunjang.

b. Observasi Lapangan

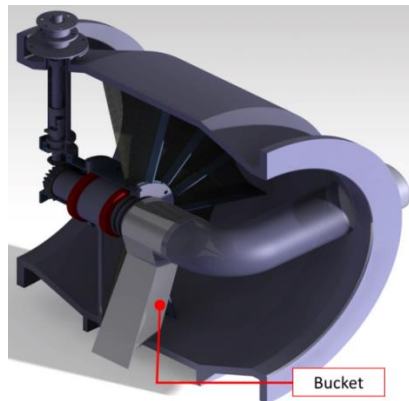
Yaitu dengan Mempelajari Proses yang berlangsung terjadi di lapangan.

c. Study Deskriptif

Yaitu Mengumpulkan data dengan Diskusi dengan personel yang terkait secara langsung ataupun dengan yang berpengalaman di bidangnya.

3.5 Bucket Debris Filter Condensor

Dalam kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) *Bucket* ialah Ember Atau Penampung Sebagai Wadah Peralatan dan air. Tidak jauh berbeda menurut jurnal Rahmad sanjaya.2017 *Bucket* merupakan alat pembantu yang di gunakan untuk media penampung. Dari data diatas kita dapat mengetahui bahwa *bucket debris* merupakan alat bantu yang berfungsi menampung dan menghisap sampah hasil penyaringan air laut yang mana sampah-sampah tersebut di tangkap oleh *strainer*. Mekanisme Kerja *bucket* ini ialah dengan memutar *bucket* mengikuti arah jarum jam memutari setiap sisi *strainer* yang mana gerak mekanik putaran ini didapatkan dari penggerak motor listik yang di teruskan ke *gearbox* kemudian di teruskan ke poros utama dudukan *bucket*.



Gambar 3.3 Bucket
(Sumber : PLTU Nagan Raya)

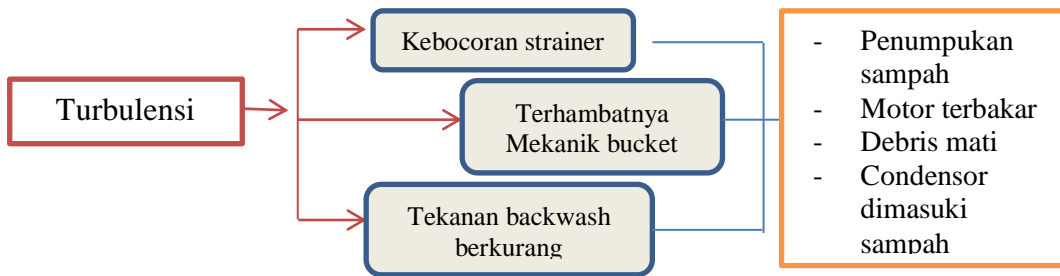
3.5.1 Permasalahan yang sering terjadi pada Bucket Debris Filter

Dari data yang dikutip oleh peneliti dengan beberapa kali peneliti melakukan permohonan keikutsertaan untuk pemantauan lapangan serta di saat melihat saat magang, peneliti menemukan beberapa kendala masalah dan kerusakan yang umum terjadi di PLTU Nagan Raya.

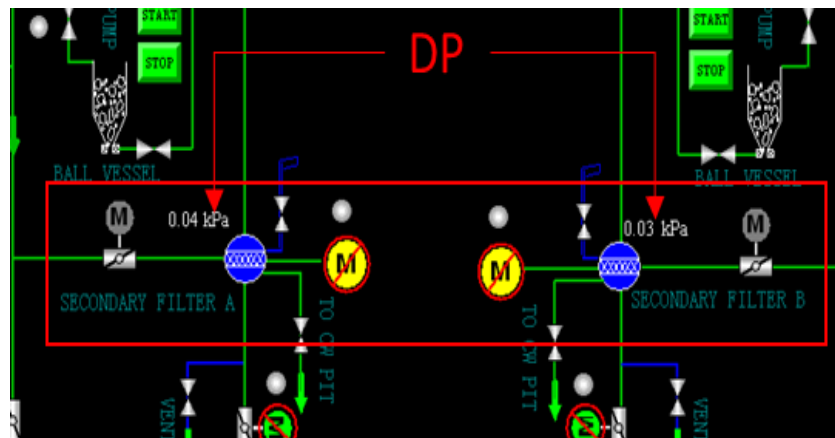


Gambar 3.4 Turbulensi pada Bucket
(Sumber : PLTU Nagan Raya)

Penyebab utama kegagalan sistem kerja pada *bucket* ialah karena adanya tekanan fluida yang menabrak sisi *bucket* yang mana dari turbulensi fluida ini mengakibatkan beberapa permasalahan dan kerusakan pada *debris filter*



Gambar 3.5 Permasalahan Yang diakibatkan bucket kurang Efektif
(Sumber : Rahmat sanjaya, 2018)



Gambar 3.6 Instrumen pada pltu
(sumber : PLTU Nagan Raya)

A. Kebocoran pada plat strainer



Gambar 3.7 Kerusakan Plat Strainer
(Sumber PLTU Nagan Raya)

Plat *strainer* berfungsi sebagai dudukan dan sekat antar *strainer*. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, ditemukan beberapa plat *strainer* yang berlubang karena abrasi air laut. Adanya kebocoran pada *plat strainer* dapat menyebabkan menurunnya tekanan *backwash*, sehingga daya hisap *bucket* berkurang dan sampah tidak terbangun secara optimal. (Rahmat sanjaya,OASIS.2017)

B. Terhambatnya putaran bucket

Terhambatnya putaran Bucket disebabkan Turbulensi fluida yang terjadi pada Bucket sehingga bucket mendapatkan penghambatan gerak putar poros.

C. Hilangnya Tekanan Backwash

Hilangnya tekanan backwash biasanya diakibatkan kebocoran pipa elbow dan juga kurangnya gerak mekanik dari poros serta penyumbatan sampah pipa *drain* sehingga pipa *backwash* tidak memiliki tekanan untuk membuang sampah keluar dari *debris filter*.

2.5.2 Optimalisasi kinerja Bucket Debris

Menurut kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) Optimalisasi adalah sebuah proses menemukan praktik terbaik yang dilakukan untuk mencapai hasil yang maksimal dan ideal dengan memanfaatkan sumber daya yang ada sebaik mungkin. Secara sederhana arti optimalisasi adalah serangkaian proses untuk mengoptimalkan apa yang sudah. Tidak hanya dalam dunia bisnis, optimalisasi juga sering digunakan dalam bidang lainnya.(kbbi.dividigital.id)

Untuk mengoptimalisasi kinerja dari *Bucket* maka yang perlu dilakukan adalah memodifikasi *Bucket* itu sendiri. Sebab modifikasi merupakan cara yang dilakukan dengan merubah bentuk sebuah barang dari yang kurang menarik dan kinerja yang tidak baik menjadi lebih baik dan menarik tanpa menghilangkan fungsi aslinya,serta menampilkan bentuk yang lebih bagus dari aslinya. (modif.blogspot.com)

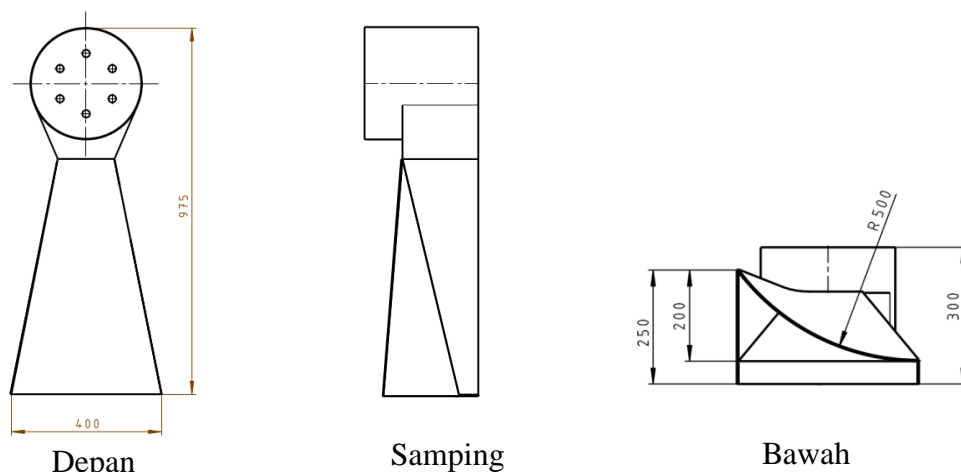


Gambar 3.8 Bucket Pabrikasi Yang belum di Modifikasi
(Sumber : PLTU Unit Pembangunan Nagan Raya)

Modifikasi yang baik untuk debris yang lebih baik ialah dengan mengubah permukaan bucket yang sering menimbulkan turbulensi dengan fluida air laut. Sebab bucket yang terdapat pada pabrikasi memiliki permukaan yang datar mengakibatkan tekanan air pada *line* CWP mendorong *bucket*, sehingga *bucket* bergesekan dengan segmen dan menghambat putaran *bucket*. Oleh karena itu perlu dilakukan modifikasi bentuk *bucket* agar dapat memanfaatkan tekanan air laut menjadi lebih baik.

