

**ANALISIS KERUSAKAN MESIN TURBIN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DESA BATANGURU
KECAMATAN SUMARORONG**

**Karya Tulis Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Dari
Universitas Fajar**

Oleh :

SYAMZUL BACHRI. R

1920521026



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

MAKASSAR

2023

**ANALISIS KERUSAKAN MESIN TURBIN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DESA BATANGURU
KECAMATAN SUMARORONG**

Oleh :

SYAMZUL BACHRI R

1920521026

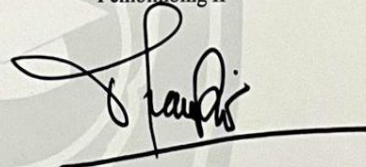
Menyetujui

Tim pembimbing

Tanggal, 31/08/ 2023

Pembimbing I

Pembimbing II




Yanti, S.Pd., MT
NIDN : 0926048303

Ir. Ahmad Thamrin, ST., MT., IPM
NIDN : 0919108103

Mengetahui,

Dekan

Ketua Program Studi


Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT
NIDN : 0906107701
Dr. Ir. Humavatul Ummah Syarif, ST., MT
NIDN : 0923076801

LEMBARAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir:

**“ANALISIS KERUSAKAN MESIN TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MIKROHIDRO DESA BATANGURU KECAMATAN
SUMARORONG”** adalah karya orisinil saya dan setiap seluruh sumber acuan
telah ditulis sesuai dengan Panduan Penulisan Ilmiah yang berlaku di Fakultas
Teknik Universitas Fajar.

Makassar, 08 September 2023

Yang Menyatakan



Syamzul Bachri R.

ABSTRAK

Analisis Kerusakan Mesin Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Desa Batanguru Kecamatan Sumarorong, Syamzul bachri.R. CV. HYDRO BATANGURU Kecamatan Sumarorong pada bulan Januari sampai dengan Desember 2022 terjadi kerusakan yang tidak tetap pada komponen mesin turbin dan harus melakukan pergantian yang tidak tetap dengan jadwal yang ditentukan hal ini mengakibatkan kinerja mesin turbin yang tidak maksimal dan juga pasokan listrik ke Masyarakat tidak maksimal. Oleh sebab itu peneliti menggunakan Metode FMEA untuk melakukan identifikasi terhadap kerusakan, dengan kata lain metode ini di berlakukan untuk mencegah hal tersebut dan agar mendapatkan nilai RPNnya, hal ini dilakukan untuk mengetahui kerusakan yang menjadi prioritas, serta dapat membuat skala untuk melakukan tindakan yang bisa di berlakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengetahui jenis-jenis kerusakan pada mesin turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro desa Batanguru Kec. Sumarorong (2) mengetahui hasil analisis kerusakan pada mesin turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro di desa Batanguru Kec. Sumarorong menggunakan metode FMEA. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian lapangan, penelitian perpustakaan, dan penelitian wawancara dengan pendekatan FMEA. Adapun jenis-jenis kerusakan pada mesin turbin mikrohidro type STC 50 adalah penggantian dinamo, pelumasan pada bearing, pengganti karbon bras pada dinamo general STC 50, pengganti bearing pada turbin, pengganti has baling-baling (*blade*), pengganti V-belt, perbaikan jaringan distribusi dan penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik. Hasil penelitian ini menemukan 8 jenis kerusakan dimana yang paling sering mengalami kerusakan yaitu penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50 sebanyak 4 kali dalam setahun dengan nilai RPN 50. Nilai total komulatif yang didapat sebesar 222 dan yang terkecil adalah 2. Pada presentase keseluruhan didapatkan angka tertinggi iyahlah 22,52% dan yang terendah iyahlah 0.9%.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik, Mikrohidro, Turbin, STC 50, FMEA

ABSTRACT

Analysis of Damage to Turbine Machinery in Microhydro Power Plant In Batanguru Village, Sumarorong District, Syamzul bachri.R. CV. HYDRO BATANGURU, Sumarorong District, from January to December 2022 there was intermittent damage to the turbine engine components and had to make irregular replacements according to a predetermined schedule, this resulted in not optimal turbine engine performance and also not optimal electricity supply to the community. Therefore researchers use the FMEA method to identify damage, in other words this method is applied to prevent this and to get the RPN value, this is done to find out which damage is a priority, and can create a scale for taking actions that can be taken. apply. The aims of this study were (1) to determine the types of damage to the turbine engine of the micro-hydro power plant in Batanguru Village, Kec. Sumarorong (2) found out the results of damage analysis to the turbine engine of the micro-hydro power plant in Batanguru village, Kec. Sumarorong uses the FMEA method. The research methods used are field research, library research, and interview research using the FMEA approach. The types of damage to the STC 50 type micro hydro turbine engine are dynamo replacement, bearing lubrication, replacement of carbon bras on the STC 50 general dynamo, replacement of turbine bearings, replacement of blades, replacement of V-belts, network repair distribution and replacement of bearings in mechanical transmission systems. The results of this study found 8 types of damage where the most frequent damage was the replacement of carbon bras at the STC 50 general dynamo 4 times a year with an RPN value of 50. The cumulative total value obtained was 222 and the smallest was 2. In the overall percentage, the number The highest is 22.52% and the lowest is 0.9%.

Keywords: Power Plants, Microhydro, Turbines, STC 50, FMEA

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal yang berjudul **“ANALISIS KERUSAKAN MESIN TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DESA BATANGURU KECAMATAN SUMARORONG”**. Proposal ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Fajar.

Harapan saya (penulis), dengan adanya Proposal ini dapat memberikan pengetahuan serta menambah wawasan khususnya kepada penulis dalam usaha meningkatkan ilmu pengetahuan serta dapat menerapkan pengetahuan selama menuntut ilmu dibangku kuliah dan juga semoga bermanfaat kepada para rekan-rekan mahasiswa khususnya Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Fajar. Penulis menyadari bahwa Proposal ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Proposal ini.

Dalam penulisan Skripsi ini berbagai kesulitan yang penulis hadapi, mulai dari awal penyusunan hingga dapat selesai. Semua itu tidak terlepas dari adanya bantuan dari berbagai pihak, karena itu penulis sampaikan penghargaan dan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa dan dukungan kepada penulis selama mengikuti perkuliahan sampai terselesaikannya Skripsi ini.
2. Rektor Universitas Fajar, Bapak Mulyadi Hamid, SE., M.Si.
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar, Ibu Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT.
4. Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Fajar, Ibu Dr. Ir. Humayatul Ummah Syarif, ST., MT
5. Ibu Yanti, S.Pd., MT dan Bapak Ir. Ahmad Thamrin, ST., MT., IPM selaku pembimbing Skripsi. Terima kasih atas segala bantuan dan bimbingannya atas saran dan motivasi yang diberikan sampai terselesaikannya skripsi ini.

6. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Fajar khususnya angkatan 2019. Dan juga senior-senior HMM FT-UNIFA. Yang senantiasa juga membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.
7. Terimakasih banyak kepada teman-teman penulis dari IPEMAS, KMKM PERTI FAJAR, D'GEMBLENG, LEKKONG GB, Yang telah membantu dan memberi smngat juga motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Terimakasih kepada PT.GASING beserta kariwannya
9. Serta semua pihak yang membantu penulis dalam segala hal yang tak dapat penulis sebutkan satu per satu
10. Dan tak lupa juga untuk kekasih penulis berinisial M yang selalu memberikan segala bentuk dukungan dalam berbagai bentuk selama penulisan skripsi ini.

Semoga apa yang terdapat dalam penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca utamanya untuk memperluas wawasan berpikir dan khazanah ilmu pengetahuan kita semua, Amin.

Makassar,

2023

Syamzul Bachri. R

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iv
LEMBARAN PERNYATAAN ORISINILITAS	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB IPENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	4
II.2 Proses Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro	5
II.3 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.....	6
II.4 Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis)	7
II.5 Dasar FMEA (Failure Mode And Effect Analysis)	10
II.6 Tujuan (Failure Mode And Effect Analysis)	15
II.7 Kerusakan Mesin	15
II.8 Diagram Pareto	17
II. 9 Penelitian Terdahulu	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
III.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian	29
III.2 Metode Penelitian	30
III.3 Jenis dan Sumber Data	30
III.4 Teknik Analisis Data	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
IV.1 Hasil	33

IV.2 Pembahasan.....	38
BAB V PENUTUP.....	46
V.1 Kesimpulan.....	46
V.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
Lampiran 1. Data Kerusakan Turbin Mikrohidro STC 50.....	51
Lampiran 2. Proses Pra penelitian.....	52
Lampiran 3. Data Nilai Severity, Occurrence, Detection, RPN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai Severity.....	10
Tabel 2. 1 Nilai Occurance	11
Tabel 2. 3 Nilai Detection	12
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	27
Tabel 4.1 Spesifikasi Turbin Mikrohidro	31
Tabel. 4.2 Jenis-jenis kerusakan Mesin Turbin Mikrohidro Type STC- 50	32
Tabel 4.3 Rating Severity (Ramadhan,2021).....	33
Tabel 4.4 Rating Occurrence (Ramadhan,2021).....	34
Tabel 4.5 Rating Detection (Ramadhan,2021).....	34
Tabel 4.6 Nilai RPN dari Kerusakan	36
Tabel 4.7 Kriteria Kerusakan (Ramadhan,2021)	37
Tabel 4.8 strategi perawatan yang akan dilakukan	37
Tabel 4.9 Nilai RPN Kumulatif	39
Tabel 4.10 Nilai persen kumulatif.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro	6
Gambar 2.2 Skema PLTMH	7
Gambar 2.3 Diagram Pareto.....	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4.1 Diagram RPN	38
Gambar 4.2 Diagram Pareto.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Dalam era modern saat ini, energi listrik sudah menjadi kebutuhan pokok setiap manusia. Hampir semua aktivitas yang dilakukan oleh manusia berhubungan dengan listrik, baik untuk memenuhi kebutuhan proses produksi yang melibatkan alat/mesin industri, kebutuhan penerangan dan hiburan, terutama yang berkaitan dengan barang-barang elektronik seperti handphone, komputer, televisi, dan lain sebagainya. Oleh karena itu semakin banyak penduduk yang mendiami suatu negara maka kebutuhan listrik di negara tersebut juga akan menjadi sangat besar. Indonesia merupakan negara yang memiliki jumlah penduduk terbesar ke-4 di dunia.

Menurut Badan Pusat Statistik (Statistik, 2010), pada tahun 2016, Indonesia diprediksi memiliki jumlah penduduk sebanyak 257.912.349 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1.49% per tahun. Jumlah penduduk sebanyak itu membutuhkan konsumsi energi listrik yang disediakan oleh pembangkit listrik nasional sebesar 232 TWh dimana kenaikannya mencapai 6.6% setiap tahunnya (BPPT Indonesia, 2017). Sayangnya tingginya kenaikan konsumsi energi listrik tersebut tidak diimbangi dengan kenaikan jumlah pembangkit listrik per tahunnya.

