

**KINERJA FLOW METER DALAM MENGUKUR ALIRAN FLUIDA**

**PADA TURBINE BEARING UNIT 3 PADA ULPL TA MUSI**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir*

*Program Studi Teknik Elektro Sebagai Salah Satu Persyaratan*

*Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya*



Oleh :

**PIQIH ANANDA APRIANSYAH**

**201913018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK RAFLESIA**

**2023**

**KINERJA FLOW METER DALAM MENGIKUR ALIRAN FLUIDA  
PADA TURBINE BEARING UNIT 3 PADA ULPL TA MUSI**

**TUGAS AKHIR**



Oleh :

**PIQIH ANANDA APRIANSYAH**

**201913018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK RAFLESIA**

**2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat**

**Untuk Menyelesaikan Program Diploma III (D3) Teknik Elektro,**

**Telah Diperiksa Dan Disetujui**

**JUDUL : PENGARUH KINERJA FLOW METER  
DALAM MENGUKUR ALIRAN FLUIDA  
PADA TURBINE BEARING UNTUK  
MEMBANGKITKAN ENERGI LISTRIK  
PADA GENERATOR UNIT 3 PADA ULPL TA  
MUSI**

**NAMA : PIQIH ANANDA APRIANSYAH**

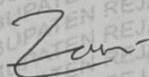
**NPM : 201913018**

**PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO**

**JENJANG : DIPLOMA III**

Telah diperiksa dan dikoreksi dengan baik dan cermat, oleh karena itu pembimbing menyetujui mahasiswa tersebut untuk diuji.

**Pembimbing utama,**



Zakia Luthfiani, M.T

**NIDN. 0213137801**

**Pembimbing pendamping,**



Agus Fajar Hariadi, M.T

**NIDN.0206088003**

**Mengetahui,  
Ketua program studi,**



Meriani, MT  
**NIDN. 0213058101**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Didepan Tim Penguji Tugas Akhir  
Program Studi Teknik Elektro Politeknik Raflesia**

**JUDUL : PENGARUH KINERJA FLOW METER  
DALAM MENGUKUR ALIRAN FLUIDA  
PADA TURBINE BEARING UNTUK  
MEMBANGKITKAN ENERGI LSTRIK PADA  
GENERATOR UNIT 3 PADA ULPL TA MUSI**

**NAMA : PIQIH ANANDA APRIANSYAH**  
**NPM : 201913018**  
**PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO**  
**JENJANG : DIPLOMA III**

Telah dikoreksi dengan baik dan cermat, kerana itu pembimbing menyetujui mahasiswa tersebut untuk diuji

**Curup, Mei 2023**

**Tim Penguji**

**Nama Tanda Tangan**

**Ketua : Erwin Abdul Rahman, M.T 1. ....**

**Anggota : Meriani, M.T 2. ....**

**Anggota : Zakia Luthfiani, M.T 3. ....**

**Mengetahui;**

**Direktur,**



**R. GUNAWAN, MT**

**Nidn. 0210057303**

**Curup, juli 2023**

**Ketua program studi,**

**MERIANI, MT**

**NIDN. 0213058101**

### SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah saya berupa tugas akhir dengan judul :**"PENGARUH KINERJA *FLOW METER* DALAM MENGUKUR ALIRAN FLUIDA PADA *TURBINE BEARING* UNTUK MEMBANGKITKAN ENERGI LISTRIK PADA GENERATOR UNIT 3 PADA ULPL TA MUST"**.

Yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Elektro Politeknik Raflesia, merupakan karya asli dan sejauh saya ketahui bukan merupakan tiruan, jiplakan atau duplikasi dari karya ilmiah orang lain yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar pendidikan dilingkungan Politeknik Raflesia maupun di Perguruan Tinggi lain atau instansi manapun, kecuali yang bagian sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Apabila dikemudian hari, karya saya ini terbukti bukan merupakan karya asli saya, maka saya bersedia menerima sanksi yang diberikan oleh pihak Politeknik Raflesia, demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

**Curup, Juli 2023**

**Yang Menyetujui,**



PIQIH ANANDA APRIANSYAH

NPM. 201913018

**LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN (Revisi)  
TUGAS AKHIR**

**NAMA** : PIQIH ANANDA APRIANSYAH  
**NPM** : 201913018  
**PROGRAM STUDI** : TEKNIK ELEKTRO  
**JENJANG** : DIPLOMA III  
**JUDUL** : PENGARUH KINERJA *FLOW METER* DALAM  
MENGUKUR ALIRAN FLUIDA PADA  
*TURBINE BEARING* UNTUK  
MEMBANGKITKAN ENERGI LISTRIK PADA  
GENERATOR UNIT 3 PADA ULPL TA MUSI

Tugas Akhir ini telah direvisi dan disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir serta diperkenankan untuk diperbanyak/dijilid.

No	Nama Tim Penguji	Jabatan	Tanggal	Tanda tangan	
1.	Erwin Abdul Rahman, M.T	Ketua		1. 	
2.	Meriani, M.T	Anggota			2. 
3.	Zakia Luthfiani, M.T	Anggota		3. 	

## **PERSEMBAHAN**

Setiap buah pikiran yang tertuang dalam lembar karya tulis ini merupakan bagian dari wujud keagungan dan hidayah, yang diberikan Allah SWT kepadaku sehingga Tugas Akhir ini bisa diselesaikan. Hasil karya ini ku persembahkan untuk :

1. Orang Tua (Ibuku yang amat sangat kucintai dan kusayangi Ibu Rosmayana), Terimah Kasih yang sedalam-dalamnya atas do'a dan dukungan yang tulus yang telah diberikan selama ini demi terwujudnya cita-cita menjadi seorang sarjana muda dan tak akan pernah aku lupakan cucuran keringat dan air mata ibu untuk tetap bisa berharap anak-anaknya akan menjadi orang yang nantinya bisa membahagiakan orang tua.
2. Beserta Keluarga Besar Saya yang saya hormati dan cintai terimakasih atas support dan dukungannya atas mendukung saya di jenjang pendidikan yang tinggi.
3. Pembimbing akademik sekaligus pembimbing 1 bapak Anugrah Fitrah Gusnanda, M.Eng dan pembimbing 2 Bapak fadhel Putra Winarta, M.T.
4. Almameter Politeknik Rafflesia Curup yang saya banggakan.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Puji Syukur atas semua nikmat yang Allah SWT berikan kepada kita semua, nikmat ilmu, nikmat kemampuan, nikmat kesempatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Kinerja Flow Meter Dalam Mengukur Aliran Fluida Pada Turbine Bearing Unit 3 Pada ULPL TA Musi”**. Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi syarat mendapatkan gelar Diploma III Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Raflesia Curup.

Kekurangan dan kesalahan dalam penulisan Tugas Akhir ini merupakan hal yang tidak dapat penulis hindari, karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis dalam bidang penulisan dan penelitian. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik, saran dan gagasan yang bersifat membangun dalam menyempurnakan isi dari Tugas Akhir ini, sehingga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua dimasa yang akan datang.

Penyusun Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan petunjuk yang diberikan kepada penulis dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis sampaikan terimah kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Raden Gunawan, ST.,MT selaku Direktur Politeknik Raflesia
2. Ibu Meriani, ST.,MT. Selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Politeknik Raflesia

3. Kedua Orang Tua saya yang selalu memberi dukungan dalam segala hal.
4. Serta semua pihak yang membantu yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu dalam Tugas Akhir ini.
5. Pembimbing akademik sekaligus pembimbing 1 bapak Anugrah Fitrah Gusnanda, M.Eng dan pembimbing 2 Bapak fadhel Putra Winarta, M.T. Yang Telah meluangkan waktunya di tengah kesibukannya dalam membimbing Tugas Akhir ini.
6. Dosen dan Staf karyawan Politeknik Rafflesia Curup.
7. Rekan-rekan seperjuangan di Politeknik Rafflesia Curup.

Semoga segala amal baik dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dapat menjadi amal saleh serta mendapat penilaian yang lebih baik dari Allah SWT.Aamiin.

Curup , juli 2023

Penyusun,

PIQIH ANANDA APRIANSYAH

NPM: 201913018

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar belakang**

Pada PLTA Musi FlowUnit 3, Turbine Bearing memainkan peran penting dalam menjaga kinerja turbin dan sistem pembangkitan listrik secara keseluruhan. Turbine Bearing mendukung beban berat dan menahan beban gesekan yang dihasilkan oleh rotor turbin yang berputar dengan kecepatan tinggi. Aliran fluida yang tepat dan terukur di Turbine Bearing menjadi faktor krusial untuk mengurangi keausan komponen, mencegah kerusakan berlebih, dan memperpanjang masa pakai Turbine Bearing. Oleh karena itu, penggunaan flow meter yang akurat dan andal untuk mengukur aliran fluida menjadi kebutuhan yang sangat penting. Flow meter adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur aliran fluida dalam suatu sistem.