3.5.3 Desain modifikasi debris filter

Modifikasi yang dilakukan pada *bucket* ialah dengan mengubah permukaan *bucket* yang diidentifikasi sebagai penyebab sering terjadinya kegagalan system kerja pada *debris* dimana pada area ini sering terjadinya turbulensi fluida dikarenakan desain *bucket* pabrikan memiliki permukaan yang datar sehingga pada saat *bucket* beroperasi turbulensi dari fluida menghambat gerak mekanik *bucket* itu sendiri, permukaan *Bucket Debris Filter* di desain berbentuk miring seperti *blade turbin* yang bertujuan untuk memanfaatkan tekanan CWP agar menjadi gaya putar pada *bucket*.



Gambar 3.9 Desain Bucket 2D
(Sumber : Penelitian 2021)

Dari desain modifikasi ini di harapkan sebagai Solusi pada *debris filter* untuk mencegah air laut yang dapat mengkorosi komponen di dalam *gearbox*, serta sebagai indikator bocornya *oil seal* pada *shaft* debris filter.



Gambar 3.10 Desain Modifikasi Bucket dalam bentuk 3D

(Sumber : *Adobe.photoshop.com*)

Selain memanfaatkan tekanan fluida dari CWP menjadi energy gerak desain ini juga memiliki kelebihan untuk menangani gaya turbulensi berlebih yang terjadi dipermukaan *bucket*.

3.6 Alat dan Bahan Perancangan Pembuatan

Adapun alat atau perangkat yang digunakan dalam melaksanakan perancangan ini adalah sebagai berikut:

3.6.1 Alat

1. Desain Modifikasi (Autocad)
2. Mesin Las
3. Mesin Gerinda
4. Ragum
5. Pulpen
6. Pengaris

3.6.2 Bahan

Tabel 3.1 Daftar bahan

No.	MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Plat Stainless Steel 306 L	1	Lembar
2	Elektroda 308 2,6 mm	1	Kg
3	Mata Gerinda Potong Stainless	5	Buah
4	Mata Gerinda Amplas Stainless	5	Buah

(Sumber :*Penelitian.2021*)

3.6.3 Alat Pengukuran Hasil Penelitian

Adapun alat atau perangkat yang digunakan dalam melaksanakan pengukuran ini adalah sebagai berikut:

1. Pressure gauge
2. Flow meter
3. Tachometer
4. Stopwatch
5. Buku dan pulpen
6. Kalkulator
7. Ampere meter
8. Thermometer inframerah

3.7 Langkah Kerja

Langkah-langkah kerja yang dilakukan selama pembuatan bucket ini meliputi 3 langkah dan berikut ini langkah-langkah kerja yang dilakukan antara lain :

3.7.1 Langkah Membuka Bucket pada Debris

Ada beberapa Tahapan-tahapan kerja yang harus di perhatikan dan dilakukan untuk membuka bucket pada debris filter menurut standard prosedur kerja dari PLTU. Adapun tahap-tahap itu ialah :

1. Stop kerja unit pembangkit PLTU
2. Melakukan pengurasan air laut pada debris melalui pipa line
3. Membuka *manhole*
4. Membuka pipa backwash
5. Membuka baut pengikat bucket dengan poros
6. Mengangkat *Bucket*
7. Menutup manhole

3.7.2 Langkah Membuat Bucket



Gambar 3.11 Pembuatan Bucket
(Sumber : Penelitian.2021)

Ada beberapa Tahapan-tahapan kerja yang dilakukan dalam pembuatan bucket pada debris filter, Tahapan-tahapan itu meliputi :

1. Mengukur *Bucket* Standart yang akan dimodifikasi
2. Menandai hasil pengukuran pada plat *Stanless stell* yang akan dipotong

3. Memotong plat *stainless stell* 306 L menggunakan mata gerinda potong
4. Merapikan hasil potongan dengan mata gerinda amplas untuk memudahkan proses pemasangan dan menghindari adanya kecelakaan kerja.
5. Memasang hasil potongan yang telah diukur pada bagian *bucket* standart menggunakan las *Stainless stell* dengan Elektroda 308
6. Setelah semua terpasang maka langkah membuat *bucket* sudah beres.

3.7.3 Langkah Mengaplikasikan Bucket Modifikasi Pada Debris



Gambar 3.12 Pemasangan Bucket
(Sumber : Penelitian.2021)

Ada beberapa Tahapan-tahapan kerja yang harus di perhatikan dan dilakukan untuk pengaplikasian bucket pada debris filter menurut standard prosedur kerja dari PLTU. Adapun tahap-tahap itu ialah :

1. Membuka tutup *Manhole*
2. Memasang *bucket debris filter* yang sudah dimodifikasi pada *Debris*
3. Memasang pipa *backwash* kembali
4. Menutup *manhole*
5. Mengoprasikan unit kembali

3.7.4 Resiko Menggunakan Bucket Modifikasi

Namun untuk menggunakan dan menguji modifikasi ini maka akan dihadapkan dengan resiko seperti Tabel di bawah ini.

Tabel 3.2 Resiko jika Menggunakan desain Modifikasi

No.	Identifikasi Resiko	Mitigasi	Perubahan Resiko
1.	<i>Debris Filter</i> berat saat melakukan <i>reverse</i>	Optimalkan Pengoperasian TBS	Turun dari kemungkinannya besar menjadi sangat kecil dan skala dampaknya medium menjadi tidak signifikan

(Sumber : Survei Pekerja PLTU Unit Pembangkitan Nagan Raya.2017)

3.8 Pengujian

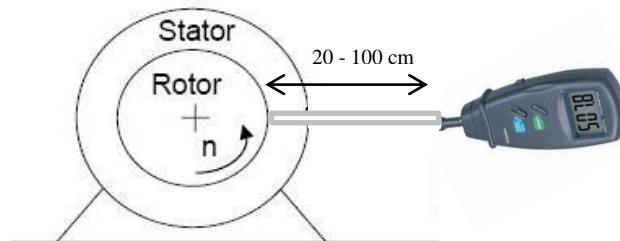
Pengujian ini di lakukan dengan tiga pengukuran yaitu pengukuran Tekanan fluida, Kecepatan / laju aliran fluida, dan Torsi *Bucket* kemudian di lakukan perbandingan dengan *bucket* standard untuk menentukan kelayakan *bucket* pada kinerja *Debris Filter*. Hasil pengujian di muat dalam bentuk tabel untuk menentukan rata-rata nilai yang dihasilkan sebagai catuan perbandingan dengan *bucket* standart.

3.8.1 Prosedur pengujian

A. Prosedur pengujian torsi motor

. Pengukuran torsi pada poros motor listrik menggunakan alat yang dinamakan *Tachometer*. Prinsip kerja alat ini adalah dari inputan data berupa putaran diubah oleh sensor sebagai suatu nilai frekuensi kemudian frekuensi tersebut dimasukkan ke dalam rangkaian frekuensi to voltage converter (f to V) keluarannya berupa tegangan, digunakan untuk menggerakkan jarum pada

tachometer analog atau dimasukkan (analog to digital converter) ADC pada tachometer digital untuk diubah menjadi data digital. (Uswatun hasanah.2014)



Gambar 3.13 Prosedur pengujian torsi motor

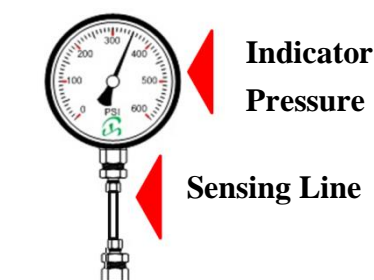
(Sumber : Uswatun hasanah.2014)

Prosedur pengukuran menggunakan tachometer meliputi beberapa langkah diantaranya :

1. Untuk melakukan pengukurannya maka yang perlu diketahui bahwa untuk penggunaan alat ini maka alat yang hendak diukur harus dalam keadaan hidup atau sedang beroperasi, maka itu tahap pertama hidupkan motor debris filter terlebih dahulu.
2. Menentukan titik pengukuran pada poros yang berputar
3. Menghidupkan tachometer dan kemudian mengarahkan sensor ke poros motor yang hendak kita uji
4. Menekan tombol pengukuran selama beberapa detik sampai nilai besaran pada indikator digital tachometer muncul.
5. Untuk menentukan besaran data sudah didapatkan pada oleh tachometer biasanya besaran di indikator digital akan berkedip kemudian muncul nilai besaran dari hasil pengukuran yang tidak berubah lagi itulah tanda pengukuran yang kita lakukan berhasil.