Menurut BPPT (Suryaningsih, Hidayat, & Abid, 2016), pada tahun 2015, pembangkit listrik nasional menghasilkan energi listrik sebesar 57.6 GW, dan mengalami pertumbuhan sebesar 6.3% setiap tahunnya. Dari sini dapat dilihat bahwa Indonesia mengalami ketimpangan antara kenaikan konsumsi listrik dengan kenaikan jumlah pembangkit listrik yaitu sebesar 0.3% per tahun. Kekurangan energi listrik ini akan berimbas negatif pada masyarakat. Padahal menurut PT PLN hampir 43.7% energi listrik paling banyak digunakan pada sektor rumah tangga (Mineral, 2015). Hal ini menjadi permasalahan serius yang harus segera ditangani. Oleh karena itu, diperlukan suatu energi alternatif yang dapat membantu kebutuhan listrik masyarakat terutama yang berada pada sektor rumah tangga. (Dermawan Zebua, dkk., 2019).

Perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Tindakan perawatan yang dilakukan biasanya berupa perbaikan atau reparasi (Ritonga,2019).

Selain konsep perawatan yang baik, harus ada metode yang baik untuk menganalisis penyebab penurunan performa mesin. Menurut Badariah, Surjasa dan Trinugraha (2012), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) merupakan teknik preventif untuk mengeliminasi dan meminimalkan kemungkinan kegagalan di masa mendatang. Hal ini sesuai dengan penelitiannya, yaitu perlu dilakukan identifikasi risiko atau gangguan yang mungkin timbul dalam bagi hasil, berdasarkan identifikasi dan prioritas risiko yang diamati pada setiap tahapan proses. risiko yang muncul menurut metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) berdasarkan nilai RPN.

Oleh karena itu, Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) diharapkan dapat mengidentifikasi dan memprioritaskan tindakan perbaikan pada proses yang gagal. Hasil deteksi error dapat dijadikan acuan untuk memperbaiki mesin.

PLTMH. Desa Batanguru Kec. Sumarorong merupakan pemasok listrik yang dapat dikategorikan sebagai perusahaan jasa kelistrikan yang menjadi salah satu sektor vital penyediaan energi listrik di wilayah desa Batanguru Kec. Sumarorong. Penelitian kerusakan turbin mikrohidro membantu mengidentifikasi masalah yang mungkin terjadi pada turbin. Turbin mikrohidro terdiri dari berbagai komponen yang kompleks, seperti sudu-sudu turbin, poros, generator, dan sistem penyaluran listrik. Dengan melakukan penelitian, kita dapat menentukan jenis kerusakan yang mungkin terjadi, seperti keausan sudu-sudu, kerusakan poros, atau kerusakan pada sistem penggerak. Identifikasi masalah ini menjadi langkah awal yang penting dalam perbaikan dan pemeliharaan turbin. Dengan meneliti kerusakan turbin mikro hidro, kita dapat mengembangkan metode dan strategi perbaikan yang efektif. Setiap jenis kerusakan mungkin membutuhkan pendekatan perbaikan yang berbeda. Misalnya, jika terdapat keausan sudu-sudu turbin, mungkin diperlukan penggantian sudu atau perbaikan permukaan sudu. Dengan penelitian yang tepat, kita dapat mengidentifikasi solusi terbaik untuk memperbaiki kerusakan dan memastikan kinerja yang optimal.

Dari permasalahan yang telah dipaparkan, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**ANALISIS KERUSAKAN MESIN TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DESA BATANGURU KECAMATAN SUMARORONG**”

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka, maka peneliti mengambil permasalahan :

1. Bagaimana mengetahui jenis-jenis kerusakan pada mesin turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro desa Batanguru Kec. Sumarorong ?
2. Bagaimana menganalisis kerusakan pada mesin turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro di desa Batanguru Kec. Sumarorong menggunakan metode FMEA?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui mengetahui jenis-jenis kerusakan pada mesin turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro desa Batanguru Kec. Sumarorong.
2. Mengetahui hasil analisis kerusakan pada mesin turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro di desa Batanguru Kec. Sumarorong menggunakan metode FMEA.

I.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini sesuai dengan yang direncanakan, serta lebih terarah maka perlu dibuat batasan masalah sebagai berikut :

1. Hanya menggunakan metode FMEA.
2. Hanya meneliti turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro Desa Batanguru Kec.Sumarorong.
3. Tidak membahas biaya perawatan (maintenance)
4. Tidak membahas berapa daya yang didapatkan setiap rumah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air

Pemanfaatan sumber daya alam berupa air sangat potensial untuk membangkitkan energi berupa daya listrik. Di Indonesia banyak daerah– daerah terpencil yang belum terjangkau oleh layanan listrik, ini disebabkan terbatasnya layanan dan jangkauan. Dilain pihak di sekitar daerah–daerah yang tak terjangkau listrik terdapat sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi melalui Pembangkit Listrik Tenaga Air. (PLTA) (Abdulsalam, 2014).

Pemanfaatan sumber energi lokal memiliki peran besar dalam upaya memberikan pelayanan infrastruktur kelistrikan melalui pemanfaatan energi terbarukan, khususnya sumber daya air. Salah satu alternatif pemanfaatan sumber daya terbarukan berdasarkan hal tersebut yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Berdasarkan kapasitas daya, Pembangkit Listrik Tenaga Air terbagi menjadi 6 jenis yaitu PLTA Besar dengan kapasitas >100 MW, PLTA Menengah dengan kapasitas 15-100 MW, PLTA Kecil dengan kapasitas 1-15 MW, PLTMH (mini-hidro) dengan kapasitas 100 kW-1 MW, PLTMH (mikro-hidro) dengan kapasitas 5-100 kW, dan Piko-Hidro dengan kapasitas <5 kW (Maruf Al Bawani, 2022).

1. Mikrohidro

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik berskala kecil dengan menggunakan sumber energi tenaga air sebagai penggerak. Tenaga air tersebut dapat diperoleh dari sungai, saluran irigasi, air terjun, atau debit air. Kebutuhan energi mikrohidro memiliki potensi besar di daerah pedesaan, sebab daerah pedesaan memiliki jumlah debit air yang memadai untuk ketersediaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Mikrohidro dapat menghasilkan kapasitas energi sebesar 5-100 kW serta dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan skala desa.

Pada tahun 2012 persentase elektrifikasi nasional masih rendah yaitu sebesar 74,3%. Untuk mencapai target elektrifikasi mendekati 100%, pada tahun 2016

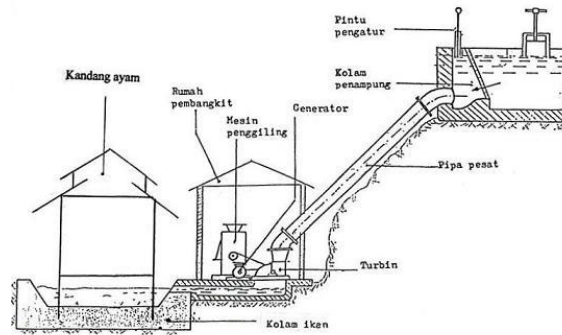
pemerintah menargetkan rasio elektrifikasi sebesar 90-91 % serta pada tahun 2019 sebesar 97,5%. Oleh karena itu, PLTMH dapat menjadi langkah alternatif penyediaan energi listrik berskala kecil untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di wilayah yang belum terjangkau listrik.

2. Minihidro

Pemanfaatan energi potensial yang berupa debit air yang diubah menjadi energi listrik yang kemudian sering disebut PLTA. PLTA memiliki beberapa jenis yang dibedakan dengan daya listrik yang dihasilkan dari mikro sampai PLTA skala besar. Pembangkit listrik tenaga mini hidro adalah salah satu jenis PLTA yang memiliki daya di atas 100 KV sampai 10 megawatt. Proses penghasilan daya pada pembangkit listrik ini sangat sederhana yakni dengan cara menjatuhkan air dengan daya tekan yang variatif untuk memutar turbin sehingga menghasilkan daya listrik (Permana, 2023).

II.2 Proses Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Prinsip sederhana dari PLTMH adalah sebagai berikut: pada sungai dibangun bendungan sederhana yang akan mengalirkan air melalui saluran pembawa menuju bak pengendap, yang dalam banyak kasus berfungsi sekaligus sebagai bak penenang. Sebelum menuju ke pipa pesat, biasanya dipasang penyaring agar kotoran/sampah yang mengapung tidak merusak turbin. Di dalam pipa pesat, energi potensial air perlahan berubah menjadi energi kinetik sehingga air yang keluar dari pipa pesat tersebut memiliki kecepatan yang besar. Energi jatuhnya air tersebut akan menyebabkan turbin berputar. Perputaran turbin dapat digunakan untuk memutar sebuah alat mekanikal atau mengoperasikan sebuah generator listrik. Putaran turbin yang dihubungkan dengan generator akan menghasilkan tegangan induksi yang dapat disalurkan kepada konsumen (Astro,2020).

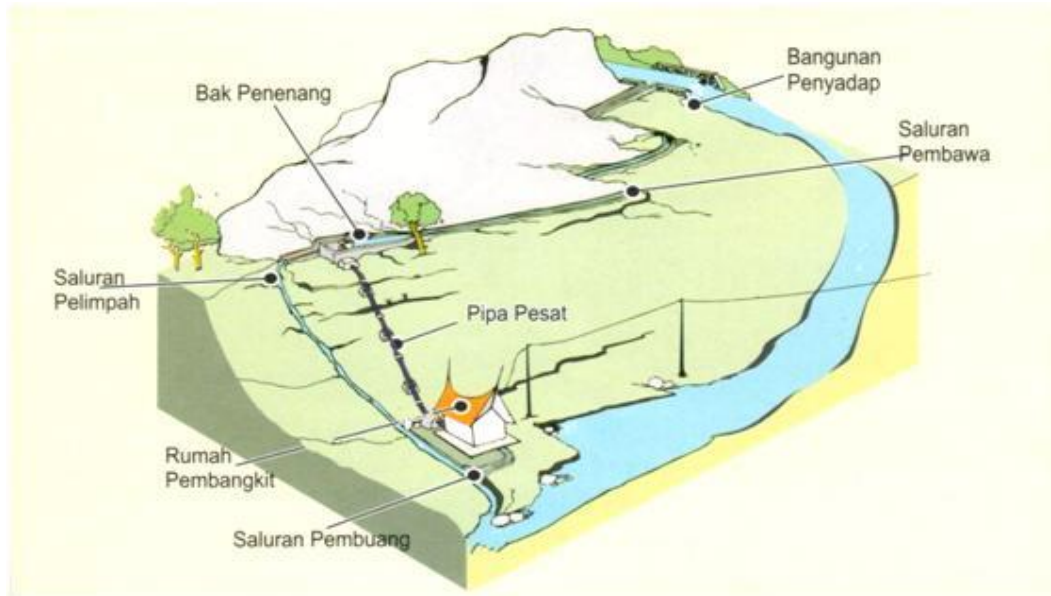


Gambar 2.1 Proses Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Barus,2021)

II.3 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Desain dan komponen dari PLTMH dapat dibuat bermacam-macam disesuaikan dengan karakteristik dan kondisi wilayah tempat PLTMH tersebut akan dibangun. Secara umum komponen PLTMH terdiri atas bendungan, saluran pembawa, saluran pengendap, saluran penenang, pipa pesat, rumah pembangkit dan saluran pembuangan. Skema PLTMH ditunjukkan pada Gambar 2.2 (Astro,2020).