Di PLTA Musi Unit 3, flow meter digunakan untuk mengukur aliran fluida pada Turbine Bearing dengan tujuan mendapatkan informasi tentang jumlah aliran yang masuk dan keluar dari sistem. Dengan adanya data aliran fluida yang akurat, operator dapat mengawasi kinerja sistem dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk menjaga stabilitas dan efisiensi operasi PLTA. Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi kinerja flow meter yang digunakan dalam mengukur aliran fluida pada Turbine Bearing untuk memastikan keandalan dan akurasi pengukuran. Penelitian tentang kinerja flow meter dalam mengukur aliran

fluida pada Turbine Bearing di PLTA memiliki implikasi langsung terhadap keandalan dan kinerja sistem pembangkitan listrik secara keseluruhan.

Kualitas dan akurasi pengukuran flow meter berdampak pada keputusan operasional yang diambil oleh operator, termasuk pengaturan kecepatan turbin dan pemeliharaan yang tepat. Dalam konteks ini, evaluasi kinerja flow meter pada Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3 dapat memberikan wawasan yang berharga untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi risiko kerusakan pada sistem pembangkitan listrik tenaga air.

### **1.1 Identifikasi Masalah**

1. Pengukuran aliran fluida pada sistem turbine bearing unit 3 menggunakan flow meter,seberapa akurat hasil pengukuran tersebut.
2. Adanya perubahan pada aliran fluida yang memasuki turbine bearing unit 3 dapat mempengaruhi kinerja sistem.

### **1.2 Pembatasan Masalah**

1. Penelitian ini akan difokuskan pada kinerja flow meter pada sistem turbine bearing unit 3 dan tidak akan membahas tentang sistem lainnya pada pembangkit listrik ULPL TA Musi.

### **1.4 Perumusan Masalah**

1. Bagaimana kinerja flow meter pada pengukuran aliran fluida pada sistem turbine bearing unit 3 pada ULPL TA Musi?

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Mengukur akurasi flow meter untuk menguji akurasi flow meter yang digunakan dalam sistem turbine bearing unit 3.

### **1.6 Kegunaan Penelitian**

Meningkatkan kinerja keseluruhan sistem, seperti meningkatkan akurasi pengukuran, mengurangi kesalahan, atau memperbaiki keandalan flow meter.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Pengenalan Flow Meter**

###### **2.1.1.1 Definisi dan fungsi flow meter**

Flow meter adalah sebuah alat atau perangkat yang digunakan untuk mengukur laju aliran atau volume aliran fluida dalam suatu sistem. Flow meter beroperasi dengan prinsip-prinsip fisika atau perubahan karakteristik fluida untuk menghasilkan data pengukuran yang berkaitan dengan aliran fluida.

Fungsi Flow Meter:

1. Mengukur aliran fluida: Fungsi utama flow meter adalah mengukur laju aliran fluida dalam sistem. Data pengukuran yang diberikan oleh flow meter digunakan untuk mengawasi, mengendalikan, dan memantau aliran fluida dalam berbagai aplikasi industri dan proses.
2. Kontrol proses: Flow meter dapat digunakan sebagai bagian dari sistem pengendalian otomatis untuk memantau dan mengatur aliran fluida. Dengan menggunakan data pengukuran flow meter, sistem kontrol dapat melakukan penyesuaian untuk mempertahankan aliran fluida dalam rentang yang diinginkan.

3. Pemantauan kualitas: Beberapa jenis flow meter dapat digunakan untuk memantau parameter kualitas fluida, seperti kecepatan aliran, suhu, tekanan, atau komposisi zat dalam fluida. Informasi ini penting dalam memastikan kualitas dan konsistensi produk atau proses yang melibatkan aliran fluida.
4. Efisiensi energi: Dengan mengukur aliran fluida, flow meter dapat membantu dalam mengidentifikasi pola konsumsi energi yang tidak efisien atau adanya kebocoran dalam sistem. Informasi ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan mengurangi kerugian yang disebabkan oleh aliran fluida yang tidak terkendali.
5. Keamanan: Dalam beberapa aplikasi, flow meter digunakan untuk memastikan keselamatan sistem. Misalnya, dalam industri minyak dan gas, flow meter dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran atau aliran tidak normal yang dapat mengindikasikan kegagalan sistem atau bahaya potensial.

#### **2.1.1.2 Pentingnya pengukuran aliran fluida dalam industri**

Pengukuran aliran fluida dalam industri memiliki beberapa pentingnya yang meliputi:

1. Pengendalian Proses: Pengukuran aliran fluida penting untuk pengendalian dan pemantauan proses industri. Dengan

mengetahui laju aliran fluida, operator dapat mengatur dan mempertahankan aliran yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan proses. Hal ini penting untuk menjaga stabilitas operasi, mencegah kelebihan atau kekurangan aliran yang dapat mengganggu kinerja sistem, dan memastikan kualitas produk yang dihasilkan.

2. **Optimalisasi Efisiensi:** Pengukuran aliran fluida memungkinkan identifikasi pola konsumsi energi yang tidak efisien atau adanya kebocoran dalam sistem. Dengan mengetahui laju aliran yang tepat, operator dapat mengoptimalkan penggunaan energi dan mengurangi kerugian energi yang tidak perlu. Hal ini berkontribusi pada peningkatan efisiensi operasional dan penghematan biaya produksi.
3. **Pemantauan Kualitas:** Pengukuran aliran fluida dapat digunakan untuk memantau parameter kualitas fluida seperti suhu, tekanan, atau komposisi zat dalam fluida. Informasi ini penting dalam memastikan kualitas dan konsistensi produk yang dihasilkan. Misalnya, dalam industri makanan dan minuman, pengukuran aliran fluida digunakan untuk mengontrol proporsi bahan baku dan memastikan konsistensi rasa dan tekstur produk.

4. **Keamanan:** Dalam beberapa industri, pengukuran aliran fluida digunakan untuk tujuan keamanan. Misalnya, dalam industri minyak dan gas, pengukuran aliran fluida digunakan untuk mendeteksi kebocoran atau aliran tidak normal yang dapat mengindikasikan kegagalan sistem atau bahaya potensial. Hal ini memungkinkan tindakan pencegahan dini untuk mengurangi risiko kecelakaan atau kerusakan lingkungan.
5. **Pemantauan Lingkungan:** Pengukuran aliran fluida juga penting dalam pemantauan lingkungan. Misalnya, dalam pengolahan air dan limbah, pengukuran aliran fluida digunakan untuk memantau volume air yang diolah atau dibuang ke lingkungan. Hal ini membantu dalam memastikan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan dan menjaga kualitas ekosistem.

### **2.1.2 Jenis-Jenis Flow Meter**

Flow meter ultrasonik adalah jenis flow meter yang menggunakan prinsip gelombang ultrasonik untuk mengukur aliran fluida. Flow meter ini menggunakan transduser ultrasonik yang menghasilkan gelombang suara dengan frekuensi tinggi dan mendeteksi perubahan karakteristik gelombang tersebut untuk

menghitung laju aliran fluida. Terdapat dua jenis utama flow meter ultrasonik:

#### A. Flow Meter Ultrasonik Transit Time



**Gambar FlowMeter Ultrasonik Transit Time**

(Sumber By: Google)

#### 1. Prinsip Kerja

Flow meter ultrasonik transit time menggunakan dua transduser yang ditempatkan di kedua sisi pipa. Salah satu transduser menjadi pemancar yang mengirimkan gelombang ultrasonik ke arah transduser lainnya. Gelombang tersebut kemudian diterima oleh transduser penerima. Waktu yang diperlukan untuk gelombang ultrasonik melakukan perjalanan ke arah dan dari transduser penerima digunakan untuk menghitung laju aliran fluida.

#### 2. Kelebihan

- Dapat digunakan untuk berbagai jenis fluida termasuk air, air limbah, minyak, dan bahan kimia.

- Akurasi pengukuran yang tinggi.
- Tidak menyebabkan kerugian tekanan yang signifikan.

### 3. Kekurangan

- Pemilihan diameter pipa yang tepat dan kondisi aliran yang baik diperlukan untuk akurasi yang optimal.
- Dapat terpengaruh oleh gelembung udara atau partikel dalam fluida.

## B. Flow Meter Ultrasonik Doppler



**Gambar FlowMeter Ultrasonik Doppler**

**(Gambar by: Google)**

### 1. Prinsip Kerja

Flow meter ultrasonik Doppler menggunakan satu transduser yang mengirimkan gelombang ultrasonik ke fluida yang mengalir dalam pipa. Gelombang ultrasonik ini dipantulkan kembali oleh partikel-partikel yang ada dalam aliran fluida. Perubahan frekuensi gelombang yang

dipantulkan ini digunakan untuk menghitung kecepatan aliran fluida.

## **2. Kelebihan**

- Cocok untuk mengukur aliran fluida yang mengandung partikel atau zat terlarut.
- Tidak memerlukan pemantauan kondisi pipa yang ketat.