B. Prosedur pengujian Tekanan fluida

Pengukuran tekanan fluida air di dalam pipa *debris* pada penelitian kelayakan *bucket* untuk kinerja *debris filter* menggunakan alat ukur yang dinamakan *pressure geuge*. alat ini digunakan untuk mengukur tekanan fluida (gas atau cairan) dalam tabung/benda tertutup. *Pressure gauge* bisa digunakan untuk beberapa aplikasi, sebagai contoh yang pertama untuk parameter commissioning adalah pengetesan tekanan pada sistem instalasi pipa sebelum digunakan dan yang kedua sebagai parameter tekanan air dalam pipa saat digunakan, biasanya posisi *pressure gauge* ada didekat pompa untuk memudahkan pembacaan berapa tekanan yang bekerja dari pompa ke instalasi pipa. (Adolf Asih Supriyanto, dkk.2018)



Gambar 3,14 Prosedur Penggunaan Pressure geuge
(Sumber : Adolf Asih Supriyanto,dkk 2018)

Pengujian menggunakan alat ukur ini hanya memperhatikan jarum *Indicator pressure* selama beberapa detik disaat *debris* sedang beroperasi. Pengujian dengan mengambil data dilakukan pada setiap 30 menit.

C. Prosedur pengujian laju fluida

Dalam pengujian laju fluida peneliti mengambil sample data dengan bantuan alat ukur flowmeter. Penggunaan flow meter Sensor adalah alat yang

digunakan untuk menentukan keberadaan bahan aliran (cair, gas, bubuk) dalam jalur aliran, dengan semua aspek aliran itu sendiri, termasuk kecepatan atau laju aliran.

Mengukur menggunakan Flow Meter Sensor yang dikirim sebagai data digital dan juga dapat dikirim untuk menghasilkan listrik atau Signal yang dapat digunakan sebagai input ke sirkuit kontrol atau sirkuit listrik lainnya. (Dionesius Andy kristanto.2014)



Gambar 3.15 Prosedur penggunaan flow meter
(Sumber : Dionesius Andy kristanto.2014)

3.8.2 Parameter Pengujian

Tabel 3.3 Perencanaan yang akan di uji pada *bucket*

Pengujian	Data Hasil Pengukuran Tekanan								Rata-Rata	Satuan
Tekanan fluida										Kpa
Laju fluida										m/s
Torsi mesin										Rpm
Suhu Fluida										⁰ C

(Sumber : Penelitian. 2021)

Pada tabel di atas penulis meneliti beberapa sampel yang di ukur kemudian nantinya nilai pengukuran dijadikan acuan untuk perbandingan antara bucket standard dan bucket modifikasi, dari perbandingan tersebut diharapkan menjadi pedoman untuk menentukan kelayakan bucket, acuan pembanding untuk menentukan kelayakan dapat dibandingkan dengan bucket standart maka kita perlu memperhatikan data pengukuran bucket standart antara lain :

A. Hasil pengujian bucket standart

Tabel 3.4 Hasil pengujian *bucket* standart sebelumnya

No	Pengujian	Titik pengukuran		Satuan
		Sisi Inlet	Sisi Outlet	
1	Tekanan fluida	0,13	10,69	KPa
2	Laju fluida	1,1	2.87	m/s
3	Suhu fluida	27,5	34,9	⁰ C
4.	Tekanan condensor	0.10	0.125	KPa
5.	Tekanan backwash	0.05	0	KPa
6.	Waktu Pengukuran	24	24	Jam

Sumber : Setyawan bekti wibowo, dkk. 2019)

Kemudian untuk hasil pengujian bucket standart juga dilakukan pengukuran pada motor debris yang mana pada komponen ini merupakan sumber penggerak bucket untuk membersihkan sampah namun sering menerima masalah dan kerusakan pada saat di operasikan, berikut hasil pengukuran torsi dapat dilihat pada tabel 3.5

Tabel 3.5 hasil pengukuran motor *debris filter*

No	Pengujian	Torsi (rpm)	Suhu (⁰ C)	Konsumsi (watt)
1	Motor debris	1080	60 – 78	1500

(Sumber : Setyawan bekti wibowo, dkk. 2019)

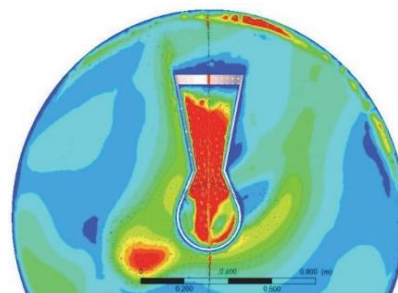
B. Hasil simulasi bucket standart

Dari Parameter hasil pengujian sebelumnya maka setelah itu hasil pengujian di muat dalam bentuk simulasi untuk mengetahui lebih jelas bentuk fluida, simulasi ini dibantu oleh aplikasi CFD (Cimulation Fluids Dynamis) dari hasil ini memudahkan kita dalam membaca data dan baik tidaknya kinerja saat beroperasi.



Gambar 3.16 Hasil analisa Pengujian Laju bucket standart
(Sumber : Setyawan Bektu Wibowo, dkk. 2020)

Dari gambar hasil pengujian dapat di lihat bahwa pada *bucket* standart memiliki arah bentuk fluida yang tidak beraturan dan banyak terjadi turbulensi di permukaan *bucket*



Gambar 3.17 Hasil analisa pengujian tekanan bucket Standart
(Sumber : Setyawan Bektu Wibowo, dkk. 2020)

Dari hasil simulasi CFD kita dapat mengetahui bahwa bucket standart memiliki banyak tekanan turbulensi yang terjadi dan turbulensi bukan hanya terjadi di bucket melainkan di sekitaran bucket sehingga inilah yang menyebabkan Difrensial Pressure sering meningkat, juga sering terjadi kerusakan pada kinerja motor yang berlebihan, dan kurangnya efektivitas kinerja debris dalam membuang sampah.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Bucket Debris Kondensor

Dalam Melakukan pengujian debris filter condenser ada 3 hal yang perlu yang diukur secara langsung berdasarkan desain yang telah dibuat sebelumnya, yaitu mengukur tekanan fluida yang dihasilkan pada *debris filter*, mengukur laju fluida, dan torsi putaran *bucket 500* langsung pada *Debris filter condensor*.

Pengambilan besaran nilai pengukuran uji debris pada penelitian ini peneliti mengambil data dengan alat *ukur thermogun* dengan 3 titik lokasi pengukuran, alat ukur *ampermeter* dengan 1 titik lokasi pengukuran, alat ukur *tachometer laser* dengan 1 titik pengukuran, alat ukur *pressure indicator* dengan 2 titik pengukuran dan *flow meter* dengan 2 titik pengukuran.

Dalam tugas akhir ini pengujian dilakukan dengan kurun waktu 180 menit yang mana setiap 30 menit diambil nilai hasil pengukuran sebagai acuan untuk menentukan kelayakan *bucket* untuk kinerja *Debris filter* kemudian akan dibandingkan dengan *bucket standart*. Adapun hasil pengujian *bucket* pada *debris filter condenser* yang telah dilakukan memiliki hasil sebagai berikut diantaranya :

4.1.1 Hasil Pengujian Tekanan Fluida

Dari data pengukuran secara langsung pada titik yang telah ditentukan dengan waktu 30 menit . setiap titik mempunyai besaran tingkatan yang berbeda-beda di setiap titik penelitian. Ada 2 titik yang di di ukur dalam penelitian ini yaitu pada sisi *inlet* dan *outlet* kemudian data hasil pengukuran tersebut diambil

nilai rata- rata besaran pengukuran untuk perbandingan yang nantinya besaran tersebut sebagai penentu kelayakan *bucket* di *debris filter* pada sistem pendinginan kondensor.