1. Bendungan penyadap (weir) berfungsi untuk menaikkan dan mengontrol tinggi air dalam sungai secara signifikan untuk dialihkan ke sebuah pembuka (intake).
2. Saluran pembawa (headrace) dibuat mengikuti kontur bukit untuk menjaga elevasi air.
3. Bak penenang (head tank) berfungsi mengatur perbedaan keluaran air yang akan masuk ke pipa pesat sekaligus digunakan untuk mengendapkan partikel-partikel pasir dari air
4. Pipa pesat (penstock) dihubungkan pada sebuah elevasi menuju turbin, dan berfungsi untuk mengoptimalkan energi jatuhan air yang akan memutar turbin.
5. Rumah pembangkit (power house) berfungsi untuk menempatkan turbin, generator, dan pusat kendali distribusi listrik
6. Saluran pembuang (tailrace) berfungsi untuk mengalirkan air yang keluar dari turbin air untuk diteruskan ke sungai.



Gambar 2.2 Skema PLTMH (Gunawan,dkk.,2014)

II.4 Perawatan Mesin Turbin Mikrohidro

Setiap mesin dan peralatannya selalu memerlukan perawatan yang teratur agar dapat berfungsi dan beroperasi dengan baik dan sempurna. Perawatan yang baik akan dapat memperpanjang umur dan daya tahan komponen-komponen tersebut. Serta dapat mencegah terjadinya kerusakan yang lebih besar atau yang lebih berat, yang tentunya akan memerlukan biaya yang besar untuk perbaikan. Pada dasarnya kegiatan perawatan juga tergantung pada beberapa faktor seperti : perencanaan, penjadwalan, pengadaan suku cadang dan tenaga pelaksana, yang mana kegiatan diatas hendaknya diatur dalam penjadwalan perawatan yang baik. Dalam hal ini, perawatan yang digunakan pada PLTMH ini meliputi 3 (tiga) bagian, yaitu (Putra, dkk., 2017) :

- 1) Preventive Maintenance (perawatan pencegahan)
 - 2) Corrective maintenance (perawatan perbaikan)
 - 3) Over houl (perawatan total)
1. Preventive Maintenance pada PLTMH (Perawatan Pencegahan)

Perawatan pencegahan ini pada umumnya untuk menghindari terjadinya kerusakan-kerusakan pada mesin, yang biasanya terjadi pada gejala-gejala ataupun suatu tanda-tanda tertentu. Perawatan pencegahan ini biasanya dilakukan sebelum mesin mengalami kerusakan, disini diharapkan operator mesin mengerti mengenai mesin, komponen, dan

prinsip kerja mesin. Hal ini di harapkan karena jika mesin tidak bekerja dengan sempurna,walaupun belum mempengaruhi produk, operator dengan segera dapat mengetahuinya. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan pada perawatan pencegahan pada PLTMH yang akan dilakukan antara lain :

- a. Pembersihan Pembersihan mesin dilakukan sebelum dan setelah mesin dioperasikan. Pembersihan itu sendiri meliputi membersihkan mesin, komponennya, dan kebersihan lingkungan kerja. Hal ini diharapkan agar proses produksi dapat berjalan lancar. Pembersihan pada PLTMH ini yaitu, membersihkan saluran air yang akan masuk kedalam bak air dari sampah-sampah dan membersihkan sampah-sampah pada saringan bak endapan air.
- b. Pelumasan Bantalan atau bearing merupakan komponen yang perlu dilumasi, karena pelumasan itu sendiri lebih di tunjukan untuk bagian-bagian yang berputar yang mengalami pergesekan seperti, pelumasan pada bantalan, pelumasan pada katup penyetel air. Adapun beberapa tujuan mengapa pelumasan itu perlu dilakukan yaitu, memperkecil terjadinya kontak langsung,sehingga keausan dapat di perlambat dan menjaga agar komponen mesin bekerja pada temperatur yang amanc) Mencegah terjadinya karat.
- c. Memperhatikan kebocoran sheel pada pipa dan rumah turbin.

2. Corrective Maintenance (Perawatan Perbaikan)

Perawatan perbaikan yang akan di lakukan pada PLTMH ini meliputi kerusakan ringan hingga kerusakan berat. Perawatan yang dilakukan pada PLTMH ini adalah sebagai berikut:

- a. Perawatan bantalan Bantalan merupakan komponen yang menompang poros sehingga dapat berputar. Kerusakan pada bantalan dapat mengakibatkan kerusakan yang total bagi elemen mesin yang saling berkaitan. Untuk menghindari kerusakan pada bantalan, maka perlu diperiksa hal-hal sebagai berikut, kelonggaran baut dan mur pengikat bantalan, memperhatikan tingkat getaran dan kebisingan, hal ini biasanya terjadi karena kurang membersihkan dan kurang pelumasan, memprediksi usia bantalan sekitar 2 tahun dan ketepatan jadwal pemberian pelumasan yaitu sekali dalam dua minggu.
- b. Perawatan puli dan sabuk Puli adalah tempat melekatnya sabuk yang mana sabuk akan mentransmisikan putaran dari turbin ke generator dan alternator. Pemasangan yang benar akan membuat umur sabuk tahan lama. Dalam perawatan puli dan sabuk,

hal-hal yang di perhatikan adalah sebagai berikut, periksa kelurusan dan kesejajaran puli dan poros, lakukan penyetelan puli dengan memperhatikan lenturan dan tegangan sabuk yaitu kekendoran ($h=5\text{mm}$) dan penggantian puli jika kapuk pulu pecah, ini di perkirakan 1,5 tahun.

- c. Poros, karena poros yang digunakan pada PLTMH berbahan ST37 maka perlu melakukan pelumasan secara rutin, hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya korosi (karat) pada poros tersebut, periksa permukaan poros dengan puli dan bearing jika permukaan tersebut aus, atau longgar maka poros harus diganti.

3. Overhaul pada PLTMH (Perawatan Total)

Perbaikan total atau overhaul ini pada umumnya dilakukan setelah mesin cukup lama beroperasi. Pada perawatan overhaul ini seluruh komponen di bongkar untuk di periksa apakah perlu diperbaiki atau diganti dengan yang baru. Dalam perbaikan total ini yang perlu diperhatikan adalah bahwa dalam pemasangan pastikan komponen-komponen mesin dalam keadaan baik, dan pastikan tidak lupa melakukan pelumasan pada bagian-bagian yang di perlukan. Overhaul pada PLTMH yaitu :

- a. Pembongkaran pada turbin - Pergantian pada bantalan yang sudah rusak
- b. Mengganti seal pada rumah turbin dan sheel pada pipa
- c. Mengganti runner jika rusak
- d. Inpeksi Periodik
- e. Operator harus melakukan inpeksi secara periodic untuk memeriksa jika terjadi permasalahan atau kerusakan pada fasilitas dan peralatan. Pada saat inpeksi operator kadangkala harus memeriksanya dengan teliti dan melakukan perbaikan jika diperlukan.

II.5 Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis)

FMEA adalah prosedur terstruktur yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghindari sebanyak mungkin jenis kesalahan. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber dan akar penyebab masalah kualitas. (Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 1995).

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) adalah metode terstruktur untuk mengidentifikasi kesalahan dan menghindarinya sebisa mungkin. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber dan akar penyebab masalah kualitas. Analisis kerusakan adalah salah satu teknik analisis yang sedang berkembang saat ini, yang tujuannya adalah

untuk mengetahui penyebab kerusakan pada peralatan, alat, proses dan bahan baku tertentu yang telah digunakan serta menetapkan tindakan pencegahan agar kerusakan tidak terulang kembali.

Dalam waktu dekat, FMEA diharapkan juga meningkatkan proses dan metode desain dan manufaktur, selama penggunaan jangka panjangnya dalam pengembangan material dan sebagai metode lanjutan untuk mengevaluasi dan memprediksi kinerja material. Perbaikan sistem perawatan..

Kondisi cacat adalah kesalahan desain/cacat, kondisi tidak spesifik atau modifikasi produk yang menyebabkan produk gagal. Filosofi dasar FMEA adalah "mencegah sebelum terjadi". FMEA sangat ideal untuk digunakan dalam sistem manajemen mutu di industri apapun (Octavia&Lily., 2010).

II.6 Dasar FMEA (Failure Mode And Effect Analysis)

FMEA adalah salah satu alat untuk mengidentifikasi sumber atau akar penyebab masalah kualitas. FMEA dapat dilakukan dengan mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi cacat produk dan implikasinya. Berikut beberapa hasil evaluasi yang perlu dilakukan:

1. Mengidentifikasi tindakan yang bisa menghilangkan atau mengurangi kesempatan dari kegagalan potensi terjadi dan pemahaman bahwa kegagalan potensial pada proses manufaktur harus dipertimbangkan
2. Mengidentifikasi defisiensi proses, sehingga para engineer dapat berfokus pada pengendalian untuk mengurangi munculnya produksi yang menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan yang diinginkan atau pada metode untuk meningkatkan deteksi pada produk yang tidak sesuai pencatatan proses (document the process).

Sedangkan manfaat FMEA adalah sebagai berikut :

1. Hemat biaya. karena sistematis maka penyelesaiannya tertuju pada potential causes (penyebab yang potensial) sebuah kegagalan / kesalahan.
2. Menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada proses
3. Digunakan untuk mengetahui / mendata alat deteksi yang ada jika terjadi kegagalan.

Dari analisis tersebut dapat diprediksi komponen mana yang kritis, mana yang sering rusak dan jika terjadi kerusakan pada komponen tersebut, sejauh mana pengaruhnya terhadap pengoperasian sistem secara keseluruhan, sehingga dapat diperoleh lebih banyak perilaku komponen tersebut dengan perawatan yang tepat. tindakan (Ibnu Idham, 2014).

Risk Priority Number (RPN) adalah ukuran risiko relatif. Hasil RPN dari mengalikan nilai keparahan, kejadian dan deteksi. RPN ditentukan sebelum rekomendasi perbaikan dilaksanakan. Risk Priority Number (RPN) adalah metrik yang digunakan dalam penilaian risiko untuk membantu mengidentifikasi "mode kegagalan kritis" yang terkait dengan desain atau proses. Nilai RPN berkisar dari 1 (terbaik mutlak) hingga 1000 (terburuk mutlak). RPN-FMEA banyak digunakan di industri dengan menggunakan angka kekritisian untuk menentukan bagian mana yang paling penting berdasarkan nilai RPN tertinggi (Stamatis, 1995). Saat mencari RPN yang diurutkan berdasarkan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi, ini dapat diutarakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{RPN} &= \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection} \\ \text{RPN} &= S \times O \times D \end{aligned}$$

Keterangan :

RPN = Risk Priority Number

S = Severity

O = Occurrence

D = Detection

Hasil dari RPN menunjukkan tingkatan prioritas peralatan yang dianggap beresiko tinggi, sebagai penunjuk ke arah tindakan perbaikan. Ada tiga komponen yang membentuk nilai RPN tersebut. Ketiga komponen tersebut adalah:

a. Severity (S)

Severity adalah tingkat keparahan atau efek yang ditimbulkan oleh mode kegagalan terhadap keseluruhan mesin. Nilai rating Severity antara 1 sampai 10. Nilai 10 diberikan jika kegagalan yang terjadi memiliki dampak yang sangat besar terhadap sistem. Berikut adalah nilai severity secara umum dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Nilai Severity

Rating	Kriteria
1	Tidak ada pengaruh terhadap produk
2	Komponen masih dapat diproses dengan adanya efek sangat kecil
3	Komponen dapat diproses dengan adanya efek kecil
4	Terdapat efek pada komponen, memerlukan perbaikan
5	Penurunan kinerja komponen, tapi masih dapat diproses
6	Penurunan kinerja komponen, tapi masih dapat diproses
7	Kinerja komponen sangat terpengaruh, tapi masih dapat diproses
8	Komponen tidak dapat diproses untuk produk yang semestinya, namun masih bisa digunakan untuk produk lain
9	Komponen membutuhkan perbaikan untuk dapat diproses ke proses selanjutnya
10	Komponen tidak dapat diproses untuk proses selanjutnya

b. Occurrence (O)

Occurrence adalah tingkat frekuensi kerusakan atau kegagalan. Kejadian mengacu pada perkiraan jumlah kegagalan kumulatif karena penyebab mesin tertentu, mengidentifikasi kemungkinan penyebab kegagalan dari status kegagalan (kesalahan) dan memberikan nilai kejadian (jumlah kejadian). Kemudian urutkan catatan tersebut, dimulai dari angka 1 sebagai kemungkinan terendah dan angka 10 sebagai kemungkinan tertinggi.

