

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap tahun, penggunaan energi meningkat sebesar 0,60 hingga 1 kWh per kapita. Energi listrik dapat diproduksi melalui pembangkit listrik. Menurut Kementerian ESDM, Indonesia memiliki delapan jenis pembangkit listrik, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batubara, gas alam, atau bahan bakar minyak (BBM), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang memanfaatkan tenaga air untuk menggerakkan turbin, Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) yang menggunakan BBM, dan Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB). (Devani & Maidila, 2021)

Salah satu pembangkit listrik yang ada di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Tolo Jeneponto. Sebuah pembangkit listrik tenaga bayu yang terletak di Kecamatan Binamu, Kabupaten Jeneponto, Sulawesi Selatan. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Tolo beroperasi sejak September 2019. Pembangkit listrik yang merupakan target bauran energi nasional ini, memiliki 20 Wind Turbin Generator (WTG) dengan kapasitas 72 megawatt.

Dalam era di mana energi terbarukan semakin mendapat perhatian, pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) menjadi salah satu solusi utama untuk menyediakan energi listrik yang ramah lingkungan. PLTB memanfaatkan energi angin sebagai sumber daya utama untuk menghasilkan listrik. Namun, untuk menjaga kinerja optimal dan menghindari kegagalan yang dapat mengakibatkan kerugian besar, perawatan yang tepat pada komponen utama PLTB menjadi penting untuk dilakukan.

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi ramah lingkungan. PLTB memanfaatkan energi kinetik dari angin untuk menggerakkan turbin yang kemudian menghasilkan listrik melalui generator. Sistem ini memiliki keunggulan berupa emisi karbon yang rendah, ketersediaan sumber energi yang melimpah, dan kontribusinya dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Namun, seperti halnya sistem mekanik dan elektronik lainnya, komponen-

komponen pada PLTB, terutama generator, dapat mengalami kerusakan. Generator adalah salah satu komponen utama dalam PLTB yang bertugas mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Kerusakan pada generator dapat berdampak signifikan terhadap efisiensi dan kontinuitas operasi pembangkit, yang pada akhirnya mempengaruhi pasokan listrik ke jaringan. Kerusakan pada generator dapat disebabkan oleh beberapa faktor: Kelebihan Beban atau Overload operasi yang melebihi kapasitas generator dapat menyebabkan kerusakan pada gulungan atau bagian rotor dan stator, Kerusakan Mekanik komponen seperti bantalan (bearing) atau poros (shaft) dapat mengalami aus atau kerusakan akibat gesekan yang terus-menerus.

Perawatan atau maintenance adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas dan peralatan pabrik, dan mengadakan perbaikan, penyesuaian, atau penggantian yang diperlukan untuk mendapatkan suatu kondisi operasi produksi yang memuaskan, sesuai dengan yang direncanakan. Model Age Replacement adalah suatu model penggantian dimana interval waktu penggantian komponen dilakukan dengan memperhatikan umur pemakaian dari komponen tersebut, sehingga dapat menghindari terjadinya penggantian peralatan yang masih baru dipasang akan diganti dalam waktu yang relatif singkat. Model ini akan menyesuaikan kembali jadwalnya setelah penggantian komponen dilakukan, baik akibat terjadi kerusakan maupun hanya bersifat sebagai perawatan pencegahan. (Devani & Maidila, 2021)

Dengan mengadakan kegiatan pemeliharaan yang kontinyu dan terjadwal, maka perbaikan atas kerusakan yang ada serta penyesuaian penjadwalan menjadikan kontinuitas produksi dapat terjamin. Ditinjau dari segi kegunaan, sistem pemeliharaan memerlukan metode pemeliharaan yang paling baik sehingga peralatan komponen dapat terhindar dari seringnya terjadi kerusakan, demikian biaya pemeliharaan peralatan komponen yang didasarkan atas biaya Down Time bisa seminimal mungkin.