Gambar 4.1 Pengukuran Tekanan Fluida
(Sumber : penelitian. 2021)

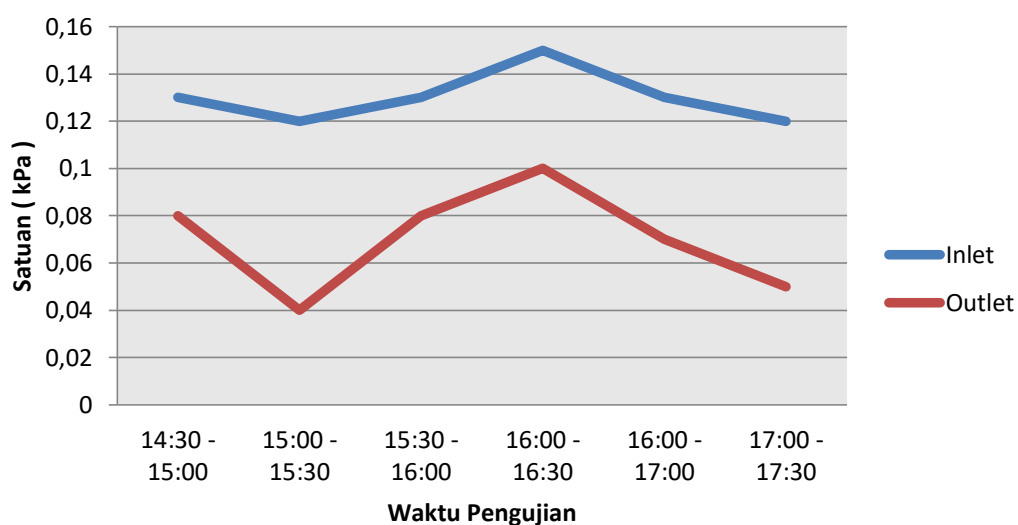
Tabel 4.1 hasil Pengukuran Tekanan fluida

No.	Waktu Penelitian	Tekanan Inlet (kPa)	Suhu (⁰ C)	Tekanan Outlet (kPa)	Suhu (⁰ C)
1	14:30 - 15:00	0,13	29	0,08	30
2	15:00 - 15:30	0,12	28	0,04	29
3	15:30 - 16:00	0,13	27	0,08	30
4	16:00 - 16:30	0,15	28	0,10	34
5	16:00 - 17:00	0,13	27	0,07	31
6	17:00 - 17:30	0,12	27	0,05	30
Rata – rata		0,13	27	0,07	30,6

(Sumber : penelitian. 2021)

Dari tabel penelitian 4.1 kita dapat mengetahui bahwa untuk tekanan yang di hasilkan dengan penggunaan *bucket 500* mendapatkan hasil di bawah ≤ 5 kPa sesuai prosedur yang di izinkann, dari data hasil pengujian tersebut dapat dilihat bahwa tekanan pada sisi *inlet* memiliki besaran tekanan yang relativ konstan dengan nilai rata-rata pengujian sebesar 0,13 kPa dengan suhu air normal dengan rata-rata suhu sebesar 27 °C,

Namun pada saat fluida air melewati debris filter perubahan tekanan memiliki nilai besaran rata-rata 0,07 kPa dengan suhu 30,6 °C. *bucket standard* memiliki tekanan sebesar 5 – 8 kPa sementara untuk tekanan yang di izinkan sebesar ≤ 5 kPa.



Gambar 4.2 Grafik Tekanan Fluida pada Debris Filter
(Sumber : penelitian. 2021)

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa pada pengambilan data pengujian pertama di dapatkan tekanan inlet yang relative normal dan sisi *oulet* yang cukup baik yaitu menghasilkan tekanan kondensor di bawah 5 kPa sesuai prosedur kerja

yang di izinkan di pembangkit tenaga uap, kemudian pada pengujian kedua, sisi *inlet* dan *outlet* mengalami penurunan yaitu sisi *inlet* berada di angka 0,12 kPa dan *outlet* mendapatkan nilai angka 0,04 kPa yang mana keadaan ini sangat baik sekali untuk kinerja kondensor, namun pada pengujian ke tiga hasil pengujian mendapatkan kenaikan nilai dan terus mengalami kenaikan sampai ke pengujian ke empat dengan data pengujian *inlet* mencapai nilai 0,15 kPa dan *outlet* berada di 0,1 kPa namun nilai ini masih di izinkan dan di anggap baik, kemudian di pengujian kelima tekanan *inlet* dan *outlet* mengalami penurunan terus sampai di pengujian keenam yang mana penurunan di pengujian keenam mendapatkan hasil nilai *inlet* 0,12 kPa dan *outlet* 0,05 kPa yang mana juga hasil pengujian ini di anggap sangat baik untuk mendukung pendinginan *steam* di kondensor pembangkit tenaga uap. Untuk mengetahui penyebab penurunan dan kenaikan Tekanan fluida peneliti memperhatikan data massa air.

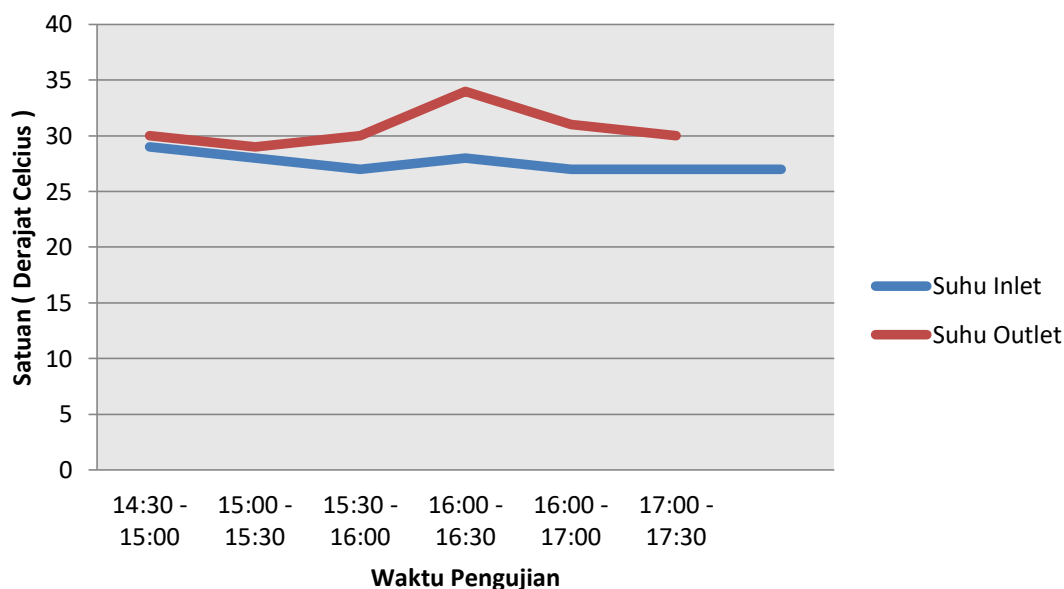
Tabel 4.2 Massa jenis air

Temperatur (t ⁰ C)	Berat jenis (Kg/m ³)	Temperatur (t ⁰ C)	Berat jenis (Kg/m ³)
20	0,9982	30	0,9957
21	0,9980	31	0,9954
22	0,9978	32	0,9951
23	0,9976	33	0,9947
24	0,9973	34	0,9944
25	0,9971	35	0,9941
26	0,9968	36	0,9937
27	0,9965	37	0,9934
27,5	0,9964	38	0,9930
28	0,9963	39	0,9926
29	0,9960	40	0,9922

Sumber : Azzahra Rahma, 2021

Dari tabel tersebut kita dapat mengetahui bahwa massa jenis air tergantung pada suhu pada air tersebut dimana semakin tinggi suhu air semakin rendah massanya

dan semakin rendah suhu air air semakin tinggi pula massa air tersebut. Sehingga dari itu massa air sangat berperan penting juga dalam proses pendinginan *steam* turbin di Pembangkit tenaga uap, maka peneliti juga mengukur suhu fluida air pada *debris* untuk menjaga kenaikan DP pada kondensor.

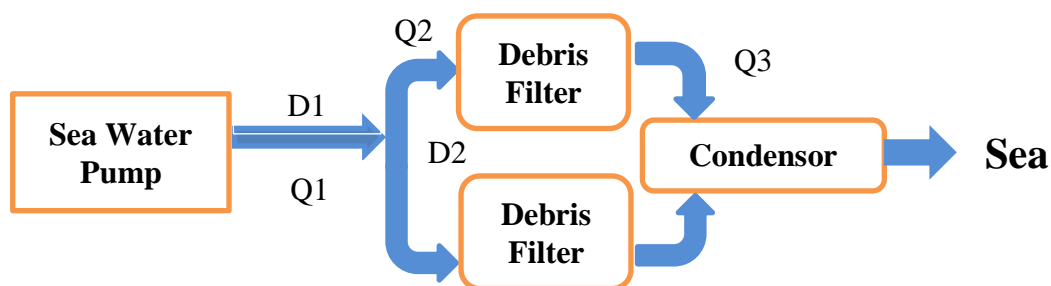


Gambar 4.3 Grafik Suhu Fluida pada Debris Filter
(Sumber : penelitian. 2021)

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada pengujian pada titik *inlet* pada debris memiliki nilai yang relatif normal dari setiap pengujian *debris*, namun pada sisi *outlet* mengalami perubahan nilai suhu dari pengujian pertama 30 °C mengalami kenaikan di pengambilan data pengujian ke empat yang mana mencapai 34 °C sehingga tekanan pada outlet di grafik 4.2 mengalami kenaikan

juga di pengujian keempat, namun suhu mengalami penurunan besaran nilai lagi pada pengujian ke lima dan keenam pada sehingga ini dianggap masih baik.