Berikut ini merupakan tabel penentuan terhadap rating yang digunakan. Berikut adalah nilai *Occurrence* secara umum dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Nilai Occurance

Berdasarkan frekuensi kejadian		Rating
<i>Remote</i>	0-10 per 100 pcs	1
<i>Low</i>	11-20 per 100 pcs	2
<i>Low</i>	21-30 per 100 pcs	3
<i>Moderate</i>	31-40 per 100 pcs	4
<i>Moderate</i>	41-50 per 100 pcs	5
<i>Moderate</i>	51-60 per 100 pcs	6
<i>High</i>	61-70 per 100 pcs	7
<i>High</i>	71-80 per 100 item	8
<i>Very High</i>	81-90 per 100 item	9
<i>Very High</i>	91-100 per 100 item	10

c. Detection (D)

Sistem kontrol yang saat ini digunakan yang mampu mengidentifikasi penyebab atau mode tindakan diidentifikasi. Nilai indeks deteksi antara 1 dan 10. Nilai 10 diberikan jika kesalahan yang terjadi sangat sulit dideteksi. Berikut ini adalah nilai identifikasi umum yang ditunjukkan di bawah ini.

Tabel 2.3 Nilai Detection

Detection	Keterangan	Rating
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan	9
Jarang	Alat pengontrol saat ini sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk-bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab alat sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti	1

II.6 Tujuan (Failure Mode And Effect Analysis)

Tujuan yang dapat dicapai perusahaan dengan menggunakan FMEA:

1. Mengidentifikasi karakteristik asal cacat produk yang terjadi, mengurangi terjadinya cacat produk yang tidak diinginkan, dan menyediakan metode untuk meningkatkan pendeteksian proses produksi.
2. Mengidentifikasi semua mode kegagalan dan tingkat keparahan yang dihadapi dalam produksi dan memberikan alternatif analisis yang dilakukan untuk mengurangi jumlah kegagalan.

II.7 Kerusakan Mesin

Seperti halnya tubuh manusia, mesin industri juga membutuhkan perawatan. Tingkat perawatan disesuaikan dengan tingkat pemakaian. Perawatan mesin secara rutin tentunya dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap bagian-bagian mesin itu sendiri untuk menjaga mesin industri tetap stabil dalam proses produksi berjalan dengan lancar.

Setiap mesin industri pasti memiliki resiko kerusakan yang dapat terjadi sewaktu-waktu. Ada tiga jenis penyebab kerusakan mesin industri, yaitu kesalahan manusia (cedera), kerusakan karena umur mesin dan juga kerusakan karena kurangnya perawatan.

1. Human Error (Kerusakan Oleh Manusia)

Penyebab utama kerusakan mesin yang disebabkan oleh orang atau pengguna adalah ketidaktahuan cara penggunaan alat atau mesin industri. Padahal, inilah alasan utama mengapa setiap mesin selalu dilengkapi dengan manual mesin. Selain memberikan manual mesin, ada juga beberapa produsen mesin industri yang menyediakan video tutorial dan pelatihan langsung kepada para insinyur tentang cara menggunakan mesin.

Oleh karena itu, petugas harus dilatih menggunakan alat tersebut. Dengan begitu, kerusakan karena human error bisa diminimalisir. Banyak produsen mesin industri yang tidak memberikan garansi jika kerusakan tersebut disebabkan oleh kelalaian dan kegagalan penggunaan alat tersebut.

2. Kerusakan Karena Faktor Usia

Sedangkan kerusakan jenis ini memang sering terjadi karena umur mesin yang sudah terlalu tua dan sudah sering digunakan. Setiap mesin memiliki usia maksimal penggunaan, jika melewati batas usia yang ditentukan maka rentan mengalami kerusakan.

Kerusakan pada fase ini disarankan untuk mengganti komponen mesin yang sudah tidak layak fungsi dengan komponen atau sperepart yang baru. Jika ada dana lebih, sebaiknya membeli mesin industri yang baru agar produksi dapat berjalan dengan lancar.

3. Kerusakan Akibat Kurang Perawatan

Mesin industri tidak jauh berbeda dengan mesin kendaraan seperti mobil dan motor yang harus selalu dirawat dengan baik. Jika kapasitas penggunaan mesin terlalu besar tapi tidak di iringi dengan perawatan yang baik secara berkala maka mesin akan mengalami aus bahkan bisa menjadi kerusakan yang cukup fatal.

Dengan perawatan mesin yang baik maka komponen kerja mesin tetap berfungsi dengan baik sehingga kerusakan dapat dihindari. Efeknya, biaya operasional mesin juga dapat dihemat.

Kebutuhan akan penggunaan daya listrik saat ini sangat diperlukan mengingat banyak negara diprediksi dalam keadaan krisis energi listrik dimasa mendatang. Saat ini pemerintah merencanakan pembangunan pembangkit listrik untuk mengurangi krisis energi listrik tersebut. Oleh karena itu, pembelajaran mengenai pembangkit listrik perlu dilakukan, metode simulasi merupakan salah satu metode pembelajaran yang efektif dan efisien. Dari pembelajaran simulasi dapat diwujudkan pembuatan simulator dari sistem pembangkit listrik. Gangguan sistem tenaga listrik mungkin bisa terjadi dan menjadi permasalahan serta kendala penyaluran daya listrik ke beban. Contoh gangguannya adalah terjadinya fluktuasi frekuensi sistem tenaga listrik yang disebabkan perubahan beban. Fluktuasi frekuensi seharusnya berada pada batas toleransi yang sudah ditetapkan, dan kembali kepada frekuensi normalnya dengan segera. Fluktuasi frekuensi yang berada diatas batas toleransi merupakan sebuah

permasalahan yang kerap terjadi. Selain itu, waktu kembali fluktuasi frekuensi yang tidak segera ke kondisi normal akan mengakibatkan kerusakan pada sistem seperti patahnya poros turbin-generator dan kemungkinan terjadi gangguan pada jaringan listrik. Fluktuasi frekuensi ini erat kaitannya dengan perubahan kecepatan putar pada turbin dan generator, dikarenakan perubahan permintaan daya beban. Perubahan kecepatan turbin-generator dilakukan dengan mengikuti nilai perubahan beban, melalui pengaturan laju aliran uap sebagai input dari pemodelan ini. sehingga akan terlihat perubahan nilai frekuensi yang dihasilkan turbin-generator (Anggriani,2012).

II.8 Diagram Pareto

Sebelum kita membahas Diagram Pareto, ada baiknya kita membahas apa saja ketujuh tools tersebut. Menurut Magar dan Shinde, ketujuh alat tersebut merupakan alat statistik sederhana yang digunakan untuk pemecahan masalah. Alat-alat ini dikembangkan di Jepang atau diperkenalkan di Jepang oleh master berkualitas seperti Deming dan Juran. Kaoru Ishikawa menyatakan bahwa 95 persen dari semua masalah dapat diselesaikan dengan tujuh alat ini. Alat-alat ini telah menjadi dasar kebangkitan industri Jepang yang menakjubkan sejak Perang Dunia II.

Pentingnya alat statistik dasar sangat baik karena ketujuh alat tersebut sangat penting bagi organisasi manapun untuk maju ke puncak keunggulan. Konsep di balik ketujuh alat tersebut berasal dari Kaoru Ishikawa, yang mengatakan bahwa 95% masalah kualitas dapat diselesaikan dengan alat penting ini. Kunci keberhasilan pemecahan masalah adalah kemampuan mengidentifikasi masalah, menggunakan alat yang tepat berdasarkan sifat masalah, dan mengkomunikasikan solusi dengan cepat kepada orang lain (Jayakumar et al., 2017).

Bagan Pareto adalah salah satu dari tujuh alat untuk membantu pengumpulan data, definisi masalah, analisis pola atau tren, dan analisis proses:

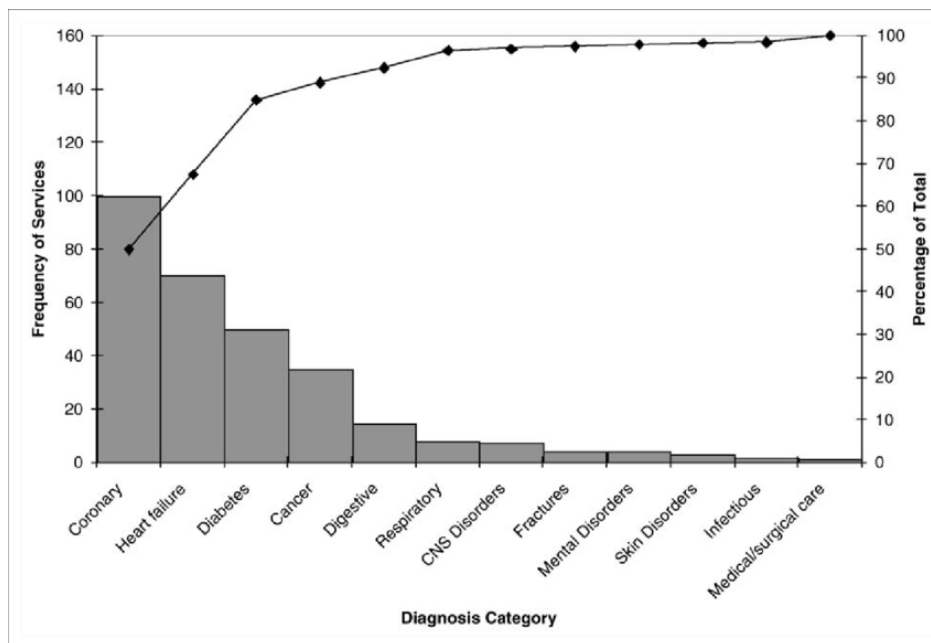
Bagan pareto digunakan untuk mengklasifikasikan masalah berdasarkan penyebab dan gejala. Menurut Besterfield (2001), bagan Pareto, juga disebut aturan 80/20, digunakan untuk menggambarkan secara grafis dan mewakili kepentingan relatif dari perbedaan antara kelompok data, yaitu. H. membedakan beberapa penyebab penting (20%) dari penyebab tersebut proporsi dominan penurunan

kualitas (80%). Prinsip aturan 80/20 menyatakan bahwa 80% masalah menjadi 20% masalah. Bagan Pareto didasarkan pada prinsip Pareto, yang menyatakan bahwa kerugian kecil memiliki dampak yang besar.