## **3. Kekurangan**

- Bergantung pada keberadaan partikel dalam aliran fluida untuk pengukuran yang akurat.
- Rentang pengukuran yang lebih terbatas dibandingkan dengan flow meter ultrasonik transit time.

## **C. Flow meter magnetic**

Flow meter magnetic, atau disebut juga electromagnetic flow meter, adalah jenis flow meter yang menggunakan prinsip medan magnet dan hukum induksi elektromagnetik untuk mengukur aliran fluida yang berkonduktivitas. Flow meter ini bekerja dengan memanfaatkan pengukuran tegangan yang dihasilkan oleh aliran fluida yang melintasi medan magnet yang diterapkan.



Gambar FlowMeter Magnetic

(Sumber By: Google)

### **1. Prinsip Kerja**

Flow meter magnetic terdiri dari tabung pipa yang dilalui oleh aliran fluida dan sepasang elektroda yang ditempatkan di sisi tabung pipa. Medan magnet diterapkan tegak lurus terhadap arah aliran fluida. Ketika fluida mengalir melalui tabung pipa, tegangan yang dihasilkan oleh hukum induksi elektromagnetik diukur oleh elektroda. Besarnya tegangan ini berkaitan dengan kecepatan aliran fluida.

### **2. Kelebihan**

- Cocok untuk berbagai jenis fluida yang memiliki konduktivitas, termasuk air, air limbah, lumpur, dan cairan kimia.
- Akurasi pengukuran yang tinggi dan stabilitas jangka panjang.

- Tidak memiliki hambatan mekanis di dalam pipa sehingga mengurangi kerugian tekanan dan memungkinkan aliran yang lancar.
- Tahan terhadap korosi dan aus.

### **3. Kekurangan**

- Tidak dapat digunakan untuk mengukur aliran fluida yang tidak memiliki konduktivitas, seperti minyak murni atau gas.
- Pemasangan elektroda yang tepat dan kondisi aliran yang baik diperlukan untuk akurasi optimal.
- Rentang aliran yang dapat diukur terbatas, tergantung pada ukuran flow meter.

### **D. Flow meter vortex**

Flow meter vortex, juga dikenal sebagai vortex shedding flow meter, adalah jenis flow meter yang menggunakan prinsip pembentukan pusaran (vortex) di belakang sebuah penghalang dalam aliran fluida untuk mengukur laju aliran. Ketika aliran fluida melintasi penghalang, terbentuk pusaran-pusaran yang bergantian di sebelah hulu dan hilir penghalang. Flow meter ini mengukur frekuensi atau kecepatan pembentukan pusaran ini untuk menghitung laju aliran fluida.



Gambar FlowMeter Voetex

(Sumber By : Google)

### 1. Prinsip Kerja

Flow meter vortex memiliki penghalang yang ditempatkan di dalam tabung pipa. Ketika aliran fluida melintasi penghalang, pusaran-pusaran (vortex) terbentuk di belakang penghalang. Jarak antara dua pusaran berturut-turut berkaitan dengan kecepatan aliran fluida. Transduser di flow meter ini mengukur frekuensi pembentukan pusaran atau waktu yang diperlukan untuk satu pusaran untuk menghitung laju aliran fluida.

### 2. Kelebihan

- Cocok untuk berbagai jenis fluida, termasuk gas dan cairan.
- Tidak memiliki bagian yang bergerak, sehingga lebih tahan terhadap keausan dan membutuhkan sedikit pemeliharaan.
- Akurasi pengukuran yang tinggi, terutama pada aliran stabil.
- Mampu mengukur aliran dua arah.

- Rentang aliran yang dapat diukur cukup lebar.

### 3. Kekurangan

- Tidak cocok untuk aliran yang memiliki tingkat turbulensi yang tinggi atau fluktuasi aliran yang sangat cepat.
- Adanya ketidaklinearan pada pengukuran aliran di kecepatan aliran rendah.
- Rentang suhu dan tekanan yang dapat diukur terbatas oleh bahan konstruksi dan jenis transduser.

### E. Flow meter Ventriu

Flow meter Venturi adalah jenis flow meter yang menggunakan prinsip perubahan tekanan dalam aliran fluida untuk mengukur laju aliran. Flow meter ini terdiri dari tabung pipa khusus yang memiliki area pengecilan berbentuk Venturi di dalamnya. Prinsip kerja flow meter Venturi didasarkan pada hukum Bernoulli, yang menyatakan bahwa ketika kecepatan aliran meningkat, tekanan aliran menurun, dan sebaliknya.



Gambar FlowMeter Venteiu

(Sumber By: Google)

### **1. Prinsip Kerja**

Aliran fluida melewati area pengecilan Venturi, di mana terjadi peningkatan kecepatan aliran dan penurunan tekanan. Perubahan tekanan ini diukur menggunakan dua atau lebih sensor tekanan yang ditempatkan di sekitar Venturi. Perbedaan tekanan antara area pengecilan dan area pipa yang lebih lebar digunakan untuk menghitung laju aliran fluida dengan menggunakan persamaan Bernoulli.

### **2. Kelebihan**

- Akurasi pengukuran yang tinggi, terutama pada aliran yang stabil.
- Tidak memiliki bagian bergerak, sehingga tahan terhadap keausan dan membutuhkan sedikit pemeliharaan.
- Tidak terpengaruh oleh fluktuasi kecepatan aliran yang cepat.
- Tidak mempengaruhi aliran fluida secara signifikan, sehingga mengurangi kerugian tekanan.

### **3. Kekurangan**

- Rentang aliran yang dapat diukur terbatas oleh desain dan ukuran Venturi.
- Memerlukan instalasi yang hati-hati dan presisi untuk menghasilkan pengukuran yang akurat.

- Pengukuran aliran yang kurang tepat pada aliran dengan tingkat turbulensi tinggi.

### **2.1.3 Kriteria Evaluasi Kinerja Flow Meter**

#### **A. Akurasi pengukuran**

Akurasi pengukuran flow meter mengacu pada sejauh mana hasil pengukuran flow meter mendekati nilai sebenarnya dari laju aliran fluida. Tingkat akurasi pengukuran dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk jenis flow meter yang digunakan, kondisi aliran, kualitas instalasi, kalibrasi yang tepat, dan perawatan yang baik.

Untuk mencapai akurasi yang optimal, berikut beberapa faktor yang perlu diperhatikan:

1. Kalibrasi: Melakukan kalibrasi rutin flow meter sesuai dengan standar yang ditetapkan. Kalibrasi harus dilakukan dengan menggunakan alat kalibrasi yang akurat dan terpercaya.
2. Kondisi aliran: Memastikan kondisi aliran stabil dan tidak mengalami turbulensi yang berlebihan. Faktor-faktor seperti kecepatan aliran, tekanan, viskositas, dan kebersihan fluida dapat mempengaruhi akurasi pengukuran.
3. Instalasi yang tepat: Mengikuti pedoman instalasi dari produsen flow meter untuk memastikan posisi yang tepat,

panjang pipa lurus yang diperlukan sebelum dan sesudah flow meter, dan pemantauan kondisi lingkungan yang mempengaruhi pengukuran.

4. Perawatan dan pemeliharaan: Melakukan perawatan dan pemeliharaan rutin pada flow meter, termasuk pemeriksaan kebocoran, membersihkan sensor atau elemen pengukuran, dan mengganti bagian yang rusak atau aus.

## **B. Rentang pengukuran**

Rentang pengukuran flow meter dapat ditentukan oleh beberapa faktor, termasuk:

1. Ukuran flow meter: Ukuran flow meter mengacu pada diameter pipa yang dapat diakomodasi oleh flow meter. Rentang pengukuran flow meter dapat bervariasi tergantung pada ukuran pipa yang digunakan. Flow meter dengan ukuran pipa yang lebih besar biasanya dapat mengukur laju aliran yang lebih tinggi.
2. Desain dan jenis flow meter: Setiap jenis flow meter memiliki rentang pengukuran yang unik berdasarkan prinsip kerja dan karakteristik desainnya. Beberapa flow meter mungkin lebih cocok untuk rentang pengukuran yang lebih rendah, sedangkan yang lain dapat mengukur aliran yang lebih tinggi.

3. Faktor lingkungan: Rentang pengukuran flow meter juga dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti suhu, tekanan, dan viskositas fluida. Beberapa flow meter dapat beroperasi dalam rentang suhu yang luas, sementara yang lain memiliki batasan suhu yang lebih ketat.
4. Akurasi yang diinginkan: Rentang pengukuran flow meter juga dapat bergantung pada tingkat akurasi yang diinginkan. Pada umumnya, flow meter dengan akurasi yang lebih tinggi mungkin memiliki rentang pengukuran yang lebih sempit.

### **C. Respon dinamis**

Respon dinamis pada flow meter mengacu pada kemampuan flow meter untuk mengukur perubahan laju aliran secara akurat dan responsif dalam rentang waktu yang singkat.