4.1.2 Hasil Pengujian Laju Fluida



Gambar 4.4 Skematik Aliran Fluida
(Sumber : penelitian. 2021)

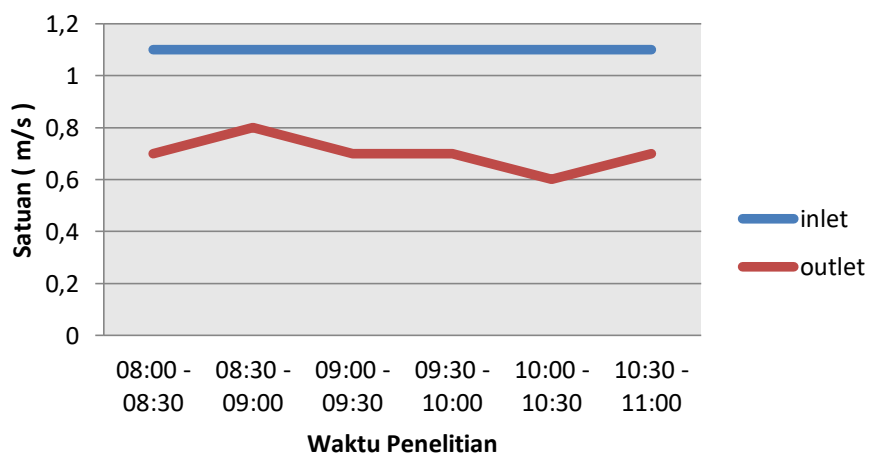
Sebelum menguji kecepatan/laju fluida yang perlu diketahui terlebih dahulu ialah skema alur perjalanan fluida terlebih dahulu dimana fluida di kirim dari *sea water pump* menuju *debris filter*, namun sebelum fluida masuk ke *debris filter*, fluida terbagi ke dalam 2 jalur dikarenakan di dalam 1 unit turbi pembangkit terdapat 2 buah *debris* untuk mendinginkan fluida di *condenser*, setelah fluida melewati *debris filter* untuk penyaringan maka selanjutnya fluida di *transfer* lagi menuju *condenser* untuk proses pendinginan *steam* turbin. Adapun pengambilan data di dapat dengan mengamati *flowmeter* yang nilainya di dapatkan langsung dari *computer operator* yang mana semua nilai besaran laju fluida dari alat ukur di titik pengukuran laju fluida ditranfer ke *computer operator*. Adapun hasil pengukuran pengujian tingkat laju fluida didapatkan pada tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Laju Fluida

No.	Waktu Penelitian	Kecepatan Fluida inlet (m/s)	Suhu (°C)	Kecepatan fluida outlet (m/s)	Suhu (°C)
1	08:00 - 08:30	1,1	25	0,7	29,2
2	08:30 - 09:00	1,1	26	0,8	30,1
3	09:00 - 09:30	1,1	26	0,7	30
4	09:30 - 10:00	1,1	27	0,7	31,1
5	10:00 - 10:30	1,1	28	0,6	31,2
6	10:30 - 11:00	1,1	28	0,7	31,8
Rata – rata		1,1	27	0,7	30,6

(Sumber : penelitian. 2021)

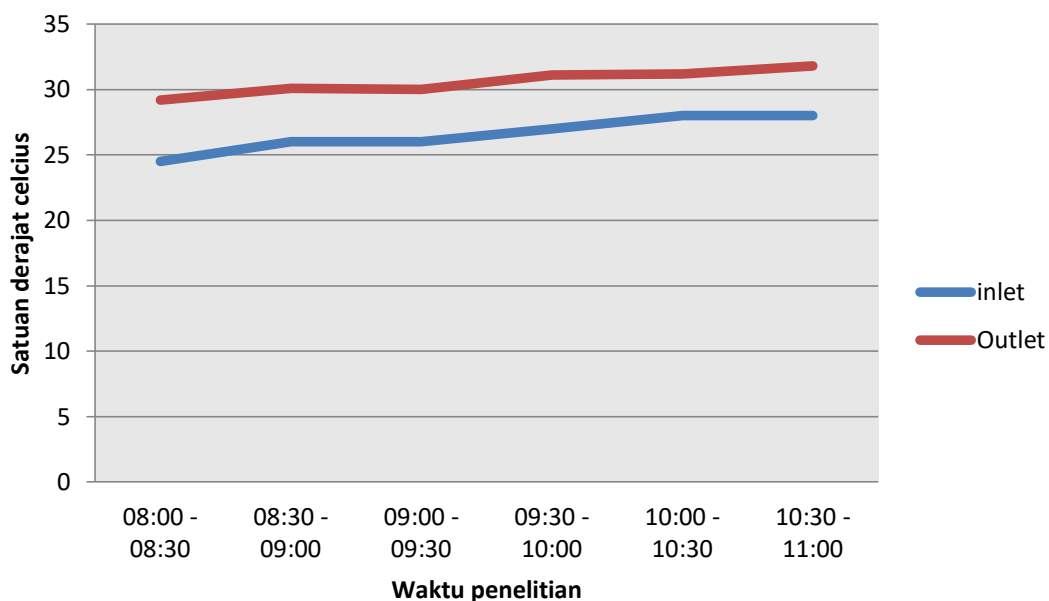
Dari tabel 4.3 dapat dilihat bahwa kecepatan fluida yang masuk ke *debris filter* (inlet) memiliki besaran nilai yang konstan yaitu 1,1 m/s, begitu pula untuk fluida yang sudah melewati *debris* memiliki hasil besaran laju fluida yang relative konstan juga dan paling tinggi berada di 0,8 m/s dan paling rendah di 0,6 m/s



Gambar 4.5 Grafik laju fluida

(Sumber : penelitian. 2021)

Dari gambar 4.5 dapat diamati bahwa laju fluida memiliki laju aliran di pipa *inlet* konstan dan tidak berubah sedangkan untuk pipa *outlet* laju aliran fluida memiliki besaran nilai paling tinggi di angka 0,8 m/s kemudian mengalami penurunan paling rendah di angka 0,6 m/s



Gambar 4.6 Grafik laju fluida
(Sumber : penelitian. 2021)

Kemudian untuk suhu fluida pada pengujian kedua untuk mencari laju fluida hasil suhu fluida yang dilakukan pada pagi hari suhu fluida mengalami kenaikan besaran di sisi *inlet* dan juga sisi *outlet*, dimana pada sisi *inlet* didapatkan besaran suhu mulai dari 25 °C sampai di pengukuran ke enam mencapai 28 °C, sementara sisi *outlet* mencapai besaran mulai dari 29,2 °C sampai ke pengukuran keenam mencapai 31,8 °C .

4.1.3 Hasil Pengukuran Torsi Motor Debris



Gambar 4.7 Pengujian Motor Debris Filter

(Sumber : penelitian. 2021)

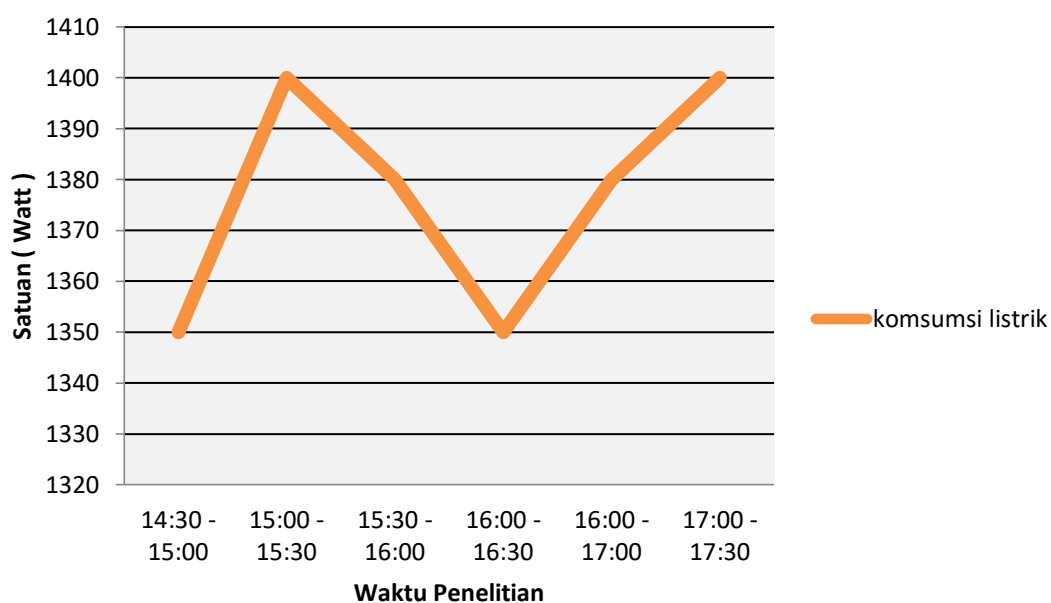
Pada penelitian pengujian motor *debris* ini penulis mengambil data dengan mengukur langsung 3 titik pengukuran yaitu pada kabel arus, casing motor, dan poros motor pada mesin motor *debris* menggunakan alat ukur tambahan untuk melengkapi data pengujian yaitu alat ukur *Thermometer gun Infraret* dan alat ukur *ampere meter*.