Menurut Bauer (2006), diagram Pareto adalah representasi grafis dari frekuensi peristiwa tertentu yang terjadi. Ini adalah bagan ordinal yang menunjukkan kepentingan relatif variabel dalam kumpulan data dan dapat digunakan untuk memprioritaskan peluang peningkatan. Bagan Pareto adalah bagan batang, diprioritaskan dalam urutan menurun dari kiri ke kanan, digunakan untuk mengidentifikasi peluang peningkatan utama. Ini menunjukkan kepada Anda di mana harus memulai upaya Anda untuk mendapatkan hasil maksimal darinya.

Kesimpulannya adalah bahwa bagan Pareto dapat membantu memprioritaskan berbagai hal dengan meningkatnya berdasarkan urutan kepentingannya. Dalam lingkungan terbatas sumber daya, diagram ini membantu organisasi memutuskan bagaimana cara mengatasi masalah. Berikut adalah beberapa kegunaan dari diagram Pareto (Nuryanto Arief W. 2018) :

1. Identifikasi masalah yang paling penting menggunakan skala pengukuran yang berbeda.
2. Tunjukkan bahwa kebanyakan tidak selalu berarti paling mahal.
3. Menganalisis set data yang berbeda.
4. Ukur dampak perubahan yang dilakukan sebelum dan sesudah proses.
5. Memecah penyebab umum menjadi bagian yang lebih spesifik



Gambar 2.3 Diagram Pareto

II. 9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan upaya peneliti untuk mencari pembandingan kemudian menemukan inspirasi baru untuk penelitian selanjutnya. Selain itu, penelitian sebelumnya membantu memposisikan penelitian dan menunjukkan orisinalitas penelitian. Pada bagian ini, peneliti mencantumkan hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan, kemudian merangkum baik penelitian yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan. Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang masih relevan dengan topik yang penulis teliti.

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	Ichsanudin Iskandar	Analisis Kerusakan Mesin Turbin Gas MS6001 Generator Electric 1 (GE1) Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Pada PT.PLN (Persero) Sektor Tello Makassar	Penelitian ini menggunakan metode FMEA dan Diagram Pareto	<p>Berdasarkan dari hasil pembahasan dari analisis kerusakan mesin turbin gas MS6001 diatas dapat disimpulkan bahwa.</p> <p>1. Jenis-jenis kerusakan pada mesin turbin Gas MS6001 adalah sebagai berikut :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cooling and sealing system • Lube oil system • Control device turbin • Ignation system • Fire protection system • Schematic load gear • Main part turbin seclion • Electrical system • Air intex &exhaust system • Cooling water system • Venting and heating system

				<ul style="list-style-type: none"> • Low voltage distributor board • Main hydroley system • Torque converter system • Control & instrument system <p>2. Bagian-bagian yang paling sering rusak pada mesin turbin Gas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ignation system 4 kali kerusakan • Cooling and sealing system 3 kali kerusakan • Main part turbin selection 3 kali kerusakan • Cooling water system 2 kali kerusakan • Control device 2 kali kerusakan • Electrical system 2 kali kerusakan. <p>3. Analisis kerusakan pada mesin turbin gas MS6001 menggunakan metode FMEA.</p>
--	--	--	--	--

				<p>Berdasarkan data yang sudah dikelola diatas dapat disimpulkan yaitu sebanyak tujuh komponen yang memiliki tingkat kerusakan paling besar yaitu Lube Oil System (27,9%), Ignation System(16,0%), Torgue Converter System(10,5%) Electrical System(6,3%), Main Part Turbin Section(5,6%), Cooling Water System(5,6%), Control Device Turbin(5,2%).</p>
--	--	--	--	---

2	Muhammad Ikhsan Ramadhan	Analisis Kerusakan Mesin Ahu Menggunakan Pendekatan Metode Failure Mode And Effect Analysis	Metode penelitian yang digunakan adalah Diagram Pareto, FMEA dan diagram fishbone.	Hasil analisis metode FMEA dan diagram Pareto yang didapat dari lapangan terkait tentang kerusakan/trouble pada komponen mesin AHU, yaitu: vibration tinggi pada motor & blower; tekanan udara turun pada saluran pipa; temperatur naik pada saluran pipa; humidity naik pada spray nozzle; perbedaan tekanan tinggi pada filter udara. Sesuai prinsip Pareto bahwa 80% kerusakan pada mesin disebabkan 20% penyebab kerusakan, maka kerusakan pada motor & blower, saluran pipa, filter udara harus diprioritaskan perawatannya agar semakin andal dan efisien.
3	Surya Andiyanto, dkk.	Penerapan Metode Fmea (Failure Mode And Effect Analysis) Untuk	Metode penelitian yang digunakan adalah Diagram Pareto,	Pemborosan atau (waste) adalah kegiatan yang menghabiskan atau menyia-nyikan sumber daya seperti biaya konsumsi atau lembur, tetapi tidak memberikan nilai tambah pada kegiatan tersebut. Dalam setiap proses

		Kuantifikasi Dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya Lean Waste	FMEA dan diagram fishbone.	produksi, biasanya ada kemungkinan timbulan sampah, terutama di restoran cepat saji. Untuk menghindari atau meminimalisir terjadinya pemborosan tersebut maka diperlukan suatu analisis pemborosan. Dalam analisis air yang dilakukan pada penelitian ini, metode FMEA digunakan untuk mempelajari timbulan sampah di restoran cepat saji dan untuk menentukan timbulan sampah kritis di restoran cepat saji untuk memberikan rekomendasi tindakan pengolahan limbah. Dari hasil penelitian, pemborosan kritis adalah lamanya proses pengiriman, dengan skor WPN 99,16,
4	Asmeati dkk	Analisis Kerusakan Mesin Oven Lincoln 1457 Dengan Mengguna	Metode penelitian yang digunakan adalah Diagram Pareto,	Saat ini Oven Lincoln 1457 milik PT. XYZ banyak digunakan di beberapa gerai <i>FastFood</i> , salah satunya di <i>Pizza Hut</i> , akan tetapi oven ini belum mempunyai laporan tentang hasil kerusakannya. Dari beberapa tahun ini kita

		kan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Pada Pt. Xyz	FMEA dan	tidak mengetahui bagian-bagian dari mesin Oven ini yang sering rusak dan cara penanganannya sehingga meminimalisir kerusakan. Tujuan dari penelitian ini adalah (1). Mengetahui jenis-jenis kerusakan pada Mesin Oven Lincoln 1457. (2) Mengetahui bagian – bagian yang paling sering rusak pada Mesin Oven Lincoln 1457. (3) Menganalisis Kerusakan pada Mesin Oven Lincoln 1457 menggunakan metode FMEA. Metode Penelitian ini menggunakan penelitian wawancara dan perpustakaan dengan dengan pendekatan FMEA. Adapun jenis – jenis kerusakan pada mesin oven Lincoln 1457 adalah No Box Control Cooling, Low flame is on- but no main flame, Oven Will Not heat, Conveyor Will Not Run/ Kovevyor tidak akan berjalan, Switch ON/OFF. Hasil dari penelitian ini adalah sebanyak 12 varian kerusakan pada Mesin Oven Lincoln 1457 dengan tingkat frekuensi
--	--	---	----------	--

				<p>yang berbeda-beda. Jenis kerusakan yang pertama “switch On/Off” dengan nilai RPN terbesar yaitu 125 dan yang terendah adalah “Control Transformer” dengan nilai RPN 12. Nilai total kumulatif terbesar didapat sebesar 503 dan nilai total kumulatif terkecil didapat sebesar 125. Pada persentase keseluruhan didapatkan angka tertinggi yaitu dengan persentase 24,90% dan yang terkecil yaitu sebesar 2,40% sedangkan pada persentase kumulatif didapat angka tertinggi yaitu sebesar 100% dan nilai persentase terkecil sebesar 24,90%.</p>
5	Fran Hendrick	<p>Pemeliharaan Generator Pada Turbin PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro</p>	<p>Metode penelitian yang digunakan adalah TPM (<i>Total Productive</i></p>	<p>1) Gangguan yang terjadi karena adanya kerusakan pada unit generator diantaranya adanya perubahan daya yang disebabkan ketidakseimbangan arus yang dihasilkan akibat debit air yang dihasilkan, baterai dan charging dalam</p>

		Hidro) di PT. Perkebuna n Nusantara VI Jambi	<i>Maintenan ce)</i>	<p>keadaan rusak akibat adanya korosi, kerusakan pada cooling fan pada selang sehingga mengalami kebocoran, dan selang pelumas untuk melumasi mesin mengalami kebocoran.</p> <p>2) Pemeliharaan atau Maintenance pada pendekatan seperti Preventive Maintenance, Predictive Maintenance, Breakdown Maintenance, Period Maintenance, dan Corrective Maintenance ini didasari atas adanya kategori pada metode TPM dengan jenis pemeliharaan terjadwal, perbaikan hingga mengganti, pendekatan ini sudah dilakukan sesuai dengan kerja standar pada pendekatan pemeliharaan ini.</p> <p>3) Pemeliharaan dengan metode TPM atau Total Productive Maintenance sudah diterapkan dari beberapa jenis metode</p>
--	--	---	--------------------------	---

				<p>pada pemeliharaan generator baik dari keselamatan sampai perawatan alat, namun dari 8 metode TPM hanya 6 yang dikategorikan dalam pemeliharaan dengan pendekatan metode TPM dan sesuai standar</p>
--	--	--	--	---

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Juni 2023 sampai bulan Juni 2023 dan tempat dilaksanakannya penelitian di CV.HIDRO BATANGURU Desa Batanguru Kec. Sumarorong Kab. Mamasa.

Adapun waktu pelaksanaan penelitian dijelaskan pada tabel dibawah ini, yaitu:

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Mei 2023				Juni 2023				Juli 2023				Agustus 2023				September 2023			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Persiapan																				
2.	Studi Literatur																				
3.	Pengajuan Judul																				
4.	Pengajuan Proposal																				
5.	Seminar Proposal																				
6.	Pengambilan Data																				
7.	Asistensi Hasil																				
8.	Seminar Hasil																				
9.	Asistensi																				
10.	Seminar Tutup																				

III.2 Metode Penelitian

Di dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah :

a. Penelitian lapangan

Dengan menggunakan metode observasi yaitu dengan melakukan pengamatan dan pengerjaan secara langsung terhadap objek yang diteliti dalam hal ini adalah Mesin Turbin Air .

b. Penelitian Perpustakaan

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengelola data yang telah diperoleh di lapangan, memperoleh pengetahuan dan landasan teori dari beberapa literature dan hasil penelitian orang lain yang mempunyai hubungan dengan masalah yang diteliti.

c. Penelitian Wawancara

Wawancara yang dilakukan adalah wawancara dengan para karyawan yang berhubungan langsung dengan quality control terutama pada bagian yang menangani Mesin Turbin Air.

III.3 Jenis dan Sumber Data

Sumber Penelitian ini Meliput suatu prosedur perkumpulan penyajian dan pengolahan data serta analisa dan perpecahan permasalahan berdasarkan sumber data yang kelak akan dipergunakan di dalam susunan, data yang dipergunakan ialah data yang didapatkan secara langsung melewati pemeriksaan dan penulisan yang dilakukan pada mesin turbin air.