1. Prinsip kerja flow meter: Setiap jenis flow meter memiliki karakteristik respon dinamis yang berbeda berdasarkan prinsip kerjanya. Misalnya, flow meter dengan komponen mekanis seperti rotor atau turbin biasanya memiliki respon dinamis yang lebih lambat dibandingkan dengan flow meter berbasis elektronik seperti flow meter ultrasonik.
2. Waktu tanggapan (response time): Waktu tanggapan adalah waktu yang diperlukan oleh flow meter untuk menanggapi perubahan laju aliran. Flow meter dengan waktu tanggapan yang lebih cepat akan mampu mengukur perubahan laju

aliran secara lebih responsif. Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu tanggapan termasuk kecepatan pemrosesan sinyal, teknologi sensor, dan karakteristik fisik flow meter.

3. Damping: Beberapa flow meter dilengkapi dengan fitur damping yang dapat mengurangi fluktuasi atau getaran yang tidak diinginkan dalam pengukuran. Damping yang terlalu tinggi dapat memperlambat respon dinamis, sementara damping yang terlalu rendah dapat menyebabkan fluktuasi yang berlebihan. Damping yang tepat harus dipilih sesuai dengan karakteristik aliran yang diukur.
4. Faktor lingkungan: Suhu, tekanan, dan viskositas fluida juga dapat mempengaruhi respon dinamis flow meter. Perubahan dalam faktor-faktor ini dapat memengaruhi kinerja dan waktu tanggapan flow meter.

#### **D. Ketahanan terhadap kontaminasi**

Ketahanan terhadap kontaminasi merupakan salah satu faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam memilih flow meter.

1. Desain dan bahan konstruksi: Flow meter yang memiliki desain dan bahan konstruksi yang tahan terhadap kontaminasi dapat mengurangi risiko kerusakan atau penyumbatan. Misalnya, menggunakan material yang tahan terhadap korosi

atau memiliki permukaan yang halus untuk mengurangi penumpukan kontaminan.

2. Jenis fluida yang diukur: Berbagai jenis fluida dapat mengandung kontaminasi yang berbeda. Misalnya, fluida dengan partikel padat, endapan, atau bahan kimia tertentu membutuhkan flow meter yang dapat menangani kontaminasi tersebut. Memilih flow meter yang sesuai dengan jenis fluida yang diukur sangat penting.
3. Kebersihan sistem aliran: Menjaga kebersihan sistem aliran, seperti menggunakan filter atau penyaringan yang tepat, dapat membantu mencegah masuknya kontaminasi ke dalam flow meter. Memperhatikan dan memelihara sistem aliran dengan baik dapat memperpanjang umur flow meter dan menjaga kinerjanya.
4. Fitur pembersihan dan pemeliharaan: Beberapa flow meter dilengkapi dengan fitur pembersihan atau pemeliharaan yang memudahkan penghapusan kontaminasi atau endapan. Misalnya, ada flow meter yang dapat dibersihkan dengan aliran balik atau sistem pembersihan otomatis.
5. Kalibrasi dan pemantauan: Melakukan kalibrasi dan pemantauan rutin pada flow meter dapat membantu mendeteksi adanya kontaminasi atau perubahan performa yang disebabkan oleh kontaminasi. Dengan pemeliharaan

yang baik, dapat dilakukan tindakan pencegahan atau perbaikan yang diperlukan untuk menjaga ketahanan terhadap kontaminasi.

#### **E. Keandalan operasional**

Keandalan operasional merupakan faktor kritis dalam pemilihan flow meter, terutama dalam aplikasi industri di mana kegagalan flow meter dapat mengakibatkan gangguan produksi, kerugian finansial, atau bahkan potensi bahaya bagi keselamatan. Beberapa faktor yang mempengaruhi keandalan operasional flow meter:

1. Desain dan konstruksi: Flow meter dengan desain yang solid dan konstruksi yang kuat cenderung lebih andal. Pemilihan bahan yang tahan terhadap korosi, aus, atau kerusakan fisik juga penting untuk memastikan keandalan jangka panjang.
2. Kualitas komponen dan teknologi: Komponen internal flow meter, seperti sensor, elektronik, atau mekanisme pengukuran, harus berkualitas tinggi dan tahan lama. Teknologi yang digunakan dalam flow meter juga berperan dalam keandalan operasional. Memilih flow meter dari produsen yang terpercaya dengan rekam jejak yang baik dapat meningkatkan keandalan operasional.
3. Lingkungan operasional: Flow meter harus mampu beroperasi dalam kondisi lingkungan yang sesuai, termasuk

suhu ekstrem, kelembaban, getaran, atau bahkan lingkungan yang korosif. Flow meter yang dirancang untuk menangani lingkungan yang khusus akan memiliki keandalan yang lebih tinggi dalam kondisi tersebut.

4. Perawatan dan pemeliharaan: Melakukan perawatan dan pemeliharaan rutin pada flow meter sangat penting untuk menjaga keandalan operasional. Ini termasuk pembersihan, kalibrasi, dan inspeksi berkala. Menjaga flow meter dalam kondisi optimal dapat mengidentifikasi masalah potensial sebelum mereka menyebabkan kegagalan.
5. Kalibrasi dan verifikasi: Flow meter perlu dikalibrasi secara teratur untuk memastikan keakuratan pengukuran. Verifikasi periodik juga diperlukan untuk memverifikasi kinerja flow meter. Proses kalibrasi dan verifikasi yang tepat harus dilakukan sesuai dengan pedoman produsen atau standar industri yang berlaku.

#### **2.1.4 Pengukuran Aliran Fluida pada Turbine Bearing PLTA Musi**

##### **Unit 3.**

##### **A. Deskripsi sistem turbine bearing PLTA Musi Unit 3**

Sistem Turbine Bearing di PLTA Musi Unit 3 adalah komponen penting dalam pembangkit listrik tenaga air tersebut. Sistem ini bertanggung jawab untuk mendukung dan menjaga stabilitas operasi turbin yang digerakkan oleh aliran air.

1. **Bearing Turbin Utama:** Sistem ini terdiri dari bearing (bantalan) yang mendukung poros utama turbin. Bearing ini dirancang untuk menahan beban berat dan mengurangi gesekan antara poros dan bantalan. Tujuannya adalah untuk memastikan rotasi yang halus dan stabil dari turbin utama.
2. **Bearing Intermediet:** Sistem ini melibatkan bearing yang mendukung poros-poros yang menghubungkan turbin utama dengan komponen lainnya, seperti generator atau pompa. Bearing ini bertanggung jawab untuk menjaga poros agar tetap lurus dan mencegah getaran yang tidak diinginkan.
3. **Bearing Turbin Pelengkap:** Sistem ini terdiri dari bearing yang mendukung komponen-komponen pelengkap di dalam turbin, seperti rotor, kipas, atau elemen-elemen lainnya. Bearing ini membantu menjaga stabilitas operasi dan peredaran energi yang efisien dalam turbin.
4. **Sistem Pelumasan:** Sistem pelumasan merupakan bagian penting dari sistem Turbine Bearing. Sistem ini memberikan pelumas, seperti minyak atau gemuk, ke bearing untuk mengurangi gesekan dan suhu yang dihasilkan selama operasi. Hal ini penting untuk meminimalkan keausan dan memastikan umur panjang serta keandalan bearing.

5. Sistem Pendingin: Sistem pendingin digunakan untuk menjaga suhu operasi bearing tetap dalam batas yang aman. Suhu yang tinggi dapat mengurangi kinerja bearing dan memperpendek umur pakai mereka. Sistem pendingin ini mungkin melibatkan aliran air atau sistem pendingin yang terpisah, tergantung pada desain dan kebutuhan PLTA Musi Unit 3.

#### **B. Aliran fluida yang perlu diukur**

Di dalam Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3, terdapat beberapa aliran fluida yang perlu diukur untuk memantau dan mengontrol operasi sistem. Berikut adalah beberapa aliran fluida yang penting untuk diukur:

1. Aliran Air Masuk (Inlet Flow): Aliran air masuk ke turbin adalah parameter penting yang perlu diukur untuk memantau ketersediaan aliran air yang diperlukan untuk menggerakkan turbin. Pengukuran aliran air masuk membantu dalam mengoptimalkan efisiensi dan kinerja turbin.
2. Aliran Air Keluar (Outlet Flow): Aliran air keluar dari turbin juga perlu diukur untuk memantau keluaran daya yang dihasilkan oleh turbin. Pengukuran aliran air keluar membantu dalam mengevaluasi kinerja turbin dan mengoptimalkan produksi energi.