Tabel 4.4 Pengujian Motor Debris Filter

No.	Waktu Penelitian	Torsi Mesin (rpm)	Suhu Mesin (°C)	Kuat Arus (Watt)	Torsi Bucket (rpm)
1	14:30 - 15:00	1080	44,3	1350	1
2	15:00 - 15:30	1080	46,4	1400	1
3	15:30 - 16:00	1080	45,7	1380	1
4	16:00 - 16:30	1080	43,1	1350	1
5	16:00 - 17:00	1080	43,0	1380	1
6	17:00 - 17:30	1080	45,5	1400	1
Rata – rata		1080	44,6	1376	1

(Sumber : Penelitian. 2021)

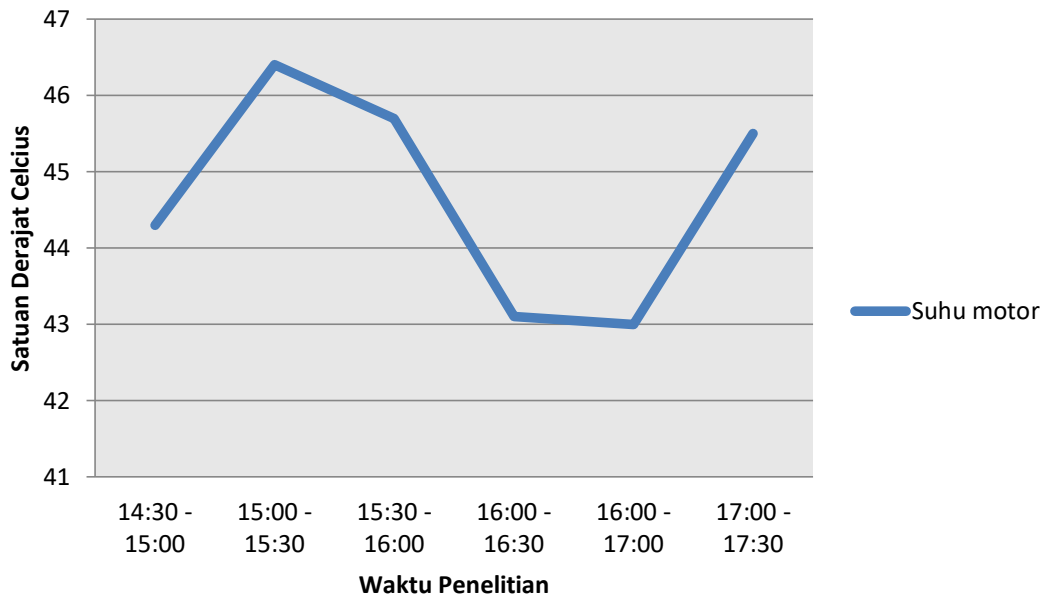
Dari tabel 4.4 untuk pengujian motor *debris* dapat kita amati bahwa torsi motor dan torsi *buket* tidak mengalami perubahan/konstan, sementara itu untuk suhu mesin juga mendapatkan besaran nilai paling tinggi $46,4^{\circ}\text{C}$ yang mana keadaan ini masih di anggap sangat baik dan konsumsi arus tertinggi berada di 1400 watt yang masih di anggap normal.



Gambar 4.8 Komsumsi Listrik Motor Debris Filter

(Sumber : penelitian. 2021)

Dari gambar 4.8 dapat dilihat konsumsi listrik yang digunakan motor debris saat motor beroperasi memiliki nilai besaran yang naik turun dimulai dari pengujian pertama yang mencapai 1350 watt mengalami kenaikan sampai 1400 watt di pengambilan data kedua namun mengalami penurunan konsumsi di pengambilan data ketiga dan keempat mencapai nilai besaran 1350, kemudian konsumsi arus listrik mengalami kenaikan lagi di pengambilan data kelima dan enam mencapai 1400 watt.



Gambar 4.9 Suhu Motor Debris Filter
(Sumber : penelitian. 2021)

Pada gambar 4.9 dapat dilihat suhu motor debris yang mana pengambilan data ini dilakukan pada 1 titik lokasi yaitu pada casing motor *debris*, dari data yang diamati suhu pada motor *debris* juga mengalami kenaikan dan penurunan yang tak jauh berbeda dengan konsumsi listriknya dimana kita dapat melihat kenaikan konsumsi arus listrik juga membuat nilai pengukuran suhu casing motor mengalami peningkatan juga, dapat dilihat nilai besaran pengujian tertinggi berada pada pengambilan data kedua dengan besaran $46,4^{\circ}\text{C}$ dan angka besaran terkecil berada di pengambilan data kelima dengan besaran $43,0^{\circ}\text{C}$.

4.2 Analisa Data Perhitungan Debris

Tabel 4.5 Data Parameter Hasil Pengujian Bucket R500

No.	Tempat	Nilai	Keterangan
1.	Tekanan Masuk Debris Filter	0.13 MPa (g)	Baik
2.	Tekanan Keluar Debris Filter	0.07 MPa (g)	Baik
3.	Tekanan Keluar Kondensor	0.125 MPa (g)	Baik
4.	Kecepatan Putar Bucket	1 rpm	Baik
5.	Kecepatan Fluida Inlet	1.1 m/s	Baik
6.	Kecepatan Fluida Inlet	0.7 m/s	Baik
7.	Debit Fluida	12.312 m ³ /s	Baik
8.	Tekanan Keluaran Backwash	0.9 MPa (g)	Baik
9.	Panas Motor	44,6 °C	Baik
10.	Luas penampang bucket	1890 mm	
11.	Panjang Bucket	0,8 m	
11.	Konsumsi Listrik	1376 Watt	baik
11.	Jumlah debris filter	2 buah	Per unit

(Sumber : Penelitian 2021)

4.2.1 Menghitung Laju Fluida

Untuk menghitung laju fluida maka peneliti menggunakan rumus berikut

ini :

$$Q_1 = 2Q_2$$

Keterangan

Q1 = Laju aliran pipa pertama

Q2 = Laju aliran untuk pipa kedua

Diketahui bahwa untuk laju aliran pipa dari *Sea Water Pump* sebesar 12312 m³/h dengan diameter pipa 1800 mm sedangkan pipa kedua menuju *debris* berdiameter 1400 mm, yang perlu kita cari ialah laju fluida pada pipa menuju *debris*. Maka untuk mencarinya menggunakan menggunakan persamaan berikut.

$$Q_1 = 2Q_2$$

$$12312 \text{ m}^3/\text{h} = 2(V_2A_2)$$

$$12312 \text{ m}^3/\text{h} = 2 \left(V_2 \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) \right)$$

$$V_2 = \frac{12312 \text{ m}^3/\text{h}}{\frac{1}{2}(1,4\text{m}^2)}$$

$$V_2 = 4001 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$V^2 = 1,1 \text{ m}^2/\text{s}$$

(Sumber : Setyawan Bektu Wibowo, dkk. 2019)

4.2.2 Menghitung Luas Penampang Debris

Diketahui bahwa ukuran diameter *debris filter* sebesar 1,4 m maka untuk menentukan luas penampangnya maka dapat seperti berikut:

$$A = 3,14 \times \pi \times \pi$$

$$A = 3,14 \times 0,7 \times 0,7 = 1,5386 \text{ m}^2$$

4.2.3 Menghitung Velocity debris

Diketahui bahwa debit air pada debris sebanyak 12.312 m³/h dan diameter 1,4 m, maka untuk menentukan *velocity*nya seperti berikut :

Maka velocity = Q/A

$$= 12.312 \text{ m}^3/\text{h} / 1,5386 \text{ m}^2$$

$$= 0,002,07 \text{ m/h}$$

$$= 2,22 \text{ m/s}$$

4.2.4 Menghitung Tekanan Pada Bucket

Diketahui dari hasil pengujian di dapatkan bahwa luas penampang bucket sebesar 1890 mm, sedangkan untuk radius 500 setelah di uji di dapatkan tekanan rata-rata sebesar 0.07 KPa maka untuk menentukan tekanan pada bucket menggunakan perhitungan berikut.

$$F = P.A$$

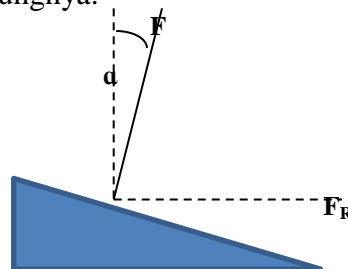
$$F = \text{Pressure} \cdot \text{Area}$$

$$F = 0,07 \times 1890$$

$$F = 132,2 \text{ N}$$

4.2.5 Menghitung Rasio Tekanan Bucket

Rasio tekanan atau yang disingkat (F_R) merupakan tekanan yang di hasilkan oleh sudut radius kemiringan pada desain bucket atau lebih tepatnya efektivitas bucket, untuk lebih memahami F_R maka perlu memahami gambar di bawah ini dan beserta cara menghitungnya.