2.3.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber asli (tidak melalui media perantara). Dilakukan oleh penulis berupa observasi langsung di Mesin Turbin air sebagai data primer, berupa opini subjek (orang) secara individual atau kelompok. Hasil observasi terhadap suatu benda fisik, kejadian atau kegiatan dan hasil pengujian merupakan data yang dikumpulkan.

2.3.2 Data sekunder

Data sekunder adalah data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung yaitu melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Hasil informasi yang didapat

dalam penelitian ini yang merupakan data sekunder meliputi data kerusakan yang diberikan perusahaan dari Mesin Turbin Gas terhitung selama masa penelitian.

III.4 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dikumpulkan. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di lantai produksi dengan menyaksikan data lapangan yang dimiliki oleh perusahaan dan dijadikan acuan atas pendataan yang diperoleh.

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah menggunakan FMEA yang dimana FMEA merupakan suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (failure mode). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas.

Data-data ini lalu akan melewati 3 fase yaitu yang pertama melihat besaran severity atau berapa tingkat parah dari kerusakan mesin itu jadi occurrence atau berapa seringnya kerusakan itu terjadi dan yang terakhir yaitu detection (Pengendalian Kerusakan).

Adapun rumus RPN adalah :

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

$$RPN = S \times O \times D$$

Keterangan :

RPN = Risk Priority Number

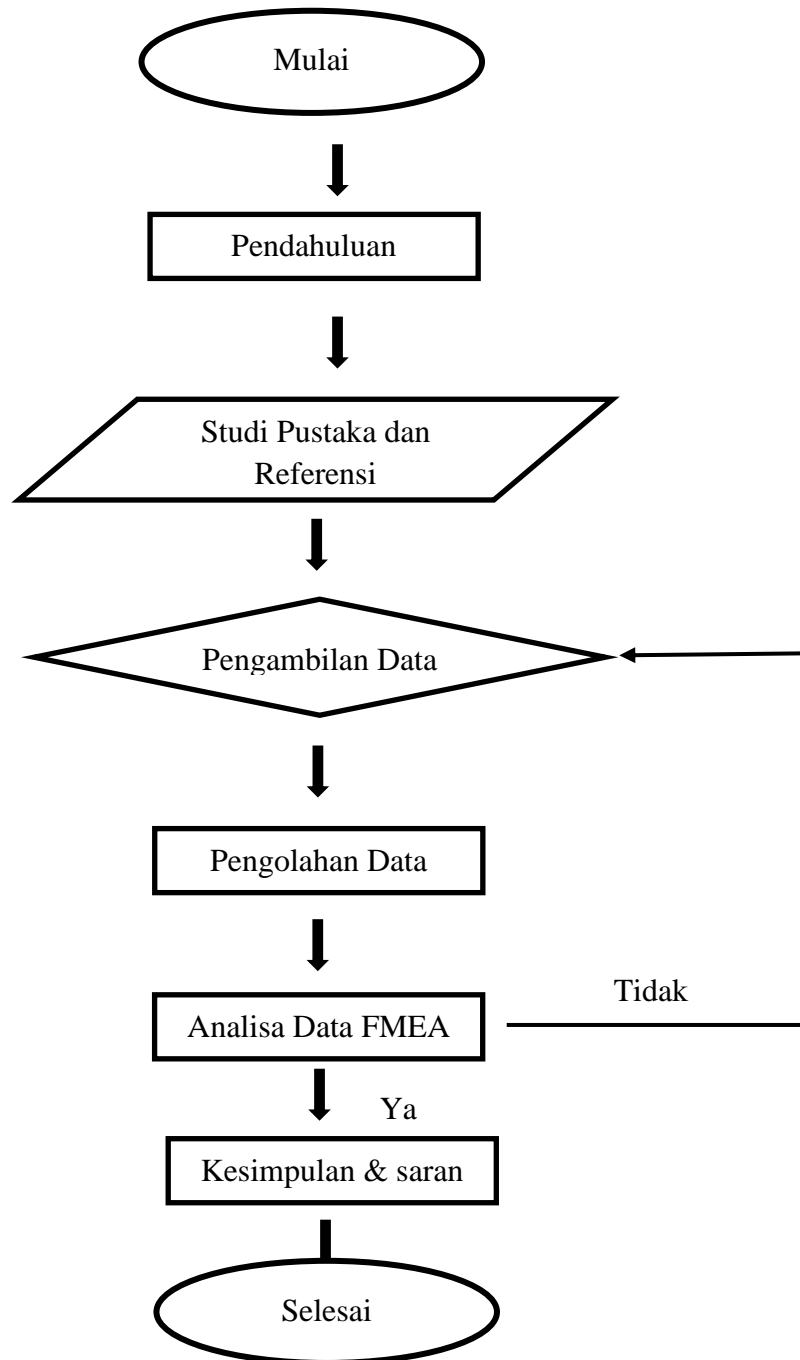
S = Severity

O = Occurrence

D = Detection

III.5 Diagram Alir Penelitian

Adapun prosedur penelitian data kerusakan dari pengambilan data dan penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

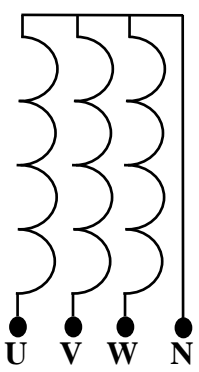
HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil

IV.1.1 Spesifikasi Mesin Turbin Mikrohidro

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di CV.HIDRO BATANGURU adapun spesifikasi mesin turbin yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Spesifikasi Turbin Mikrohidro

TYPE : STC 50		NO. CP-210908063		OUTPUT 
P	50 KW	$\text{COS}\phi$	0.8	
	380 V	EXCIT.VOLT	130 V	
	95 A	EXCIT.CURR	9.5 A	
	50 Hz	INS.CL B	IP 21	
	1500 r/min	RAT.	S1	
PHASE	3	WEIGHT	KG	

IV.1.2 Jenis-jenis Kerusakan Mesin Turbin Mikrohidro CV.HIDRO BATANGURU Desa Batanguru Kecamatan Sumarorong.

Adapun beberapa jenis kerusakan yang terdapat pada mesin turbin mikrohidro CV. HIDRO BATANGURU yang peneliti peroleh ialah:

Tabel. 4.2 Jenis-jenis kerusakan Mesin Turbin Mikrohidro Type STC- 50

Bulan	Jenis Kerusakan	Waktu Perbaikan	Keterangan
Januari	Penggantian Dinamo, Pelumasan pada Bearing	1 Hari	✓
Februari	Penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50	1 Hari	✓
Maret	Penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik	1 Hari	✓
April	Penggantian bearing pada turbin	1 Hari	✓
Mei	Penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50	1 Hari	✓
Juni	-		
Juli	Penggantian Has baling-baling (Blade)	4 Hari	✓
Agustus	Penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50	1 Hari	✓
September	Penggantian V-Belt	1 Hari	✓
Oktober	Perbaikan jaringan distribusi	1 Hari	✓
November	Penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50	1 Hari	✓
Desember	-		

Pada tabel 4.2 peneliti memperoleh data yang dilakukan di CV. MIKROHIDRO BATANGURU Desa Batanguru Kecamatan Sumarorong.

IV.1.3 Menentukan Severity, Occurrence dan Detection

Jenis-jenis kerusakan yang diperoleh maka langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu penentuan rating probabilitas terjadinya kerusakan (occurrence), dampak akibat kerusakan (severity), dan deteksi kerusakan (detection). Penentuan ketiga rating tersebut akan sangat menentukan proses memprioritaskan kerusakan atau penentuan kerusakan yang kritis. Penentuan rating didapat melalui proses brainstorming dengan para karyawan yang disesuaikan dengan kondisi perusahaan.

Skala yang digunakan untuk masing-masing rating ini yaitu mulai dari skala 1-5, dimana skala 1 yaitu paling rendah dan skala 5 paling tinggi (Ramadhan, dkk., 2021).

Severity

Severity rating menyatakan bahwa terjadinya kegagalan akan memberikan dampak berupa gangguan terhadap sistem secara keseluruhan.

Tabel 4.3 Rating Severity (Ramadhan, dkk., 2021)

No	Tingkat Bahaya	Kriteria Masalah	Tingkat
1.	Sangat Tinggi	Mesin mati total dan tidak berfungsi	5
2.	Tinggi	Sistem eror namun mesin masih bisa berjalan	4
3.	Moderat	Kinerja pada sistem menurun drastis	3
4.	Kecil	Kinerja komponen pada mesin menurun	2
5.	Sangat Kecil	Mesin hanya perlu disetting ulang	1

Occurrence

Occurrence rating menyatakan probabilitas terjadinya kegagalan pada skala 1 sangat rendah dan skala 5 menyatakan probabilitas terjadinya kegagalan sangat tinggi.

Tabel 4.4 Rating Occurrence (Ramadhan, dkk., 2021)

No	Kemungkinan Terjadi Masalah (%)	Jumlah Kejadian	Tingkat
1.	100% ada masalah	Pasti terjadi kerusakan dari 1-5 kali mesin beroperasi	5
2.	75% kemungkinan masalah terjadi	Pasti terjadi kerusakan dari <50 kali mesin beroperasi	4
3.	50% masalah dapat terjadi	Pasti terjadi kerusakan dari 51-150 kali mesin beroperasi	3
4.	25% masalah masih dapat di kontrol	Pasti terjadi kerusakan dari 150-300 kali mesin beroperasi	2
5.	Tidak pernah terjadi	Tidak pernah terjadi kerusakan	1

Detection

Detection rating adalah untuk melihat apakah potensial failure mode yang ada dapat diketahui sebelum terjadinya kegagalan dan juga apakah pengendalian yang dimiliki dapat mengurangi kegagalan yang dapat terjadi.

Tabel 4.5 Rating Detection (Ramadhan, dkk., 2021)

No	Detection	Kriteria	Tingkat
1.	Tinggi	Pasti Terdeteksi	1
2.	Medium	Mudah Terdeteksi	2
3.	Rendah	Jarang Terdeteksi	3
4.	Sangat Rendah	Sulit Terdeteksi	4
5.	Non -Detectable	Tidak Dapat Terdeteksi	5

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, pemberian rating pada kerusakan komponen mesin Turbin hanya mencapai rating 5, tidak ada yang melebihi atau mencapai rating 10 sesuai dengan ketentuan rating yang diikuti pada tinjauan pustaka. Oleh karena itu penulis hanya menggunakan rating 1-5.