Proses maintenance komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang baik sangat diperlukan untuk dapat menjamin komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) bisa beroperasi dengan baik dan optimal sehingga dapat mencapai kualitas yang baik. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui kebijakan maintenance yang harus dilakukan agar komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dapat mempertahankan

fungsinya sesuai dengan yang diharapkan dengan memperhatikan efek kegagalan yang terjadi, dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Dengan penerapan metode ini, penulis berharap akan dapat memperoleh kebijakan maintenance yang tepat berdasarkan data history kerusakan komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) untuk mendapatkan keandalan yang lebih efektif berdasarkan penilaian secara kualitatif dan kuantitatif.

1.2 Teori

1.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB)

Dalam realitas, tenaga angin adalah sekedar bentuk tenaga surya yang dikonversi. Radiasi matahari memanaskan di berbagai tempat di bumi dengan kecepatan yang berbeda pada siang dan malam hari. Hal ini menyebabkan berbagai bagian atmosfer memanaskan dalam waktu yang berbeda. Udara panas menaik, dan udara yang lebih sejuk tertarik untuk menggantikannya. Inilah yang menyebabkan terjadinya angin. Jadi angin, yang disebabkan oleh gerakan molekul udara di atmosfer, berasal dari energi matahari. Semua benda statis termasuk molekul udara menyimpan energi laten yang disebut dengan energi potensial. Pada saat molekul udara mulai bergerak, maka energi potensialnya dikonversi menjadi energi kinetik (energi gerakan) sebagai akibat dari kecepatan molekul udara. Mesin energi angin, yang dinamakan turbin angin, menggunakan energi kinetik angin dan mengkonversinya menjadi energi mekanis atau listrik yang bisa dimanfaatkan untuk berbagai tujuan praktis. Angin bertiup di atas 'sayap' juga disebut bilah atau aerofoil dari turbin angin, yang menyebabkan berputar cepat. Turbin angin menggunakan gerakan rotasi untuk membangkitkan listrik atau menjalankan peralatan mesin seperti pompa.

1.2.2 Komponen Utama dari Pembangkit Listrik Tenaga Angin

a. Gear box

Merupakan suatu peralatan yang dipasang pada PLTB yang berfungsi untuk mengubah putaran rendah pada kincir menjadi putaran tinggi.

- a) Gigi Masukan (Input Gear): Menerima putaran dari turbin dan mentransmisikan tenaga ke gearbox.
- b) Gigi Pengeluaran (Output Gear): Mengeluarkan tenaga yang telah diubah ke generator, meningkatkan kecepatan putaran.
- c) Rangka Gearbox: Struktur yang mendukung dan menahan komponen gearbox lainnya. Didesain untuk menahan beban dan getaran.
- d) Pelumas: Mengurangi gesekan antar komponen, menjaga suhu dan mencegah keausan.
- e) Sistem Pendingin: Mengelola suhu dalam gearbox untuk mencegah overheating.

- f) Bearing: Mendukung poros gigi dan membantu mengurangi gesekan saat berputar.
- g) Kopling: Menghubungkan dan memisahkan gearbox dari turbin saat diperlukan, terutama dalam proses pemeliharaan.

b. Generator

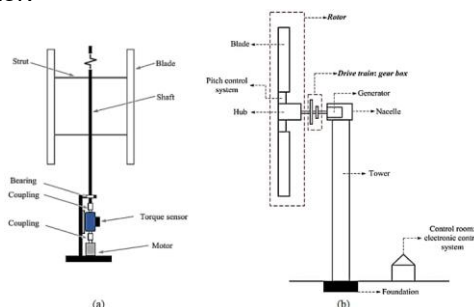
Ada berbagai jenis generator yang dapat digunakan dalam sistem turbin angin, antara lain generator serempak (synchronous generator), generator tak serempak (unsynchronous generator), rotor sangkar maupun rotor belitan ataupun generator magnet permanen. Penggunaan generator serempak memudahkan kita untuk mengatur tegangan dan frekuensi keluaran generator dengan cara mengatur-atur arus medan dari generator. Sayangnya penggunaan generator serempak jarang diaplikasikan karena biayanya yang mahal, membutuhkan arus penguat dan membutuhkan sistem kontrol yang rumit. Generator tak-serempak sering digunakan untuk sistem turbin angin dan sistem mikrohidro, baik untuk sistem fixedspeed maupun sistem variable speed.