3. Aliran Pelumas (Lubricant Flow): Sistem Turbine Bearing menggunakan pelumas untuk mengurangi gesekan dan memastikan pelumasan yang memadai antara bantalan dan poros. Pengukuran aliran pelumas memungkinkan pemantauan kecukupan pelumasan dan memastikan keandalan dan umur panjang bantalan.
4. Aliran Pendingin (Cooling Flow): Sistem pendingin digunakan untuk menjaga suhu operasi bantalan tetap dalam batas yang aman. Pengukuran aliran pendingin memungkinkan pemantauan dan pengaturan suhu operasi bantalan untuk menjaga performa dan umur panjang bantalan.
5. Aliran Air Pembuangan (Discharge Flow): Setelah energi dihasilkan oleh turbin, aliran air dapat dibuang ke saluran pembuangan. Pengukuran aliran air pembuangan membantu dalam mengevaluasi dan memantau volume air yang dilepaskan dari PLTA Musi Unit 3.

### **C. Tuntutan khusus dalam pengukuran aliran fluida pada sistem tersebut**

Dalam pengukuran aliran fluida pada sistem Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3, terdapat beberapa tuntutan khusus yang perlu dipertimbangkan:

1. Akurasi Tinggi: Pengukuran aliran fluida harus memiliki tingkat akurasi yang tinggi untuk memastikan data yang akurat dan dapat diandalkan. Akurasi yang tinggi diperlukan untuk memonitor performa sistem dengan tepat dan mengidentifikasi perubahan yang mungkin terjadi.
2. Kemampuan Mengukur Rentang Aliran yang Luas: Sistem Turbine Bearing dapat mengalami variasi aliran fluida yang signifikan tergantung pada kondisi operasi. Oleh karena itu, flow meter yang digunakan harus mampu mengukur rentang aliran yang luas, mulai dari aliran minimum hingga aliran maksimum yang mungkin terjadi.
3. Ketahanan terhadap Kontaminasi: Aliran fluida di dalam sistem Turbine Bearing mungkin mengandung partikel padat, endapan, atau kotoran lainnya. Flow meter yang digunakan harus tahan terhadap kontaminasi tersebut, sehingga tidak terjadi penyumbatan atau kerusakan yang dapat mengganggu kinerja flow meter.

4. Kemampuan Menangani Tekanan Tinggi: Sistem Turbine Bearing beroperasi dalam tekanan tinggi. Oleh karena itu, flow meter yang digunakan harus memiliki kemampuan untuk menangani tekanan tinggi tanpa mengalami kebocoran atau kerusakan.
5. Ketahanan Terhadap Suhu Ekstrem: Fluida dalam sistem Turbine Bearing dapat memiliki suhu yang ekstrem, baik suhu tinggi maupun suhu rendah. Flow meter yang digunakan harus tahan terhadap suhu ekstrem tersebut agar dapat memberikan pengukuran yang akurat dan tidak terpengaruh oleh perubahan suhu.
6. Kemampuan Memantau Aliran secara Real-time: Monitoring aliran fluida secara real-time sangat penting untuk mendeteksi perubahan atau masalah yang mungkin terjadi dengan cepat. Oleh karena itu, flow meter yang digunakan harus memiliki kemampuan untuk memberikan informasi aliran secara real-time agar operator dapat merespon dengan tepat waktu.
7. Tahan Terhadap Getaran dan Guncangan: Turbin dan sistem Turbine Bearing beroperasi dalam kondisi yang dapat menghasilkan getaran dan guncangan. Flow meter yang digunakan harus dirancang dan dipasang dengan baik agar

dapat menahan getaran dan guncangan tersebut sehingga tidak mengganggu kinerja dan akurasi pengukuran.

## **2.1.5 Metode Pengukuran Aliran Fluida pada Turbine Bearing PLTA**

### **Musi Unit 3**

#### **A. Flow meter yang digunakan dalam sistem**

Flow meter yang digunakan dalam sistem Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3 dapat bervariasi tergantung pada persyaratan aplikasi dan preferensi desain. Beberapa jenis flow meter yang mungkin digunakan dalam sistem tersebut antara lain:

1. **Flow Meter Ultrasonik:** Flow meter ultrasonik menggunakan prinsip gelombang ultrasonik untuk mengukur aliran fluida. Ada dua jenis utama flow meter ultrasonik, yaitu transit time dan Doppler. Flow meter ultrasonik sering digunakan dalam aplikasi industri yang membutuhkan akurasi tinggi dan kemampuan mengukur aliran pada rentang yang luas.
2. **Flow Meter Magnetic:** Flow meter magnetic (elektromagnetik) menggunakan prinsip hukum Faraday untuk mengukur aliran fluida. Mereka bekerja dengan mengukur gaya magnet pada konduktor yang melewatinya. Flow meter magnetic biasanya digunakan untuk aliran fluida yang memiliki konduktivitas listrik, seperti air atau larutan elektrolit.

3. Flow Meter Vortex: Flow meter vortex menggunakan efek vortex yang terjadi ketika fluida mengalir melewati sebuah penghalang. Pengukuran aliran didasarkan pada frekuensi atau kecepatan pembentukan vortex. Flow meter vortex biasanya digunakan untuk mengukur aliran fluida yang memiliki tingkat kekentalan yang rendah dan tidak mengandung partikel padat.
4. Flow Meter Venturi: Flow meter Venturi menggunakan prinsip perubahan tekanan untuk mengukur aliran fluida. Mereka terdiri dari saluran yang melebar dan menyempit yang menciptakan perubahan tekanan proporsional terhadap aliran fluida. Flow meter Venturi sering digunakan dalam aplikasi industri yang membutuhkan pengukuran aliran yang akurat dan stabil.

#### **B. Perbandingan data pengukuran dengan metode referensi**

Untuk memastikan akurasi dan keandalan pengukuran aliran fluida, perbandingan data pengukuran yang diperoleh dari flow meter dengan metode referensi dapat dilakukan. Metode referensi adalah metode pengukuran yang dianggap sebagai standar atau acuan yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

- Identifikasi Metode Referensi: Tentukan metode referensi yang akan digunakan sebagai pembanding. Metode referensi yang umum digunakan dalam pengukuran aliran fluida adalah

menggunakan flow meter kalibrasi yang telah teruji dan memiliki akurasi yang tinggi.

- Pengukuran Bersamaan: Lakukan pengukuran aliran fluida secara bersamaan menggunakan flow meter yang akan diuji dan metode referensi yang dipilih. Pastikan kondisi operasional dan lingkungan pengukuran serupa untuk kedua metode.
- Perbandingan Data: Bandingkan hasil pengukuran dari flow meter dengan hasil pengukuran dari metode referensi. Perhatikan perbedaan antara data yang diperoleh dari kedua metode. Evaluasi deviasi atau perbedaan yang terjadi antara data pengukuran tersebut.
- Analisis Kesalahan: Analisis kesalahan atau perbedaan antara data pengukuran flow meter dan metode referensi. Tinjau faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi perbedaan tersebut, seperti adanya kesalahan kalibrasi, efek keausan flow meter, atau kondisi operasional yang tidak ideal.
- Kalibrasi dan Koreksi: Jika ditemukan perbedaan yang signifikan antara data pengukuran flow meter dan metode referensi, pertimbangkan untuk melakukan kalibrasi atau koreksi terhadap flow meter. Ini dapat dilakukan dengan mengatur parameter atau faktor koreksi pada flow meter atau

dengan mengkalibrasi ulang flow meter agar sesuai dengan metode referensi.

### **C. Analisis kinerja flow meter berdasarkan kriteria evaluasi**

Untuk menganalisis kinerja flow meter berdasarkan kriteria evaluasi, berikut adalah beberapa kriteria yang umum digunakan:

1. Akurasi: Akurasi adalah kemampuan flow meter dalam memberikan pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya. Evaluasi kinerja flow meter dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran flow meter dengan metode referensi atau standar yang akurat. Kesalahan atau deviasi antara pengukuran flow meter dan metode referensi digunakan sebagai ukuran akurasi flow meter.
2. Rentang Pengukuran: Rentang pengukuran mengacu pada kemampuan flow meter dalam mengukur aliran fluida dalam rentang yang luas. Flow meter yang baik harus mampu mengukur aliran mulai dari nilai minimum hingga maksimum yang diharapkan dalam aplikasi tertentu.
3. Respon Dinamis: Respon dinamis mengacu pada kemampuan flow meter untuk merespons perubahan aliran fluida secara cepat dan akurat. Flow meter yang memiliki respon dinamis yang baik dapat mendeteksi perubahan aliran dengan cepat dan memberikan pembacaan yang akurat dalam waktu nyata.

4. **Ketahanan Terhadap Kontaminasi:** Ketahanan terhadap kontaminasi merujuk pada kemampuan flow meter untuk tetap berfungsi dengan baik meskipun terdapat partikel padat, kotoran, atau bahan kontaminan lain dalam aliran fluida. Flow meter yang tahan terhadap kontaminasi memiliki desain yang mampu menghindari penyumbatan dan kerusakan akibat adanya kontaminan dalam aliran fluida.
5. **Keandalan Operasional:** Keandalan operasional mengacu pada kemampuan flow meter untuk beroperasi secara konsisten dan andal dalam jangka waktu yang lama tanpa mengalami kerusakan atau penurunan kinerja. Flow meter yang handal meminimalkan kebutuhan perawatan dan mempertahankan akurasi pengukuran yang konsisten sepanjang masa operasional.
6. **Kemudahan Instalasi dan Pemeliharaan:** Flow meter yang baik harus mudah diinstalasikan dan dirawat. Faktor-faktor seperti ukuran, desain konektor, dan kemampuan untuk mengakses dan membersihkan flow meter dapat memengaruhi kinerja dan kemudahan penggunaan.

#### **2.1.6 Pemeliharaan dan Kalibrasi Flow Meter**

##### **A. Pentingnya pemeliharaan rutin**

Pemeliharaan rutin flow meter sangat penting dalam menjaga kinerja optimal dan keandalan pengukuran aliran fluida.

Berikut adalah beberapa alasan mengapa pemeliharaan rutin flow meter penting:

1. Memastikan Akurasi Pengukuran: Pemeliharaan rutin meliputi pemeriksaan, kalibrasi, dan perawatan flow meter. Dengan melakukan pemeliharaan rutin, flow meter dapat tetap dalam kondisi yang optimal dan akurat. Ini sangat penting untuk memastikan bahwa pengukuran aliran fluida yang dihasilkan oleh flow meter tetap akurat dan dapat diandalkan.
2. Mencegah Penurunan Kinerja: Seiring waktu, flow meter dapat mengalami keausan atau kerusakan komponen yang dapat mempengaruhi kinerjanya. Pemeliharaan rutin dapat membantu mendeteksi dan mencegah penurunan kinerja flow meter sebelum menjadi masalah yang lebih serius. Dengan melakukan pemeriksaan rutin, pengguna dapat mengidentifikasi tanda-tanda awal kerusakan atau keausan dan mengambil tindakan yang diperlukan.
3. Peningkatan Umur Pelayanan: Pemeliharaan rutin yang tepat dapat membantu memperpanjang umur pelayanan flow meter. Dengan menjaga flow meter dalam kondisi yang baik, potensi kerusakan atau keausan dapat diminimalkan, sehingga flow meter dapat berfungsi secara optimal dalam jangka waktu yang lebih lama. Hal ini mengurangi kebutuhan

akan penggantian atau perbaikan yang mahal dan menghemat biaya jangka panjang.

4. **Identifikasi Masalah Secara Dini:** Pemeliharaan rutin termasuk pemeriksaan visual, pemeriksaan fungsional, dan kalibrasi flow meter. Dengan melakukan pemeliharaan rutin, pengguna dapat mengidentifikasi masalah atau ketidaksesuaian dalam pengukuran aliran fluida secara dini. Hal ini memungkinkan pengguna untuk segera mengambil tindakan perbaikan atau penyesuaian yang diperlukan sebelum masalah tersebut mempengaruhi kualitas pengukuran.
5. **Menjaga Keandalan Operasional:** Pemeliharaan rutin yang teratur membantu menjaga keandalan operasional flow meter. Dengan menjaga flow meter dalam kondisi yang baik, risiko kerusakan yang tidak terduga atau kegagalan operasional dapat diminimalkan. Hal ini penting untuk menjaga kontinuitas operasi sistem dan mencegah gangguan yang dapat menghentikan proses produksi atau mengakibatkan kerugian.

## **B. Proses kalibrasi flow meter**

Proses kalibrasi flow meter adalah langkah penting dalam memastikan akurasi pengukuran aliran fluida. Berikut adalah tahapan umum yang terlibat dalam proses kalibrasi flow meter:

1. **Persiapan:** Siapkan lingkungan kalibrasi yang tepat dengan memastikan bahwa kondisi lingkungan seperti suhu, tekanan, dan kelembaban stabil dan sesuai dengan persyaratan kalibrasi. Pastikan bahwa peralatan kalibrasi yang diperlukan, termasuk standar referensi, perangkat pemantau, dan peralatan pengukuran tambahan, tersedia dan dalam kondisi yang baik.
2. **Verifikasi Awal:** Sebelum memulai kalibrasi, lakukan verifikasi awal terhadap flow meter untuk memastikan bahwa flow meter dalam keadaan yang baik dan sesuai dengan spesifikasi. Periksa komponen, konektivitas, dan pengaturan flow meter.
3. **Pemasangan Flow Meter:** Pasang flow meter pada jalur aliran fluida yang akan diukur dengan memastikan bahwa pemasangan dilakukan dengan benar sesuai dengan petunjuk produsen. Pastikan bahwa tidak ada kebocoran dan bahwa aliran fluida mengalir dengan lancar melalui flow meter.
4. **Kalibrasi Dasar:** Lakukan kalibrasi dasar dengan menggunakan standar referensi yang akurat. Ini melibatkan membandingkan pembacaan flow meter dengan standar referensi pada berbagai tingkat aliran yang diketahui. Catat pembacaan dari flow meter dan standar referensi untuk setiap tingkat aliran.

5. Analisis Deviasi: Analisis deviasi atau perbedaan antara pembacaan flow meter dan standar referensi. Evaluasi akurasi flow meter dengan membandingkan pembacaan flow meter dengan pembacaan standar referensi. Identifikasi pola deviasi dan faktor yang mempengaruhinya, seperti kesalahan sistematis atau kesalahan acak.
6. Koreksi dan Penyesuaian: Jika ditemukan perbedaan yang signifikan antara pembacaan flow meter dan standar referensi, lakukan koreksi dan penyesuaian terhadap flow meter. Ini dapat dilakukan dengan mengatur parameter atau faktor koreksi pada flow meter atau dengan melakukan kalibrasi ulang.
7. Verifikasi Akhir: Setelah melakukan penyesuaian atau koreksi, lakukan verifikasi akhir untuk memastikan bahwa flow meter memberikan pembacaan yang akurat dan sesuai dengan standar referensi. Ulangi langkah-langkah kalibrasi jika diperlukan hingga akurasi yang diinginkan tercapai.
8. Dokumentasi: Catat semua hasil kalibrasi, termasuk pembacaan flow meter, standar referensi, dan langkah-langkah yang diambil selama proses kalibrasi. Dokumentasi ini berguna sebagai bukti kalibrasi dan referensi untuk pemeliharaan masa depan dan pemantauan kinerja flow meter.

### C. Frekuensi kalibrasi yang disarankan

Frekuensi kalibrasi flow meter dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor berikut:

1. **Persyaratan Industri:** Beberapa industri memiliki regulasi atau standar yang mengharuskan kalibrasi flow meter dilakukan dalam interval waktu tertentu. Misalnya, industri farmasi atau makanan dapat mengharuskan kalibrasi flow meter dilakukan setiap tahun atau setiap beberapa tahun. Pastikan untuk memahami persyaratan industri yang berlaku untuk sistem atau aplikasi Anda.
2. **Lingkungan Operasional:** Lingkungan operasional flow meter dapat mempengaruhi frekuensi kalibrasi. Jika flow meter terpapar kondisi lingkungan yang keras, seperti suhu ekstrem, kelembaban tinggi, atau paparan bahan kimia yang korosif, maka frekuensi kalibrasi mungkin perlu lebih sering.
3. **Riwayat Kinerja:** Riwayat kinerja flow meter juga harus diperhatikan. Jika flow meter telah menunjukkan ketidaksesuaian dalam pengukuran atau ada perubahan signifikan dalam kinerja, maka perlu untuk melakukan kalibrasi lebih sering untuk memastikan akurasi yang diinginkan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Penelitian**

Desain penelitian adalah sebuah struktur tujuan untuk menyelesaikan penelitian yang dilakukan. Penjelasan struktur diatas adalah sebagai berikut :

##### **3.1.1 Perencanaan**

Ketika menganalisa Tugas Akhir ini ada beberapa perencanaan awal yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan survei lokasi di ULPL TA Musi untuk memverifikasi kelayakan judul yang akan diteliti.
- b. Melakukan observasi terkait KINERJA FLOW METER DALAM MENGUKUR ALIRAN FLUIDA PADA TURBINE BEARING UNIT 3 PADA ULPL TA MUSI.
- c. Melakukan wawancara dengan pihak terkait di ULPL TA Musi untuk memperoleh informasi tentang Kinerja FlowMeter Turbin Bearing yang akan menjadi fokus dalam laporan Tugas Akhir ini.
- d. Membuat dokumentasi sebagai bukti bahwa penelitian dilakukan di ULPL TA Musi.
- e. Melakukan analisis terhadap data yang terkumpul dan menyusun kesimpulan yang akan disajikan dalam laporan Tugas Akhir.

- f. Mengadakan sesi bimbingan dengan dosen pembimbing terkait dan melakukan perbaikan atau revisi terhadap laporan Tugas Akhir.