Gambar 4.10 Sudut tekanan pada permukaan bucket

(Sumber : *m.wikibuku.org*)

$$\begin{aligned}
 F_R &= F \sin \alpha \\
 &= 132,2 \sin (26,5) \\
 F_R &= 58,9 \text{ N}
 \end{aligned}$$

4.2.6 Menentukan Torsi Bucket Debris Filter

Menentukan torsi maka peneliti menggunakan rumus torsi yang mana dengan satuan N/m. maka dapat menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned}
 T &= F_R \cdot R \text{ (R merupakan permukaan yang mendapat tekanan)} \\
 &= 58,9 \text{ N} \cdot 0,768 \text{ m} \\
 T &= 45,2 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

4.2.7 Menentukan Daya Bucket Debris Filter

Daya merupakan Laju energy yang dihantarkan selama melakukan melakukan usaha dalam kurun waktu tertentu. Untuk menentukan daya maka peneliti menggunakan rumus yang di kemukakan oleh *James watt* dengan satuan J/s atau Watt. Maka rumusnya sebagai berikut :

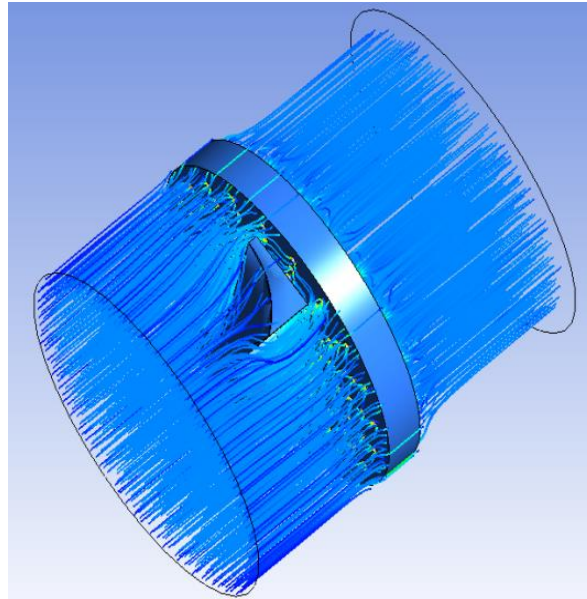
$$\begin{aligned}
 P &= T \times W \text{ (W merupakan Frekuensi sudut dengan satuan rad)} \\
 &= 45,2 \text{ Nm (0,4 x 2 x 3,14)}. \\
 &= 45,2 \text{ Nm} \times 2,5 \text{ rad} = 111,8 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

4.3 Analisa Kelayakan Bucket

4.3.1 Hasil Simulasi Bentuk Laju Dan Tekanan Aliran Fluida

Dari pengujian yang telah dilakukan Setelah semua data pengukuran telah tercapai maka peneliti selanjutnya memperjelas hasil dalam bentuk simulasi berikut.

A. Hasil Pengujian laju Fluida

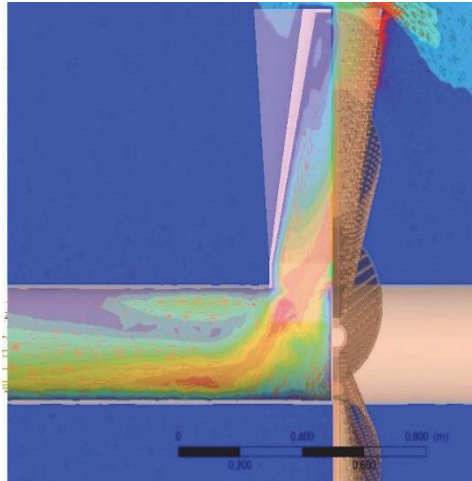


Gambar 4.11 Hasil Pengujian Laju Fluida Bucket R500
(Sumber : Sumber penelitian. 2021)

Pada *Bucket* yang sudah dimodifikasi memiliki bentuk aliran fluida yang lebih baik dan terlihat terjadi pengurangan turbulensi pada sisi permukaan *bucket* yang mana ini dapat diamati dari gambar di atas yang memiliki bentuk fluida yang cenderung teratur. Hal ini sangat baik untuk kinerja *debris* pada *debris filter* sehingga tidak mengganggu kinerja mekanis *debris* dan juga memperlancar aliran *backwash*.

Dengan Kecepatan aliran sebesar 1.1 m/s kemudian setelah melewati *Debris* didapatkan rata-rata besaran 0,7 m/s memiliki besaran yang tidak jauh signifikan oleh karenanya desain ini dianggap baik dalam prosedur yang diijinkan dalam pembangkit listrik tenaga uap, disaat digunakan juga bucket ini banyak berpengaruh terhadap kinerja *condenser* dimana menurunkan DP pada kondensor serta juga meringankan beban kerja motor dan penyaringan sampah lebih baik.

B. Hasil Simulasi Bentuk Tekanan Fluida



Gambar 4.12 Hasil Pengujian Tekanan Bucket R500
(Sumber : Penelitian.2021)

Berbeda dengan bucket yang telah dimodifikasi yang menghasilkan tekanan lebih homogen sehingga turbulensi hanya terjadi pada *bucket* itu sendiri yang menjadikan aliran lebih baik. Terlihat pada gambar bahwa turbulensi hanya terjadi di area permukaan *bucket* saja dan juga pada casing yang dilewati ujung *bucket*. hal ini berdampak positif terhadap hasil tekanan fluida yang baik setelah melewati *debris* berada di besar 0.07 KPa.

4.3.2 Hasil Perbandingan Desain Modifikasi Bucket

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik maka peneliti mengambil beberapa data hasil modifikasi yang telah diuji oleh Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) sebagai acuan study banding yang menentukan modifikasi yang lebih baik .

Adapun desain yang diamati ada 6 buah dengan *bucket* standart yang mana hasil desain dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Desain Bucket

NO	Desain	Hasil Pengukuran		
		Tekanan (MPa)	Laju (m/s)	Daya (Watt)
1	Standart	12	2.87	1278.75
2	R500	0.07	2.22	111.8
3	R750	0.08	2.11	125.45
4	R1000	0.05	1.95	99.88
5	R1250	0.04	1.91	105.12
6	R1500	0.04	1.47	98.15

Sumber : PLTU Nagan Raya

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwasetelah bucket dimodifikasi memiliki hasil pengujian yang berbeda-beda, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk hasil nilai pengukuran paling tinggi berada di *bucket* standart yang memiliki hasil tekanan sebesar 12 KPa , laju fluida disekitar *bucket* 2.87m/s, dan daya *bucket* 1278.75Watt.

Sedangkan bucket standart memiliki besaran jauh berbeda dengan standart dimana desain *bucket* paling tinggi ialah desain bucket R500 yang memiliki hasil tekanan 0.07 KPa, laju fluida di bucket dengan besaran 2.22 m/s, dan daya 111.8 Watt, hasil besaran paling kecil berada di desain R1500 yang memiliki hasil tekanan 0.04 KPa, laju fluida 1.47 m/s, dan daya 98.15 Watt, kemudian hasil ini menunjukkan semua desain *bucket* modifikasi memiliki kinerja yang lebih baik dari bucket standarnya.