- a) Rotor: Bagian bergerak dari generator yang berputar dan menghasilkan medan magnet. Terdapat rotor untuk magnet permanen atau elektromagnet.
- b) Stator: Bagian diam yang menghasilkan listrik saat rotor berputar. Stator terdiri dari gulungan kawat tembaga yang menghasilkan arus listrik.
- c) Sistem Pendinginan: Mengelola suhu generator untuk mencegah overheating dan menjaga kinerja optimal.
- d) Bearing: Komponen ini mendukung pergerakan rotor secara halus, mengurangi gesekan, dan mempertahankan sumbu poros generator.
- e) Sistem pelumas: Sistem ini menyediakan pelumas untuk bearing dan bagian bergerak lainnya agar dapat berfungsi dengan baik tanpa gesekan yang berlebihan.

c. Bilah turbin

Menerima energi kinetik dari angin dan mengubahnya menjadi energi mekanik. Bilah-bilah turbin dibuat kaku agar tidak terdorong menara oleh angin kencang.

- a) Hub : Struktur yang menghubungkan bilah dengan rotor. Berfungsi untuk mendistribusikan beban dan gaya.
- b) Sensor Sudut: Memantau posisi bilah untuk penyesuaian otomatis.
- c) Bracket : Memastikan bilah terpasang dengan kokoh pada hub dan rotor.



1.2.3 Perawatan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Pemeliharaan energi angin secara teratur menghasilkan produksi energi yang lebih baik protocol operasi dan dan pemeliharaan pembangkit listrik tenaga angin yang ketat dan terjadwal secara teratur dapat menghasilkan produksi energi yang lebih efisien dan menguntungkan. Turbin angin yang dirawat dengan baik akan memberikan kinerja yang lebih baik dalam jangka waktu yang lebih lama dibandingkan dengan peralatan turbin yang kotor atau aus.

Adapun yang harus disertakan dalam prosedur pemeliharaan energi angin selalu mengacu pada manual pabrikan dan pedoman keselamatan OEM untuk persyaratan perawatan turbin angin spesifik anda saat merancang program perawatan preventif. Frekuensi dan persyaratan pembersihan akan dipengaruhi oleh lokasi ladang angin, kondisi cuaca, dan banyak lagi, jadi pastikan untuk mempertimbangkan kebutuhan unik anda saat memilih prosedur pemeliharaan energi angin. Kemungkinan untuk pemeliharaan ladang angin meliputi:

- a. Menggunakan pengganti pelarut industri yang ramah lingkungan untuk membersihkan kotoran dan serpihan dari pisau
- b. Membersihkan bila turbin angin dari keretakan, korosi, atau kerusakan lainnya
- c. Membersihkan gear box dari keausan, menggantinya jika perlu
- d. Memastikan generator tidak memiliki masalah mekanis atau kelistrikan yang menghambat pengoperasian.
- e. Membersihkan nacelle dari semua debu, kotoran, serangga, dll.
- f. Memeriksa bantalan dan kabel dari kerusakan
- g. Membersihkan semua vegetasi dari rotor, bilah rotor, dan komponen lainnya

1.2.4 Risk Priority Number (RPN)

Metodologi RPN merupakan sebuah teknik untuk menganalisa risiko yang berkaitan dengan masalah-masalah yang potensial yang telah diidentifikasi selama pembuatan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Sebuah FMEA dapat untuk mengidentifikasi cara-cara kegagalan yang potensial untuk sebuah produk atau proses. Metode RPN kemudian memerlukan analisa dari tim untuk menggunakan pengalaman masa lalu dan keputusan engineering untuk memberikan peringkat pada setiap potensial masalah menurut rating skala berikut :

- a. Severity, merupakan skala yang memeringkatkan severity dari efek-efek yang potensial dari kegagalan.
 - b. Occurance, merupakan skala yang memeringkatkan kemungkinan dari kegagalan akan muncul.
 - c. Detection, merupakan skala yang memeringkatkan kemungkinan dari masalah akan dideteksi sebelum sampai ketangan pengguna akhir atau konsumen.
- Setelah

a) Kriteria Severity

Severity mengacu pada seberapa besar tingkat keparahan dari kegagalan yang dipilih