Hasil dari pendekatan ini dapat mengidentifikasi permasalahan yang ada dan menentukan *Risk Priority Number* (RPN) yang terkait dengan permasalahan tersebut. Oleh karena itu, penting untuk dicatat bahwa semua jenis indeks berisiko bertujuan untuk memprioritaskannya. Selanjutnya, nilai RPN yang dianalisis sebelumnya memiliki kemungkinan kegagalan yang sama untuk setiap komponen individu. Hal ini dapat dipastikan dengan menggunakan persamaan berikut, dan hasil perhitungan RPN juga akan ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Adapun rumus RPN adalah:

$$\mathbf{RPN = Severity \times Occurrence \times Detection}$$

$$\mathbf{RPN = S \times O \times D}$$

Keterangan :

RPN = Risk Priority Number

S = Severity

O = Occurrence

D = Detection

Tabel 4.6 Nilai RPN dari Kerusakan

No	Jenis Masalah	Severity	Occurrence	Detection	RPN
1.	Penggantian dinamo	5	5	1	25
2.	Pelumasan pada bearing	2	5	2	20
3.	Penggantian karbon bras pada dynamo general STC 50	5	5	2	50
4.	Penggantian bearing pada turbin	5	5	1	25
5.	Penggantian has pada baling-baling (Blade)	5	5	2	50
6.	V-belt	5	5	1	25
7.	Perbaikan jaringan distribusi	2	1	1	2
8.	Penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik	5	5	1	25

IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Pengolahan Data menggunakan Metode FMEA

Faktor yang dapat mempengaruhi prioritas pemeliharaan suatu masalah ditentukan oleh besar nilai RPN dengan rating 1 sampai 50. Berdasarkan tabel 4.6 , nilai RPN dalam setiap mode kerusakan pada mesin turbin Mikrohidro STC 50 memiliki rentang batasan dari 2 sampai 50.

Tabel berikut merupakan pemeliharaan kriteria untuk strategi pemeliharaannya :

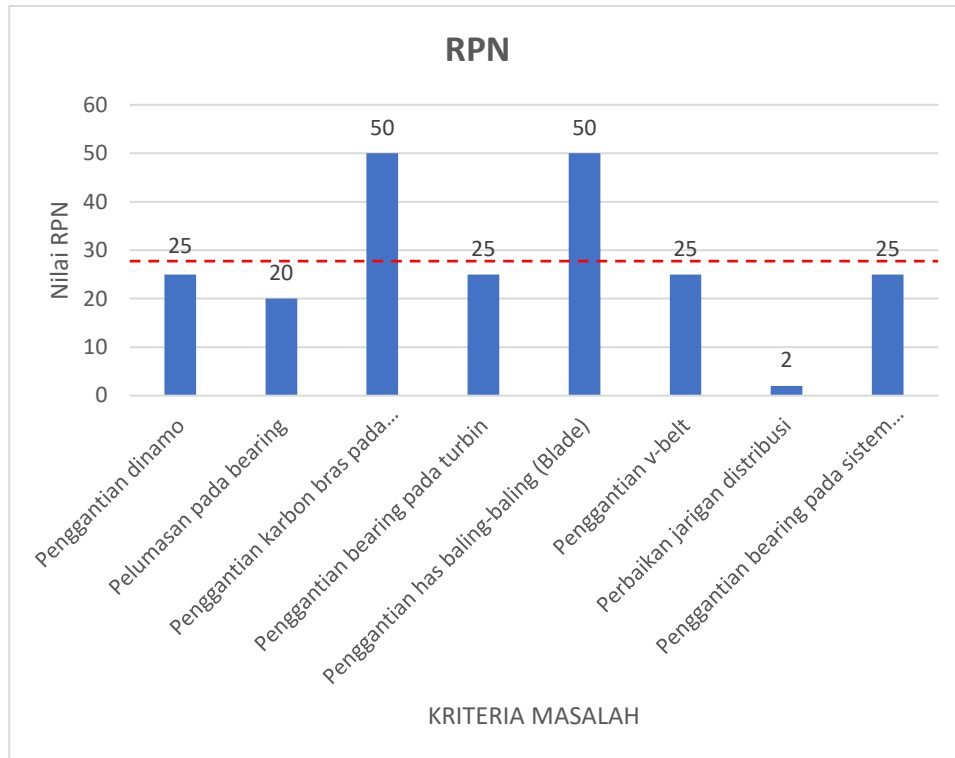
Tabel 4.7 Kriteria Kerusakan (Ramadhan, dkk., 2021)

Prioritas	Metode	Nilai RPN
1.	Prediktif maintenance	RPN <80
2.	Preverentive maintenance	RPN 26-45
3.	Korektif maintenance	RPN <25

Dari tabel 4.7 didapatkan beberapa komponen kerusakan dan didapatkan strategi perawatan yang sesuai untuk tiap komponen tersebut:

Tabel 4.8 strategi perawatan yang akan dilakukan

No	Jenis Masalah	RPN	Metode Maintenance
1.	Penggantian dinamo	25	Korektif maintenance
2.	Pelumasan pada bearing	20	Korektif maintenance
3.	Penggantian karbon bras pada dinamo STC 50	50	Prediktif maintenance
4.	Penggantian bearing pada turbin	25	Korektif maintenance
5.	Penggantian has baling-baling (Blade)	50	Prediktif maintenance
6.	Penggantian v-belt	25	Korektif maintenance
7.	Perbaikan jaringan distribusi	2	Korektif maintenance
8.	Penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik	25	Korektif maintenance



Gambar 4.1 Diagram RPN

Dalam tabel 4.8, garis batas untuk nilai RPN yang telah dihitung dalam gambar 4.1 adalah 27,75, yang merupakan hasil rata-rata dari data yang diperoleh. Garis batas ini digunakan sebagai patokan untuk menentukan komponen yang perlu diprioritaskan dalam perawatan. Jadi, jika nilai RPN suatu komponen melebihi batas ini, itu menunjukkan bahwa komponen tersebut memerlukan perhatian khusus. Nilai rata-rata ini merupakan batas yang normal terhadap tingkat kerusakan mesin turbin Mikrohidro STC 50. Hasil analisis gambar 4.1 juga mengidentifikasi komponen-komponen yang memiliki prioritas tinggi dalam perawatan, seperti pada komponen (penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50 dan penggantian has baling-baling (Blade) dengan nilai RPN 50%), sedangkan yang berada dibawah rata-rata yang masih bisa ditoleransi seperti, (penggantian dinamo, penggantian bearing pada turbin, penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik dan penggantian V-belt dengan nilai RPN 25%), (pelumasan pada bearing dengan nilai RPN 20%).

IV.2.2 Diagram Pareto

Tabel 4.9 Nilai RPN Kumulatif

No.	Jenis Masalah	RPN	RPN Kumulatif
1.	Penggantian dinamo	25	25
2.	Pelumasan pada bearing	20	45
3.	Penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50	50	95
4.	Penggantian bearing pada turbin	25	120
5.	Penggantian has baling-baling (Blade)	50	170
6.	Penggantian V-Belt	25	195
7.	Perbaikan jaringan distribusi	2	197
8.	Penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik	25	222

Langkah- langkah dalam menghitung RPN Kumulatif adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Penggantian dinamo} &= \text{RPN 1} \\ &= 25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pelumasan pada bearing} &= \text{RPN 1} + \text{RPN 2} \\ &= 25 + 20 \\ &= 45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggantian karbon bras pada} &= \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} \\ \text{dinamo general STC 50} &= 25 + 20 + 50 \\ &= 95 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggantian bearing pada turbin} &= \text{RPN 1} + \text{RPN 2} + \text{RPN 3} + \text{RPN 4} \\ &= 25 + 20 + 50 + 25 \\ &= 120 \end{aligned}$$

Penggantian has baling-baling (Blade)	$= \text{RPN } 1 + \text{RPN } 2 + \text{RPN } 3 + \text{RPN } 4 + \text{RPN } 5$ $= 25 + 20 + 50 + 25 + 50$ $= 170$
Penggantian V-belt	$= \text{RPN } 1 + \text{RPN } 2 + \text{RPN } 3 + \text{RPN } 4 + \text{RPN } 5 + \text{RPN } 6$ $= 25 + 20 + 50 + 25 + 50 + 25$ $= 195$
Perbaikan jaringan distribusi	$= \text{RPN } 1 + \text{RPN } 2 + \text{RPN } 3 + \text{RPN } 4 + \text{RPN } 5 + \text{RPN } 6 + \text{RPN } 7$ $= 25 + 20 + 50 + 25 + 50 + 25 + 2$ $= 197$
Penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik	$= \text{RPN } 1 + \text{RPN } 2 + \text{RPN } 3 + \text{RPN } 4 + \text{RPN } 5 + \text{RPN } 6 + \text{RPN } 7 + \text{RPN } 8$ $= 25 + 20 + 50 + 25 + 50 + 25 + 2 + 25$ $= 222$

Perhitungan Persentase Frekuensi

$$\text{Rumus} = \frac{\text{RPN}}{\text{Total Kumulatif Terbesar}} \times 100 \%$$

Penggantian dinamo	$\frac{25}{222} \times 100 \% = 11,26\%$
Pelumasan pada bearing	$\frac{20}{222} \times 100 \% = 9,0 \%$
Penggantian karbon bras pada Dinamo general STC 50	$\frac{50}{222} \times 100 \% = 22,52 \%$
Penggantian bearing pada turbin	$\frac{25}{222} \times 100 \% = 11,26 \%$
Penggantian has baling-baling (Blade)	$\frac{50}{222} \times 100 \% = 22,52 \%$
Penggantian V-belt	$\frac{25}{222} \times 100 \% = 11,26 \%$
Perbaikan jaringan distribusi	$\frac{2}{222} \times 100 \% = 0,90 \%$
Penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik	$\frac{25}{222} \times 100 \% = 11,26 \%$

Persentase Kumulatifnya adalah sebagai berikut:

Penggantian dinamo	= PK 1 = 11,26 %
Pelumasan pada bearing	= PK 1 + PK 2 = 11,26 % + 9,0 % = 20,26 %
Penggantian karbon bras pada Dinamo general STC 50	= PK 1 + PK 2 + PK 3 = 11,26 % + 9,0 % + 22,52 % = 42,78 %
Penggantian bearing pada turbin	= PK 1 + PK 2 + PK 3+ PK 4 = 11,26 % + 9,0 % + 22,52 % + 11,26 % = 54,04 %
Penggantian has baling-baling (Blade)	= PK 1 + PK 2 + PK 3+ PK 4 + PK 5 = 11,26 % + 9,0 % + 22,52 % + 11,26 % + 22,52 % = 76,56 %
Penggantian V-Belt	= PK 1 + PK 2 + PK 3+ PK 4 + PK 5 + PK 6 = 11,26 % + 9,0 % + 22,52 % + 11,26 % + 22,52 % + 11,26 % = 87,82 %
Perbaikan jaringan distribusi	= PK 1 + PK 2 + PK 3+ PK 4 + PK 5 + PK 6 + PK 7 = 11,26 % + 9,0 % + 22,52 % + 11,26 % + 22,52 % + 11,26 % + 0,90 % = 88,72 %
Penggantian bearing pada sistem Transmisi mekanik	= PK 1 + PK 2 + PK 3+ PK 4 + PK 5 + PK 6 + PK 7 + PK 8 = 11,26 % + 9,0 % + 22,52 % + 11,26 % + 22,52 % + 11,26 % + 0,90 % + 11,26 % = 99,98 %