### **3.1.2 Aksi**

Sebelum melaksanakan penelitian, langkah-langkah perencanaan yang dilakukan meliputi mengadakan bimbingan dengan dosen pembimbing dan melakukan pencarian literatur terkait permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini. Selanjutnya, perlu disusun surat penelitian yang akan diajukan ke ULPL TA Musi dan mempersiapkan persyaratan-persyaratan yang diperlukan sesuai dengan ketentuan yang diberikan oleh pihak terkait sebelum memulai penelitian di lokasi tersebut.

### **2.1.3 Observasi**

Pada tahapan ini, dilakukan pelaksanaan program bimbingan secara bersamaan dengan melakukan analisis ke ULPL TA Musi untuk mengumpulkan data yang relevan dengan materi yang akan dibahas dalam laporan tugas akhir ini. Dalam pelaksanaan program bimbingan, dosen pembimbing akan memberikan panduan dan arahan yang diperlukan dalam menjalankan penelitian. Sementara itu, dengan melakukan analisis ke ULPL TA Musi, dilakukan pengumpulan data yang spesifik dan relevan terkait FlowMeter Turbin Bearing di lokasi

tersebut. Data-data ini akan menjadi dasar yang kuat dalam menyusun laporan tugas akhir dengan informasi yang akurat dan mendalam.

#### **3.1.4 Olah Data**

Tahapan pengolahan data dilakukan untuk memverifikasi apakah data yang terkumpul dapat dianalisis sesuai dengan judul penelitian yang ditetapkan. Pengolahan data ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang ada memiliki kualitas yang memadai, tersusun dengan baik, dan dapat diinterpretasikan secara relevan terhadap tujuan penelitian. Jika setelah pengolahan data terdapat cukup data yang memenuhi kriteria analisis, maka penelitian dapat melanjutkan tahapan selanjutnya dengan keyakinan bahwa analisis dapat dilakukan dengan tepat dan mendukung hasil yang akurat.

#### **3.1.5 Wawancara ( Interview )**

Melakukan wawancara merupakan langkah penting dalam penelitian untuk mendapatkan data dan informasi tambahan yang diperlukan, terutama jika terdapat informasi yang kurang valid atau belum tercakup dalam sumber data lainnya. Wawancara dapat dilakukan secara fleksibel, baik secara offline maupun online, tergantung pada persetujuan dan ketersediaan pihak terkait. Tujuan dari wawancara adalah untuk mengumpulkan perspektif, pandangan, dan pengetahuan yang mendalam dari responden yang relevan dengan topik penelitian,

sehingga dapat memperkaya pemahaman dan analisis dalam laporan penelitian.

### **3.1.6 Dokumentasi**

Tahap ini melibatkan pengarsipan data yang telah diperoleh dari hasil penelitian, termasuk buku-buku atau data yang berisi referensi terkait sistem perawatan genset, serta foto-foto pendukung yang digunakan dalam proses penyusunan tugas akhir ini. Pengarsipan data bertujuan untuk memastikan keamanan dan keterjangkauan data tersebut agar dapat diakses dan digunakan kembali jika diperlukan. Dengan menyimpan data secara teratur dan terstruktur, memudahkan peneliti dalam mengakses informasi yang relevan dan mendukung integritas serta validitas laporan tugas akhir yang disusun.

## **3.2 Teknik Pengumpulan Data**

### **3.2.1 Studi literature**

Studi literatur dilakukan dengan menggali pengetahuan dan sudut pandang yang lebih luas mengenai topik tugas akhir ini. Pendekatan ini melibatkan membaca teori-teori terkait yang disarankan oleh pembimbing, buku-buku dari perpustakaan, serta sumber-sumber lain seperti artikel, jurnal, dan sumber internet yang relevan dengan topik yang akan dibahas. Melalui studi literatur, peneliti dapat memperluas pemahaman tentang topik penelitian, mengidentifikasi kerangka teoritis

yang relevan, dan mengintegrasikan berbagai perspektif yang beragam. Hal ini memungkinkan peneliti untuk mengembangkan pengetahuan yang lebih mendalam serta sudut pandang yang lebih komprehensif dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

### **3.2.2 Studi bimbingan**

Studi bimbingan melibatkan interaksi langsung antara peneliti dan dosen pembimbing untuk mendiskusikan topik tugas akhir. Dalam studi bimbingan ini, terdapat kegiatan diskusi yang melibatkan tanya jawab antara peneliti dan dosen pembimbing. Selain itu, diskusi juga mencakup pembahasan mengenai kendala-kendala yang dihadapi oleh peneliti dalam pelaksanaan penelitian. Melalui studi bimbingan, peneliti dapat memperoleh arahan, saran, dan masukan dari dosen pembimbing untuk mengatasi kendala dan meningkatkan kualitas penelitian. Selain itu, revisi-revisi juga dapat dilakukan jika diperlukan, baik dalam menambahkan maupun mengurangi materi yang relevan dalam tugas akhir ini.

### **3.2.3 Metode observasi**

Dalam tahap ini, dilakukan pengamatan langsung terhadap Kinerja FlowMeter Turbin Bearing ULPL TA Musi Unit 3. Pengamatan ini bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi yang relevan yang akan dibahas dalam laporan tugas akhir. Dengan melakukan pengamatan secara langsung, peneliti dapat memperoleh pemahaman yang mendalam tentang

praktek Kinerja FlowMeter Turbin Bearing. Hasil pengamatan ini akan menjadi dasar yang kuat dalam menyusun laporan tugas akhir yang informatif dan akurat.

#### **3.2.4 Wawancara**

Penulis melakukan wawancara dengan pihak yang terkait dalam materi yang dibahas, seperti pekerja di departemen listrik di ULPL TA Musi. Wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan perspektif dan pengetahuan langsung dari mereka yang memiliki tentang Flowmeter Turbin Bearing di ULPL TA Musi. Melalui wawancara ini, penulis dapat menggali informasi lebih dalam mengenai materi tentang FlowMeter Turbin Bearing, tantangan yang dihadapi, dan pendekatan yang efektif dalam menjaga performa dan keandalan FlowMeter Turbin Bearing. Data yang diperoleh dari wawancara ini akan menjadi tambahan yang berharga dalam laporan tugas akhir yang disusun.

#### **3.2.5 Dokumentasi**

Melakukan pengambilan gambar/video yang perlu untuk menjadi lampiran/pembahasan di laporan tugas akhir ini, sehingga menjadi bukti bahwa telah melakukan analisa di ULPL TA Musi.

#### **3.2.6 Evaluasi**

Evaluasi dilakukan dari data yang diperoleh, dapat diketahui sejauh mana hasil dari analisa atau pengambilan data yang telah dilakukan

sehingga laporan dapat dibuat dalam bentuk sistematis dan sesuai dengan panduan yang berlaku.

### **3.1. Desain Operasional**

- Akurasi Pengukuran Flow Meter: Dalam konteks penelitian ini, akurasi pengukuran flow meter didefinisikan sebagai perbandingan antara nilai aliran fluida yang diukur oleh flow meter dengan nilai aliran yang sebenarnya pada Turbine Bearing di PLTA Musi Unit 3. Akurasi pengukuran flow meter dihitung dengan menggunakan persentase selisih antara nilai yang diukur dan nilai yang sebenarnya, dihitung dengan menggunakan metode perbandingan atau perhitungan kesalahan relatif.
- Rentang Aliran yang Sesuai: Rentang aliran yang sesuai dari flow meter didefinisikan sebagai rentang nilai aliran fluida yang dapat diukur oleh flow meter dengan tingkat akurasi yang dapat diterima pada Turbine Bearing di PLTA Musi Unit 3. Rentang aliran ini melibatkan nilai minimum dan maksimum aliran yang dapat diukur dengan tingkat kesalahan yang masih dapat diterima dan relevan dalam operasi Turbine Bearing.
- Pengaruh Lingkungan pada Kinerja Flow Meter: Pengaruh lingkungan pada kinerja flow meter didefinisikan sebagai efek dari variabel lingkungan, seperti suhu, tekanan, dan sifat fluida yang diukur, terhadap akurasi dan stabilitas pengukuran flow meter pada Turbine Bearing di PLTA Musi Unit 3. Pengaruh lingkungan ini dinilai melalui

analisis perubahan karakteristik aliran fluida dan akurasi pengukuran flow meter dalam berbagai kondisi operasional.