Tabel 3 Kriteria severity

Tingkat Keparahan (Severity)	Deskripsi
1-2	Tidak ada
3-4	Minor, kerusakan ringan, sistem bekerja kurang maksimal, terdapat Redunan
5-6	Moderat, menyebabkan sistem terganggu, waktu perbaikan relative singkat, tidak ada redunan
7-8	Tinggi, membahayakan sistem, menyebabkan sistem down dalam waktu lama
9-10	Sangat berbahaya, membahayakan sistem dan operator

b) Occurance Rating

Occurance mengacu pada berapa skala frekuensi kejadian kegagalan/kerusakan pada komponen

Tabel 4 Kriteria Occurance

Frekuensi kejadian (Occurrence)	Deskripsi
1	Lebih dari 1 Tahun
3	Antara 4-6 bulan
5	Antara 1-3 bulan
7	Setiap 1 bulan
9	Setiap saat

c) Detection

Detection mengacu pada berapa skala tingkat deteksi yang dapat dilakukan

Tabel 5 Kriteria Detection

Deteksi (Detection)	Deskripsi
1	Dapat dideteksi dengan mudah
3	Dapat dideteksi dengan peluang tinggi
5	Dapat dideteksi dengan peluang Sedang
7	Dapat dideteksi dengan peluang Kecil
9	Tidak dapat terdeteksi

1.2.5 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability Centered Maintenance didefinisikan sebagai suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang seharusnya dilakukan untuk menjamin setiap item fisik atau suatu sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan oleh penggunaanya (Moubray, 1997:7). Reliability Centered Maintenance secara sistematis mengidentifikasi langkah perawatan yang diperlukan untuk mencegah terjadinya kegagalan agar komponen atau sistem tersebut dapat menjalankan fungsinya dengan baik, dengan biaya perawatan yang seefisien mungkin dan dapat mencapai tingkat keandalan yang diharapkan (Dhillon, 1999:160). Keunggulan yang dimiliki metode Reliability Centered Maintenance antara lain:

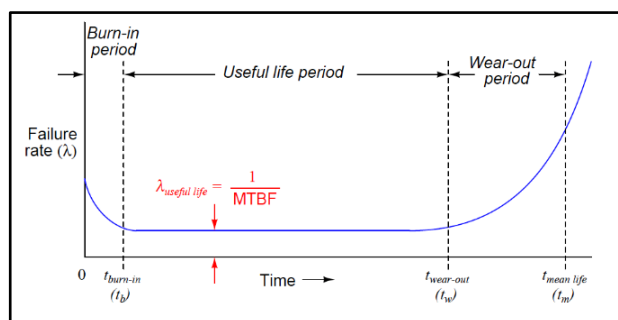
- a. Merupakan teknik manajemen perawatan yang mengkombinasikan dua jenis tindakan pencegahan yaitu preventive maintenance dan predictive maintenance. Predictive maintenance adalah pemeliharaan yang berdasarkan pada pengukuran kondisi suatu peralatan agar apabila peralatan tersebut gagal di masa yang akan datang telah dapat diambil suatu tindakan untuk menghindari kegagalan tersebut. Atau diartikan pemeliharaan berdasarkan penilaian atau analisis kondisi dari komponen-komponen mesin secara keseluruhan.
- b. Menggabungkan analisis kualitatif dan kuantitatif dalam merencanakan aktivitas pemeliharaan.

1.2.6 Sistem Functional and Function Failure

Sistem function adalah fungsi dari item yang diharapkan oleh user tetap berada dalam level kemampuan dari item tersebut sejak saat dibuat. Sistem perawatan hanya mampu menjaga kondisi item tetap berada dibawah initial capability dari desain item Sedangkan function failure didefinisikan sebagai kegagalan dari suatu item untuk melaksanakan system function yang diharapkan.