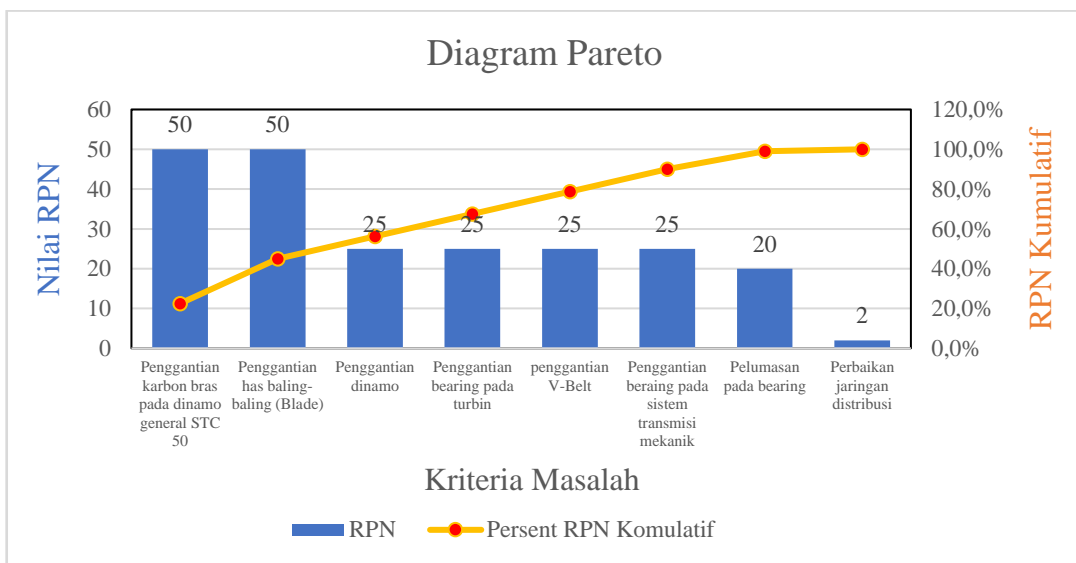
Dari hasil perhitungan kumulatif, dapat dituliskan nilai persennya sebagai berikut:

Tabel 4.10 Nilai persen kumulatif

No	Jenis Masalah	RPN	RPN Kumulatif	Persen	Persen Kumulatif
1.	Penggantian dinamo	25	25	11,26%	11,26%
2.	Pelumasan pada bearing	20	45	9,0%	20,26%
3.	Penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50	50	95	22,52%	42,78%
4.	Penggantian bearing pada turbin	25	120	11,26%	54,04%
5.	Penggantian has baling-baling (Blade)	50	170	22,52%	76,56%
6.	Penggantian v-belt	25	195	11,26%	87,82%
7.	Perbaikan jaringan distribusi	2	197	0,9%	88,27%
8.	Penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik	25	222	11,26%	99,98%
Jumlah		222		99,08%	

Data jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada mesin turbin diolah menggunakan diagram pareto, untuk menentukan jenis-jenis kerusakan yang paling dominan muncul pada saat mesin beroperasi dilakukan dengan cara membuat

diagram pareto sehingga pada nantinya dapat ditentukan kerusakan mana yang harus diprioritaskan (Saputra, 2021). Jadi peneliti mengambil kesimpulan dimana komponen yang perlu diprioritaskan yaitu yang pertama (penggantian dinamo general STC 50 dan penggantian has baling-baling (Blade) dengan nilai persen 22,52 %), (Penggantian dinamo, penggantian bearing pada turbin, penggantian V-belt, penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik dengan nilai persen 11,26 %), (Pelumasan pada bearing dengan nilai persen 9,0 %) dan (Perbaikan jaringan distribusi dengan nilai persen 0,9 %). Diagram pareto akan ditunjukkan pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Diagram Pareto

Setelah memperhatikan gambar 4.2 diperlukan tindakan perawatan pada beberapa komponen seperti, penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50, penggantian has baling-baling (Blade), dengan nilai RPN 50. Maka dari itu komponen tersebut memiliki nilai RPN diatas batas rata-rata dan berada pada posisi kritis yang perlu diutamakan perawatan dan perbaikannya, dalam diagram pareto. Seperti pada penelitian sebelumnya (Ichsanuddin, I 2023).

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

1. Kerusakan mesin turbin Mikrohidro type STC 50 di CV HIDRO BATANGURU, yang mengalami kerusakan paling sering yaitu, penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50 sebanyak 4 kali dalam setahun.
2. Analisis kerusakan pada mesin turbin Mikrohidro STC 50 menggunakan metode FMEA didapatkan dari data yang telah diperoleh dan dikelola, dapat disimpulkan yaitu sebanyak enam komponen yang memiliki tingkat kerusakan yang besar adalah penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50 (22,52%), penggantian has baling-baling (Blade) (22,52%), penggantian dinamo (11,26%), penggantian bearing pada turbin (11,26%), penggantian v-belt (11,26%), penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik (11,26%).

Kerusakan diatas direkomendasikan untuk mendapatkan perhatian khusus sehingga dapat meningkatkan kualitas dari mesin turbin Mikrohidro STC 50.

V.2 Saran

Adapun beberapa saran dari peneliti kemukakan untuk pertimbangan dan pengembangan sistem untuk mencapai kinerja turbin yang maksimal.

1. Disarankan untuk melakukan pengecekan kemudian mungumpulkan data kerusakan untuk dilakukan perbaikan.
2. Melakukan perawatan pada komponen turbin yang mengalami kerusakan secara berkala berdasarkan rencana perawatan yang telah ditentukan, agar meminimalisir kerusakan komponen yang dapat menghambat kinerja mesin turbin

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulsalam, R., Binilang, A., & Halim, F. (2014). Analisis Potensi Sungai Atep Oki serta Desain Dasar Bangunan Sipil Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air. *Jurnal Sipil Statik*, 2(5).
- Afandi, A. R. A. (2018). *Analisa Pengaruh Jumlah Sudu dan Laju Aliran Terhadap Performa Turbin Kaplan* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA).
- Andiyanto, S., Sutrisno, A., & Punuhsingon, C. C. (2017). Penerapan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk kuantifikasi dan pencegahan resiko akibat terjadinya lean waste. *Jurnal Poros Teknik Mesin UNSRAT*, 6(1).
- Anggriani, D. P., & Kadier, R. E. A. (2012). Pengendalian Frekuensi dengan Menggunakan Kontrol Fuzzy Prediktif pada Simulator Plant Turbin-Generator pada PLTU. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), A72-A77.
- Astro, R. B., Doa, H., & Hendro, H. (2020). Fisika Kontekstual Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(1), 142-149.
- Badariah, N. Surjasa, D. dan Trinugraha, Y. (2012). Analisa Supply Chain Risk Management Berdasarkan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Teknik Industri Universitas Trisakti*. 1(2), 110-118.
- Barus, S., Aryza, S., Wibowo, P., Anisah, S., & Hamdani, H. (2021, June). Rancang Bangun Pemanfaatan Aliran Tandon Air Gedung Bertingkat Sebagai Pembangkit Listrik Mikro Hidro. In *Scenario (Seminar of Social Sciences Engineering and Humaniora)* (pp. 545-557).
- Hendrick, F. (2022). Pemeliharaan Generator Pada Turbin PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) di PT. Perkebunan Nusantara VI Jambi: Maintanance of Generator on Turbine HPP (Micro Hydro Power Plant) at PT. Plantation Nusantara VI Jambi. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy (IJEERE)*, 2(2), 96-103.

- Ichsanuddin,I 2023 Analisis Kerusakan Mesin Turbin Gas MS6001 Generator Electric 1 (GE1) Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Pada PT.PLN (Persero) Sektor Tello Makassar. Skripsi, Makassar.
- Idham, Ibnu. 2014. Failure Modes And Effect Analysis. Politeknik Negeri Bandung
- Maruf Al Bawani, A., & Sudarti, S. (2022). Analisis Kelemahan Dan Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2), 99-104.
- Muhammad Ikhsan Ramadhan. 2021. Analisis Kerusakan Mesin Ahu Menggunakan Pendekatan Metode Failure Mode And Effect Analysis. Universitas Singaperbangsa Karawan, Jawa Barat.
- Octavia&Lily. (2010). Aplikasi Metode Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) Untuk pengendalian kualitas pada proses Heat Treatment PT. Mitsuba Indonesia. In L. Skripsi. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Paloboran, M. (2022). Analisis Kerusakan Mesin Oven Lincoln 1457 dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analyst (FMEA) di PT. XYZ. *Teknologi*, 23(1), 13-20.
- Permana, S., & Candra, A. A. (2023). Evaluasi Debit Terhadap Kebutuhan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro Sungai Cisanggiri Kecamatan Cihurip. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 82-94.
- Putra, F. D., Effiandi, N., & Leni, D. (2017). Pengoperasian dan Perawatan PLTMH pada Pembangkit Listrik Mikro Hidro (PLTMH) di Sungai Batang Geringging Kota Padang. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(2), 25-30.
- Ramadhan, M. I., Sumarjo, J., Suci, F. C., & Santoso, D. T. (2021). Analisis Kerusakan Mesin AHU Menggunakan Pendekatan Metode Failure Mode And Effect Analysis. *ROTOR*, 14(2), 49-53.

- Ritonga, D. A. A. (2019). Penentuan Waktu Preventive Maintenance Turbin Dengan Metode Criticality Analysis Pada Plta Sipansihaporas. *Jurnal SiMeTRi Rekayasa Vol, 1(02)*.
- Saputra, R., & Santoso, D. T. (2021). Analisis Kegagalan Proses Produksi Plastik Pada Mesin Cutting Di Pt. Fkp Dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis Dan Diagram Pareto. *Barometer, 6(1)*, 322-327.
- Zebua, D., Kolago, D., Wijaya, Y. A. C., & Utama, Y. A. K. (2019). Desain dan pembuatan pembangkit listrik tenaga air hujan menggunakan piezoelectric disk. *Jurnal Tecnoscienza, 4(1)*, 79-94.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Kerusakan Turbin Mikrohidro STC 50

DATA KERUSAKAN TURBIN MIKROHIDRO DESA BATANGURU KEC.SUMARORONG

CV. HIDRO BATANGURU

TAHUN 2022

Bulan	Jenis Kerusakan	Waktu Perbaikan	Keterangan
Januari	Penggantian Dinamo, Pelumasan pada bearing	1 HARI	✓
Februari	Penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50	2 JAM	✓
Maret	Penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik	4 JAM	✓
April	Penggantian bearing pada turbin	2 JAM	✓
Mei	Penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50	2 JAM	✓
Juni	-		
Juli	Penggantian Has baling-baling (Blade)	4 HARI	✓
Agustus	Penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50	2 JAM	✓
September	Penggantian V-belt	2 JAM	✓
Oktober	Perbaikan jaringan distribusi	1 HARI	✓
November	Penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50	2 JAM	✓
Desember	-		

Menyetujui
Kepala CV. HIDRO BATANGURU



Batanguru, 30 Desember 2022

Mengetahui
Pengelola Turbin

WANSIFORUS

Lampiran 2. Proses Pra penelitian























Lampiran 3. Data Nilai Severity, Occurrence, Detection, RPN

Data Nilai

Severity, Occurance dan Detection pada jenis – jenis kerusakan yang ada pada mesin turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro di CV. HIDRO BATANGURU Desa Batanguru Kec. Sumarorong, Kab. Mamasa.

No	Jenis Masalah	Severity	Occurance	Detection	RPN
1	Penggantian dinamo	5	5	1	25
2	Pelumasan pada bearing	2	5	2	20
3	Penggantian karbon bras pada dinamo general STC 50	5	5	2	50
4	Penggantian bearing pada turbin	5	5	1	25
5	Penggantian has baling-baling (blade)	5	5	2	50
6	Penggantian V-belt	5	5	1	25
7	Perbaikan jaringan distribusi	2	1	1	2
8	Penggantian bearing pada sistem transmisi mekanik	5	5	1	25

Batanguru, 25 Juli 2023