- Perbandingan Kinerja Flow Meter: Perbandingan kinerja flow meter didefinisikan sebagai evaluasi dan perbandingan antara kinerja berbagai jenis flow meter yang digunakan dalam mengukur aliran fluida pada Turbine Bearing di PLTA Musi Unit 3. Perbandingan ini meliputi faktor-faktor seperti akurasi, rentang aliran yang dapat diukur, stabilitas, dan respon dinamis flow meter dalam kondisi operasional yang sama.
- Tindakan Perbaikan dan Peningkatan Kinerja Flow Meter: Tindakan perbaikan dan peningkatan kinerja flow meter didefinisikan sebagai langkah-langkah yang diambil untuk memperbaiki dan meningkatkan akurasi, rentang aliran, dan stabilitas pengukuran flow meter pada Turbine Bearing di PLTA Musi Unit 3. Tindakan ini dapat mencakup kalibrasi rutin, pemeliharaan yang tepat, atau pertimbangan untuk mengganti atau memperbarui flow meter yang digunakan.
- Aliran Fluida: Jumlah aliran fluida yang melewati Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3 dalam satuan yang relevan (misalnya, liter per detik, meter kubik per jam, dll.).
- Turbine Bearing: Komponen pada PLTA Musi Unit 3 yang bertanggung jawab untuk mendukung dan menggerakkan turbin.
- Flow Meter: Alat atau perangkat yang digunakan untuk mengukur aliran fluida pada Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3.

- Kinerja Flow Meter: Kemampuan flow meter dalam mengukur aliran fluida dengan akurat, rentang pengukuran yang sesuai, respon dinamis yang cepat, ketahanan terhadap kontaminasi yang baik, dan keandalan operasional yang tinggi.

### **3.3. Populasi Dan Sampel**

#### **3.3.1. Sampel adalah subset dari populasi yang akan diambil untuk penelitian.**

- Jenis Flow Meter: Terdapat beberapa jenis flow meter yang digunakan dalam industri, seperti flow meter ultrasonik, flow meter magnetic, flow meter vortex, atau flow meter Venturi. Sampel dapat mencakup beberapa atau semua jenis flow meter yang digunakan pada Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3 untuk mewakili variasi yang ada.
- Jumlah Flow Meter: Jumlah sampel yang diambil dapat ditentukan berdasarkan kebutuhan statistik dan tingkat kepercayaan yang diinginkan. Ini dapat bergantung pada faktor seperti kompleksitas sistem, jumlah flow meter yang digunakan, dan sumber daya yang tersedia untuk penelitian.
- Penggunaan Flow Meter: Sampel dapat dipilih berdasarkan penggunaan flow meter, misalnya, flow meter yang digunakan untuk mengukur aliran fluida pada inlet atau outlet Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3.

- Periode Pengamatan: Sampel dapat diambil dalam jangka waktu tertentu untuk memperhitungkan perubahan dalam kinerja flow meter seiring waktu. Misalnya, sampel dapat diambil dalam periode bulanan atau tahunan untuk melacak kinerja flow meter seiring berjalannya waktu.

### **3.4. Instrumen Dan Teknik Pengumpulan Data**

#### **3.4.1 Instrumen dan teknik pengumpulan data yang dapat digunakan dalam penelitian mengenai kinerja flow meter dalam mengukur aliran fluida pada Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3 antara lain.**

1. Observasi langsung: Melibatkan pengamatan langsung terhadap flow meter yang sedang beroperasi dalam situasi nyata. Pengamatan ini dapat dilakukan dengan memperhatikan pembacaan yang ditampilkan oleh flow meter, mengamati kondisi fisik flow meter, dan memeriksa kinerja flow meter secara visual.
2. Pengukuran manual: Dilakukan dengan menggunakan perangkat pengukuran tambahan, seperti alat ukur aliran portabel, untuk membandingkan dan memverifikasi pembacaan flow meter. Pengukuran manual dapat dilakukan secara periodik atau saat situasi tertentu untuk mendapatkan data perbandingan dengan pembacaan flow meter.

3. Penggunaan logger data: Menggunakan logger data yang terhubung langsung ke flow meter untuk merekam pembacaan secara terus-menerus dalam rentang waktu yang ditentukan. Logger data dapat memberikan data yang akurat dan lengkap untuk analisis lebih lanjut terkait kinerja flow meter.
4. Wawancara dan kuesioner: Melibatkan wawancara dengan operator atau teknisi yang bertanggung jawab atas penggunaan dan pemeliharaan flow meter. Pertanyaan yang relevan dapat diajukan untuk memperoleh informasi tentang pengalaman, persepsi, dan masalah yang terkait dengan kinerja flow meter.
5. Pengumpulan data historis: Memperoleh data historis yang tercatat sebelumnya, seperti catatan perawatan dan kalibrasi sebelumnya, laporan pemeliharaan, atau catatan kerusakan flow meter. Data ini dapat memberikan wawasan tentang kinerja flow meter selama periode waktu tertentu.

### **3.5. Teknik Analisa Data**

#### **3.5.1. Teknik analisis data yang dapat digunakan dalam penelitian mengenai kinerja flow meter dalam mengukur aliran fluida pada Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3 antara lain:**

1. Analisis Statistik Deskriptif: Melibatkan penggunaan statistik deskriptif untuk meringkas dan menggambarkan data yang dikumpulkan. Ini mencakup penghitungan rata-rata, median,

deviasi standar, rentang, persentil, dan visualisasi data melalui grafik dan diagram.

2. Analisis Perbandingan: Dalam analisis perbandingan, data pengukuran flow meter dapat dibandingkan dengan metode referensi atau standar untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan perbedaan antara keduanya. Ini dapat dilakukan dengan menghitung selisih absolut atau relatif antara pembacaan flow meter dan metode referensi.
3. Analisis Kesesuaian: Melibatkan perbandingan pembacaan flow meter dengan rentang pengukuran yang ditentukan atau batas kesesuaian yang telah ditetapkan. Ini membantu mengidentifikasi apakah flow meter berada dalam batas yang diterima atau apakah terdapat penyimpangan yang signifikan.
4. Analisis Regresi: Jika ada faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja flow meter, analisis regresi dapat digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel independen (misalnya, suhu, tekanan, viskositas) dengan pembacaan flow meter. Ini dapat memberikan wawasan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja flow meter.
5. Analisis Ketahanan terhadap Kontaminasi: Melibatkan evaluasi kemampuan flow meter dalam mengukur aliran fluida dengan presisi meskipun terdapat kontaminan dalam fluida. Ini dapat dilakukan dengan membandingkan pembacaan flow meter

sebelum dan setelah kontaminasi atau dengan membandingkan dengan metode referensi yang sesuai untuk kondisi kontaminasi.

6. Analisis Respon Dinamis: Jika respon dinamis flow meter menjadi perhatian, analisis ini dapat dilakukan untuk memahami waktu respons flow meter terhadap perubahan aliran fluida. Ini melibatkan pengukuran waktu respons dan karakteristik dinamis flow meter.
7. Analisis Keandalan Operasional: Untuk menganalisis keandalan operasional flow meter, dapat digunakan metode seperti analisis kegagalan, perhitungan waktu rata-rata antara kegagalan, atau analisis umur berguna (reliability analysis) untuk menentukan tingkat keandalan dan masa pakai flow meter.
8. Analisis Trend: Jika data historis tersedia, analisis trend dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola atau tren dalam kinerja flow meter seiring waktu. Ini membantu dalam pemantauan dan perencanaan pemeliharaan rutin.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### 4.1. Deskripsi Objek Penelitian

##### 4.1.1. deskripsi objek penelitian secara detail

- ❖ Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3: Ini adalah komponen dalam Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Musi Unit 3 yang bertanggung jawab untuk mendukung dan menggerakkan turbin. Aliran fluida yang mengalir melalui Turbine Bearing perlu diukur secara akurat untuk memastikan operasi yang efisien dan aman.
- ❖ Flow Meter: Flow meter adalah alat atau perangkat yang digunakan untuk mengukur aliran fluida. Pada Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3, flow meter digunakan untuk mengukur aliran fluida yang melewati sistem, seperti aliran fluida pendingin atau pelumas yang masuk dan keluar dari Turbine Bearing. Flow meter berperan penting dalam memantau aliran fluida untuk keperluan pengendalian proses dan pemeliharaan.
- ❖ Aliran Fluida: Aliran fluida yang perlu diukur meliputi aliran fluida pendingin atau pelumas yang digunakan dalam Turbine Bearing. Aliran fluida ini berperan dalam menjaga suhu, viskositas, dan kinerja komponen turbin bearing, sehingga pengukuran yang akurat dan andal sangat penting untuk memastikan operasi yang efisien dan mencegah kerusakan.
- ❖ Kinerja Flow Meter: Fokus penelitian adalah pada kinerja flow meter dalam mengukur aliran fluida pada Turbine Bearing PLTA Musi Unit 3. Aspek-aspek kinerja yang dievaluasi meliputi tingkat akurasi pengukuran, rentang pengukuran yang dapat diakomodasi, respon dinamis terhadap perubahan aliran fluida,

ketahanan terhadap kontaminasi, dan keandalan operasional dalam kondisi operasional yang berkelanjutan.

#### 4.2. Hasil Data Dan Pembahasan KINERJA FLOW METER DALAM MENGUKUR ALIRAN FLUIDA PADA TURBINE BEARING UNIT 3 PADA ULPL TA MUSI.

##### 4.2.1. DATA LOCK SHEET FLOWMETER DI UNIT ULPL TA Musi

Tabel Data Lock Sheet