1.2.7 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analisis merupakan suatu teknik manajemen failure untuk mendefinisikan penyebab kegagalan suatu item tidak mampu melaksanakan fungsi standart yang diharapkan oleh user. Failure mode bertujuan untuk menemukan penyebab dari kegagalan yang timbul. Failure effect menjelaskan dampak yang ditimbulkan apabila failure tersebut terjadi yang dituliskan pada FMEA worksheet atau dapat pula disebut information worksheet



Gambar 2 Bathub Curve

Menurut Ebeling (1997), Laju kegagalan adalah banyaknya kegagalan persatuan waktu. Laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu tertentu dengan total waktu operasi dari suatu komponen, subsistem atau sistem. Laju kegagalan dari suatu komponen atau sistem dapat di plot pada suatu kurva dengan variabel random waktu sebagai absis dan laju kegagalan dari komponen atau sistem sebagai ordinat. Kurva bathub ini terdiri dari tiga buah bagian utama, yaitu masa awal (burn-in period), masa yang berguna (useful life period), dan masa aus (wear out period). Pengetahuan mengenai keandalan suatu sistem terlebih dahulu harus memperhatikan laju kerusakan dari suatu sistem. Laju kerusakan suatu sistem umumnya digambarkan dalam bathtub curve seperti terlihat pada gambar.

Kurva bak mandi mendeskripsikan keterangan yang terdiri dari tiga bagian atau fase, yaitu:

- Bagian pertama adalah tingkat kegagalan yang turun, yang dikenal sebagai kegagalan awal (masa awal / burn in period). Periode 0 sampai dengan t_1 mempunyai waktu yang pendek pada permulaan bekerjanya peralatan. Kurva menunjukkan bahwa laju kerusakan menurun dengan bertambahnya waktu atau diistilahkan dengan Decreasing Failure Rate (DFR). Kerusakan yang terjadi umumnya disebabkan kesalahan dalam proses manufakturing atau desain yang kurang sempurna. Jumlah kerusakan berkurang karena alat yang cacat telah mati kemudian diganti atau cacatnya dideteksi atau direparasi. Jika suatu peralatan yang dioperasikan telah melewati periode ini, berarti desain dan pembuatan peralatan tersebut di pabriknya sudah benar. Periode ini dikenal juga dengan periode pemanasan (burn in period). Model probabilitas yang sesuai adalah distribusi weibull dengan $\alpha > 1$.
- Bagian kedua adalah tingkat kegagalan yang konstan, yang dikenal sebagai kegagalan acak (masa berguna / useful life period). Periode t_1 sampai t_2 mempunyai laju kerusakan paling kecil dan tetap yang disebut Constant Failure Rate (CFR). Periode ini dikenal dengan Useful Life Period. Kerusakan yang terjadi bersifat random yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan bekerjanya peralatan, sehingga periode ini

merupakan periode pemakaian peralatan yang normal dan dikarakteristikan secara pendekatan dengan jumlah kerusakan yang konstan tiap satuan waktu. Distribusi yang sesuai adalah distribusi Eksponensial atau Weibull dengan $\alpha = 1$.

- c. Bagian ketiga adalah tingkat kegagalan yang naik, yang dikenal sebagai kegagalan aus (masa aus / wear-out period). Pada periode setelah t_2 menunjukkan kenaikan laju kerusakan dengan bertambahnya waktu yang sering disebut dengan Increasing Failure Rate (IFR). Hal ini terjadi karena proses keausan peralatan. Model distribusi yang sesuai adalah Distribusi Weibull dengan $\alpha < 1$.

1.2.8 Mean Time To Failure (MTTF)

Menurut IR. Ating Sudrajat, (2011) Mean Time To Failure (MTTF) adalah waktu rata-rata terjadinya kerusakan dari suatu peralatan/mesin atau dapat dikatakan sebagai waktu kemampuan mesin atau peralatan untuk beroperasi. MTTF ini umumnya digunakan untuk mengetahui berapa lama mesin dapat dioperasikan sampai tidak dapat digunakan kembali.

Adapun perhitungan MTTF pada distribusi Weibull sebagai berikut :

$$MTTF = \eta r \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Dimana η = Parameter Skala

B = Parameter Bentuk

1.2.9 Mean Time To Repair (MTTR)

Menurut IR. Ating Sudrajat (2011), Mean Time To Repair (MTTR) adalah waktu rata-rata yang digunakan untuk melakukan perbaikan. Waktu rata-rata untuk melakukan perbaikan meliputi waktu pemberitahuan, waktu pemindahan, waktu diagnosa, waktu memperbaiki, waktu tunggu (untuk suku cadang), waktu perakitan kembali, dan waktu pengetesan. MTTR juga mengukur berapa lama operasi akan keluar dari produksi, yang mengindikasikan efek pada perawatan terhadap laju produksi.