Bab 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil pengukuran uji debris pada penelitian ini peneliti mengambil data dengan alat *ukur thermogun* dengan 3 titik lokasi pengukuran, alat ukur *ampermeter* dengan 1 titik lokasi pengukuran, alat ukur *tachometer laser* dengan 1 titik pengukuran, alat ukur *pressure indicator* dengan 2 titik pengukuran dan *flow meter* dengan 2 titik pengukuran. Mendapatkan rata-rata besaran tekanan 0.07 KPa, dengan laju fluida outlet 0.7 m/s, dan panas motor 44.6 °C serta konsumsi listrik 1376 kemudian hasil pengujian ini dianggap sangat baik dikarenakan untuk tekanan sebelumnya berada di besaran 12 KPa sementara tekanan yang diijinkan untuk pembangkit listrik tenaga uap harus berada di <5 KPa.
2. Studi banding yang di ambil dari hasil pengujian mendapatkan hasil yang signifikan dimana hasil pengujian dari 6 buah desain *bucket* menunjukkan bahwa bucket standart memiliki besaran yang sangat buruk dengan tekanan *bucket* 12 KPa. sementara itu untuk *bucket* yang dimodifikasi mendapatkan nilai paling tinggi berada di desain R500 dan paling rendah besaran berada di R1500 yang memiliki hasil sesuai yang diijinkan di PLTU.

5.2 Saran

Berdasarkan pengujian pengukuran yang telah dilakukan berikut saran yang dapat diberikan pada mesin debris filter selanjutnya dan untuk penelitian selanjutnya:

1. Meneliti tentang hasil pengukuran yang ada di kondensor untuk mengetahui efektivitas debris pada kondensor PLTU.
2. Mencari nilai besaran tekanan dan laju fluida backwash sehingga dapat lebih memahami tingkat kerja bucket.

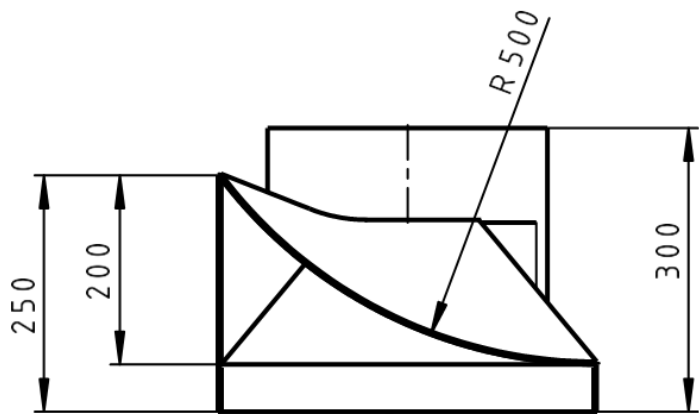
DAFTAR PUSTAKA

1. Rahmat Sanjaya, dkk. (2018) Obat sakit debris filter condenser, PLTU Unit Pembangkitan Nagan Raya. Nagan Raya:2019
2. Carrisa PareskyArisagy, (2013) Pengukuran debit air, Retrieved 18 Ockotber 2013, From manajemen sumber daya perikanan, Official Blog site: https://www.academia.edu/32142066/Jurnal_Limnologi_Pengukuran_Debit_Air
3. Nurindah Ramadhani, dkk. (2017) Penentuan jumlah panas dan air pendingin pada condensor di PLTU Awar – awar. Retrieved september senin, 2020, from Politehnik Negeri Malang, PLTU Tanjung awar – awar, Jawa Timur Official Blog site: <https://distilat.polinema.ac.id>
4. Setyawan Bakti Wibowo, dkk. (2020) Simulasi aliran pada aliran modifikasi bucket debris filter. Tim komputasi dinamika fluida, Retrieved 09 September 2019. From Dept.teknik mesin, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
5. Hendra Susilo, dkk. (2019) Analisis debris filter terhadap variasi radius menggunakan anysis CFD. Retrieved 11 Deptember 2019. From Dept. Tehnik mesin. Universitas Sumatera Utara. Medan
6. Upibekasi , (2019) Cara kerja pengukur debit air, Retrieved 23 November 2020, From Asosiasi pendukung kerja industry, bekasi. Blog site: <https://aupibekasi.com/2020/11/22/cara-kerja-alat-pengukur-debit-air-jenis-water-sensor-dan-fungsi-flowmeter/>
7. Andri Ramadhan, (2017) Analisa Keandalan Kondensor dengan Menggunakan Debris Filter di PLTU Belawan, Retrieved 2 Desember 2017,

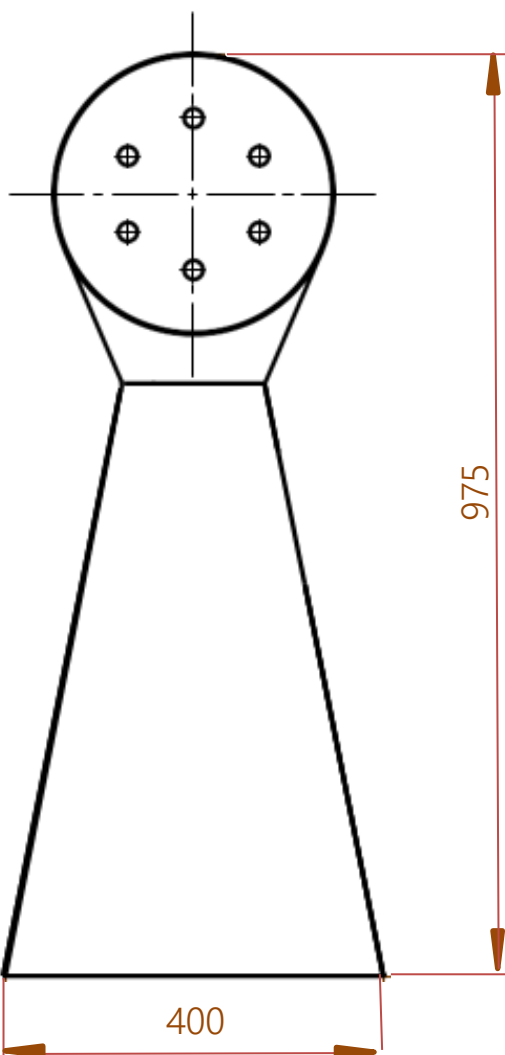
From Dept. Teknik Mesin Universitas Al-Azhar, Medan. Sumatera Utara

Blog site: <https://core.ac.uk> › download › pdf

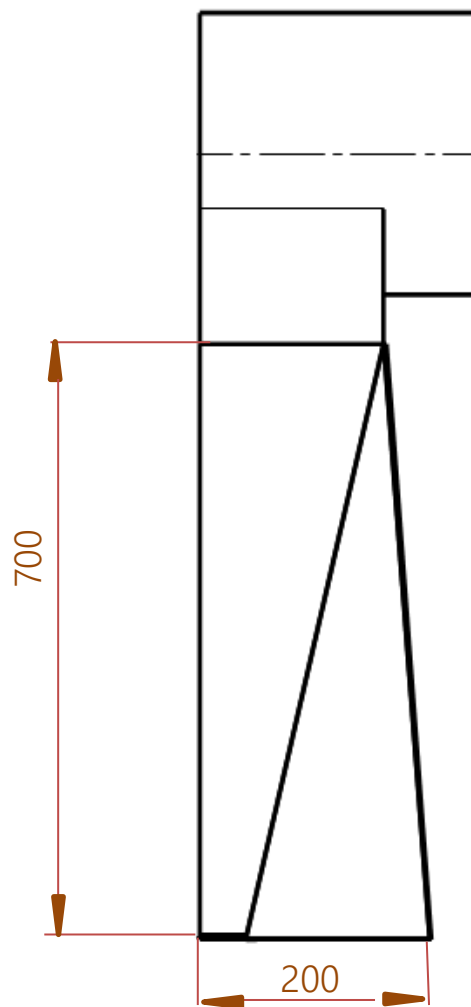
8. Dedeng Herlan, (2011) Analisis Unjuk Kerja Jaringan Pipa Siphon, Retrieved 1 Desember 2011, From Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah, Jakarta.
Blog site: jurnal.umj.ac.id › index › konstruksi
9. Yusak Tanoto, dkk. (2005) Simulasi Active Filter dan Sistem Kerja Rangkaian Dalam Meredam Harmonisa pada Vacuum Casting Induction Furnace, Retrieved 1 Maret 2008, From Jurnal Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra. Blog site: jurnalelektro.petra.ac.id › index › elk



Pandangan Bawah



Pandangan Depan



Pandangan Samping

	Skala : 1:10	Digambar : Manja Ranjani Sukma	Keterangan
	Satuan : mm	Prodi : Teknik Mesin	
	Tanggal : 08/03/2021	Diperiksa : Maudi Saputra, ST.,MT	
Universitas Teuku Umar	Assy.Name Bucket Debris Condensor	Kertas A4	

LAMPIRAN 1**Proses pembuatan bucket****Kerusakan yang terjadi akibat kinerja bucket**

LAMPIRAN 2



Pemasangan



Hasil



Pengujian Tekanan Fluida



Pengujian Motor Debris

LAMPIRAN 3



Pengujian Tegangan



Pengujian Laju Fluida



Alat Ukur