Adapun perhitungan MTTR pada distribusi weibull sebagai berikut

$$MTTR = \beta r \left(1 + \frac{1}{\eta}\right)$$

Dimana η = Parameter Skala

B = Parameter Bentuk

1.3 Uji Keabsaan Kuesioner

Pemeriksaan validitas instrumen merupakan tahap penting dalam penelitian guna memastikan bahwa alat pengukuran yang digunakan benar-benar mencerminkan apa yang seharusnya diukur. Validitas mengindikasikan sejauh mana alat tersebut mengukur variabel yang dimaksud secara akurat, dan validitas instrumen menjadi faktor kunci dalam menentukan kualitas penelitian. Adapun rumus yang digunakan dalam menentukan nilai r hitung (Gregory, 2000) adalah sebagai berikut.

$$r = \frac{N\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(N\sum x^2 - (\sum x)^2)(N\sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

1.4 Rumusan Masalah

Sehubung dengan latar belakang di atas. Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas ini adalah:

- a. Bagaimana menentukan komponen dengan Tingkat kekritisannya tinggi pada komponen Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)?
- b. Bagaimana menentukan interval waktu perawatan komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dengan menggunakan metode RCM?

1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan komponen dengan tingkat kekritisannya tinggi pada komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB).
- b. Mengetahui interval waktu penggantian komponen kritis utama Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dengan metode RCM

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui jenis pendekatan keandalan untuk mengurangi biaya perawatan
- b. Dengan penelitian ini mampu membantu perusahaan merencanakan penjadwalan perawatan untuk menghemat biaya perawatan.
- c. Memberikan masukan kepada perusahaan dalam pemeliharaan peralatan produksi yang lebih sistematis dan teratur sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Fakultas teknik Universitas Hasanuddin

2.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan studi literatur, dengan penyebaran kuesioner secara online. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Pada tahap ini pengambilan data primer yang diperoleh dengan wawancara serta data sekunder yang bersumber dari literatur yang relevan. Data yang dibutuhkan antara lain:

Tabel 6 Ukuran sampel

Ukuran Turbin Angin		
1	Kapasitas	72 Megawaat (MW)
2	Tinggi	130 meter(m)
3	Panjang Baling-baling	63 meter(m)
4	Aliran setiap turbin	3,6 Megawaat (MW)
5	Jumlah Turbin	20

Sumber : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia
Tahun 2018



Gambar 3 PLTB

2.4 Metode Pengolahan Data

Setelah data diperoleh, dilanjutkan dengan pengolahan data dengan metode yang telah ditetapkan. Dalam pengolahan data digunakan analisa kualitatif dan analisa kuantitatif.

- mengidentifikasi mode kegagalan yang mungkin terjadi dalam suatu komponen
- Untuk setiap mode kegagalan, kita memberikan skor pada tiga faktor yaitu safety, occurrence, dan detection
- Skor masing-masing faktor ini kemudian dikalikan untuk mendapatkan **Risk Priority Number (RPN)**
- Dilakukan analisis untuk mengetahui nilai MTTF dan MTTR

Kemudian dikarenakan data primer tidak cukup lengkap, maka sebagai pelengkap akan digunakan data hasil wawancara yang digunakan sebagai parameter penentuan OREDA 2002

Tabel 7 OREDA 2002

	AIR	BRD	ELU	FOF	FOV	FTS	LOO	NOI	OHE	
Rotor	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	
Stator	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sistem pendingin	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	
Bearing	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sistem pelumas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

	OTH	PDE	SER	STD	STP	SYN	UNK	UST	VIB	Sum
Rotor	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.62
Stator	0.21	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42
Sistem pendingin	0.21	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62
Bearing	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
Sistem pelumas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.21

2.5 Kerangka Pikir

Untuk mempermudah dalam proses pelaksanaan penelitian ini, maka disusunlah kerangka pikir penelitian sebagaimana diperlihatkan pada gambar:

