

USULAN KEBIJAKAN PERAWATAN BERDASARKAN ANALISIS PERFORMANSI PADA MESIN
RAW MILL MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY, AVAILABILITY, MAINTAINABILITY
(RAM) ANALYSIS DI PT. XYZ

PROPOSED TREATMENT POLICY BASED ON PERFORMANCE ANALYSIS ON RAW MILL
MACHINES USING THE METHOD OF RELIABILITY, AVAILABILITY, MAINTAINABILITY
(RAM) ANALYSIS AT PT. XYZ

(STUDY CASE : PT.XYZ)

Putri Etrif Hanifa¹, Endang Budiasih², Aji Pamoso³

^{1, 2, 3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

¹putrietрифhanifa@student.telkomuniversity.ac.id, ²endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id,

³humamsiddiq@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT. XYZ merupakan salah satu produsen semen terbesar kedua di Indonesia yang memproduksi beberapa macam semen bermutu guna memenuhi kebutuhan dengan total kapasitas produksi 24,9 juta ton semen. Dalam kegiatan produksi pada PT. XYZ sebagian besar menggunakan mesin, sehingga perusahaan perlu meningkatkan Reliability, Availability & Maintainability dari sistem produksi itu sendiri. Data-data berupa MTTF, MTTR dan MDT berguna untuk menilai kinerja sistem yang bekerja. Berdasarkan data yang dikumpulkan dari sistem mesin raw mill tahun 2019, diperoleh system breakdown structure dari sistem tersebut adalah Control panel, Instalasi kabel, Sensor Proteksi, Motor drive dan Transformator. Dari kelima subsistem tersebut terpilih subsistem instalasi kabel sebagai subsistem kritis pada mesin raw mill. Dikarenakan pemodelan sistem pada mesin raw mill tersusun secara seri, yang akan mengakibatkan apabila salah satu sistem mengalami kerusakan maka dapat menyebabkan mesin tidak bisa digunakan dan akan mengganggu proses produksi. Oleh karena itu diperlukan analisis Reliability, Availability, dan Maintainability. Berdasarkan hasil pengolahan data Reliability, Availability & Maintainability Analysis menggunakan pemodelan Reliability Block Diagram (RBD), pada waktu 288 jam, sistem memiliki nilai Reliability (50.89%). Rata-rata nilai maintainability sistem pada t=53 jam adalah 100%. Nilai Inherent Availability sebesar 98,3% dan nilai Operational Availability sebesar 97,7%. Berdasarkan pada evaluasi yang telah dilakukan dengan menggunakan world class maintenance Key Performance Indicator, indikator dari leading dan lagging availability sudah mencapai target indikator yang diberikan. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, usulan kebijakan perawatan yang dapat dilakukan adalah melakukan perawatan bersifat preventif yang dilaksanakan untuk mempertahankan sistem dalam keadaan siap operasi dengan cara sistematis dan periodik seperti memberikan inspeksi antara lain dengan pengecekan fisik mesin, pengecekan noise yang ditimbulkan, suhu mesin, kondisi pelumasan, serta parameter lain yang bisa menggambarkan kondisi mesin dengan menggunakan form checklist pengecekan mesin selama satu kali dalam sehari, agar performansi mesin tersebut dapat meningkat.

Kata Kunci: *Availability, Key Performance Indicator, Maintainability, Reliability, Inherent Availability, Operational Availability, Reliability Block Diagram.*

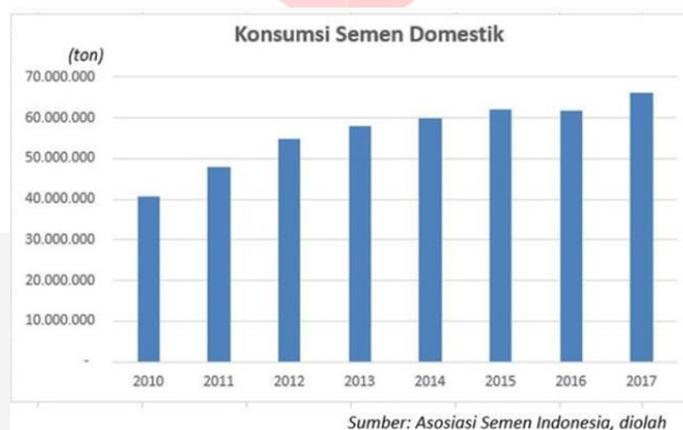
Abstract

PT. XYZ is one of the second largest cement producers in Indonesia which produces several kinds of quality cement to meet the needs with a total production capacity of 24.9 million tons of cement. In production activities at PT. XYZ mostly uses machines, so companies need to improve the Reliability, Availability & Maintainability of the production system itself. The data in the form of MTTF, MTTR and MDT are useful for assessing the performance of the working system. Based on data collected from the machine system raw mill in 2019, the obtained, system breakdown structure is namely the control panel, cable installation, protection sensors, motor drives and transformers. Of the five subsystems, the cable installation subsystem is selected as the critical subsystem of the machine raw mill. Due to the modeling system on a machine raw mill arranged in series, which will result if one of the systems is damaged, it can cause the machine to be unusable and will disrupt the production process. Therefore analysis is needed, Reliability, Availability, and Maintainability. The results of data processing Reliability, Availability & Maintainability Analysis using Reliability Block Diagram (RBD)

modeling, at 288 hours the system has a Reliability value (50.89%). The average value of system maintainability at $t = 53$ hours is 100%. Inherent Availability value is 98.3% and Operational Availability value is 97.7%. Based on evaluations that have been carried out using world class maintenance Key Performance Indicators, indicators of leading and lagging availability have reached the target indicators. Based on the analysis that has been done, the proposed maintenance policy that can be done is to carry out preventive maintenance to maintain the system in a ready state for operation in a systematic and periodic manner such as providing inspections, among others by checking the physical engine, checking the noise generated, engine temperature, lubrication conditions, and other parameters that can describe the condition of the machine using the form machine checking checklist once a day, so the machine's performance improving. Keywords: Availability, Key Performance Indicator, Maintainability, Reliability, Inherent Availability, Operational Availability, Reliability Block Diagram.

1. Pendahuluan

Industri semen merupakan satu dari sekian banyak industri yang menjadi dasar perkembangan perindustrian dan perekonomian yang ada di Indonesia. Seiring perkembangan zaman yang semakin pesat dalam konsumsi semen sehingga dapat menunjang pembangunan infrastruktur di Indonesia. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 1, yaitu menunjukkan data konsumsi semen domestik di Indonesia yang mengalami peningkatan di setiap tahunnya.

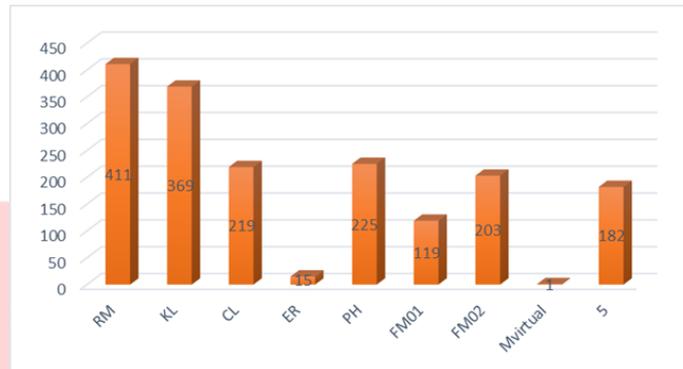


Gambar 1 Grafik Konsumen Semen Domestik

Berdasarkan Gambar I diketahui bahwa konsumsi semen domestik meningkat setiap tahunnya. Beberapa faktor utama yang menjadi pendorong pertumbuhan positif konsumsi semen domestik yaitu pertumbuhan ekonomi nasional yang masih cukup baik dan pembangunan infrastruktur yang dilakukan secara besar-besaran.

Semen merupakan salah satu bahan dalam pembuatan suatu bangunan yang berfungsi sebagai bahan perekat bahan-bahan lain. Wilayah Indonesia yang sangat luas ini tentunya memerlukan adanya industri semen nasional sebagai industri pendukung untuk pembangunan infrastruktur jalan, jembatan, pelabuhan, bangunan, irigasi dan perumahan. Dalam menjawab kebutuhan tersebut, pemerintah terus menjaga ketersediaan dan kualitas bahan penunjang dalam sektor pembangunan ini. Salah satu cara untuk menjaga ketersediaan semen di Indonesia yaitu dengan mendirikan pabrik semen, salah satunya yaitu PT. XYZ yang didirikan di Citeureup, Bogor. PT. XYZ merupakan salah satu produsen semen terbesar kedua di Indonesia yang memproduksi berbagai macam semen bermutu guna memenuhi kebutuhan dengan total kapasitas produksi 24,9 juta ton semen. Hingga sekarang PT. XYZ memiliki 13 pabrik produksi yang tersebar pada tiga tempat, yaitu di Citeureup, Bogor (Plant 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, dan 14), di Palimanan, Cirebon (Plant 9 dan Plant 10), dan di Tarjun, Kalimantan Selatan (Plant 12), dimana untuk di Citeureup proses yang ada dalam plant 1 hingga plant 14 yaitu *quarrying, drying & grinding, kiln burning & cooling, finish grinding dan packing*.

Dalam Tugas Akhir ini, penulis melakukan penelitian pada mesin yang berada di *Plant 5*, yaitu terdapat mesin *Raw Mill, Kiln, Cool Mill, Packing House, Finish Mill 01, Finish Mill 02, Mesin 05, dan Mvirtual*. Gambar I. 2 merupakan frekuensi *downtime* tiap mesin di *Plant 5* pada tahun 2019.



Gambar 2 Frekuensi Downtime Mesin pada Plant 05 (Tahun 2019)

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa mesin *raw mill* memiliki frekuensi *downtime* paling tinggi dibandingkan dengan mesin lainnya dalam periode satu tahun (tahun 2019). Dikarenakan *raw mill* adalah proses utama dalam produksi, jika terjadi masalah atau kerusakan akan dapat menghambat kelangsungan proses produksi. Serta, karena banyaknya permintaan dari *customer*, mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi semen di PT. XYZ diharuskan bekerja dengan andal dan optimal agar target produksi dapat terpenuhi. Maka, mesin *raw mill* dipilih untuk dilakukan penelitian lebih lanjut, karena dalam kurun waktu satu tahun memiliki frekuensi *downtime* sebesar 411 kali. Tingkat frekuensi kerusakan yang tinggi menyebabkan *availability* dari mesin *raw mill* cenderung tidak stabil dan akan berpengaruh kepada tingkat kehandalan mesin *raw mill*. Hal-hal tersebut dapat menyebabkan tingginya *maintenance cost*, *downtime* dan menyebabkan resiko kerugian akibat turunnya kinerja mesin. Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan nilai kinerja mesin dengan menurunkan laju kegagalan atau meningkatkan efektivitas perbaikan dari masing-masing komponen.

Untuk itu peneliti menggunakan metode *Reliability, Availability, Maintainability (RAM) Analysis*. Metode RAM merupakan sebuah metode yang digunakan untuk memprediksi kinerja keandalan (*reliability*), ketersediaan (*availability*) dan kemampuan perawatan (*maintainability*) suatu sistem atau *equipment* dan sebagai alat untuk memberikan dasar untuk optimasi dari sistem atau *equipment* tersebut.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Manajemen Perawatan

Perawatan merupakan suatu kombinasi aktivitas perbaikan, penyesuaian atau penggantian untuk mempertahankan keadaan fasilitas pabrik seperti mesin dan alat pada kondisi yang baik untuk melakukan proses yang direncanakan.[1] Sedangkan, manajemen perawatan adalah pendekatan yang teratur dan sistematis untuk perencanaan, pengorganisasian, *monitoring* dan evaluasi kegiatan pemeliharaan dan biaya.

2.1.1.1 Preventive Maintenance

Preventive Maintenance merupakan tindakan perawatan yang bertujuan untuk menghambat atau mencegah terjadinya kerusakan yang kecenderungan kerusakannya telah diketahui atau dapat diperkirakan sebelumnya.[2] Tujuan *preventive maintenance* adalah sebagai berikut:

1. Mencegah atau meminimasi akibat terjadinya kegagalan,
2. Mendeteksi kegagalan,
3. Menemukan kegagalan tersembunyi,
4. Meningkatkan *reliability* dan *availability* komponen atau sistem tersebut.

2.1.1.2 Corrective Maintenance

Corrective Maintenance merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan, kegagalan, atau kelainan fasilitas produksi. Tindakan tersebut dilakukan setelah ditemukannya kerusakan atau barang tidak berfungsi normal dan lebih cenderung suatu tindakan tak terjadwal.[2]

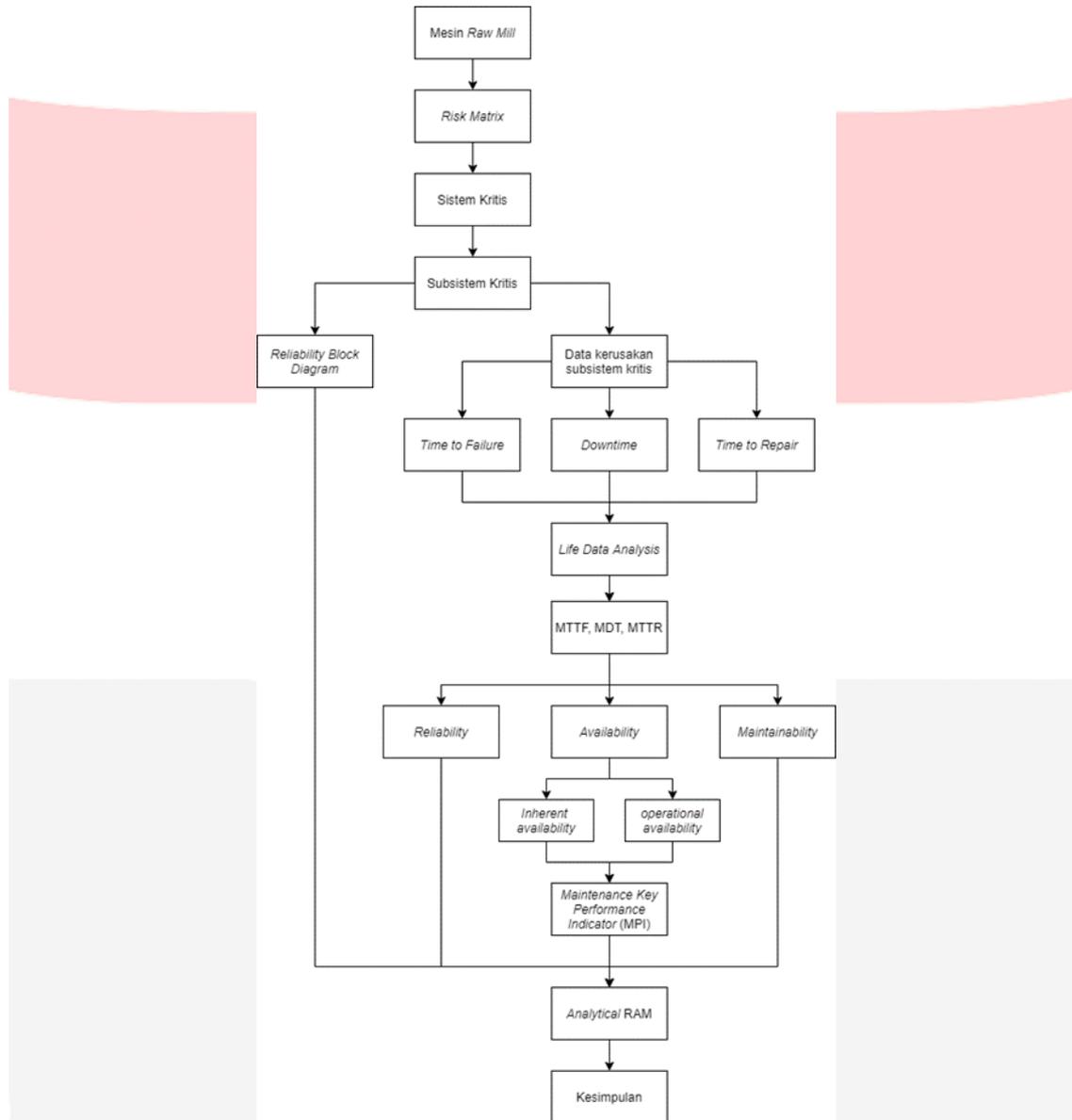
2.1.1.3 Reliability Block Diagram (RBD)

Reliability Block Diagram (RBD) merupakan teknik analisis grafis yang menunjukkan bagaimana keandalan komponen berkontribusi terhadap keberhasilan atau kegagalan sistem yang kompleks. RBD digambarkan pada sebuah rangkaian blok yang dihubungkan secara seri atau paralel. [3]

2.1.1.4 Reliability, Availability, Dan Maintainability (RAM) Analysis

Reliability, Availability, dan Maintainability (RAM) Analysis merupakan pendekatan strategis untuk mengintegrasikan keandalan, ketersediaan, dan pemeliharaan, dengan menggunakan metode, alat, dan teknik-teknik (seperti *Mean Time to Failure*, *Equipment Down Time*, dan nilai ketersediaan sistem) untuk mengidentifikasi dan mengukur kegagalan peralatan dan sistem. RAM sebagai panduan dalam kebijakan pemeliharaan untuk mengurangi frekuensi kegagalan dan biaya pemeliharaan. [4]

2.2 Model Konseptual



Gambar 3 Model Konseptual

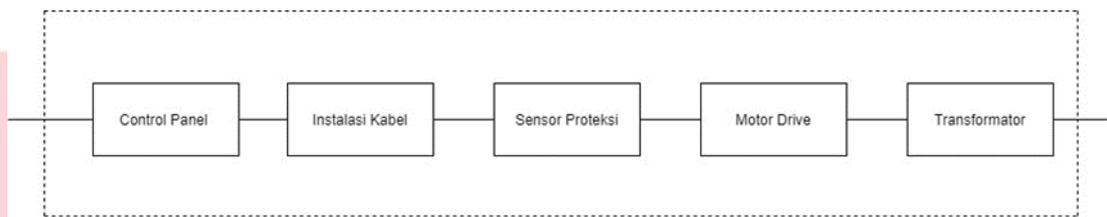
Berdasarkan Gambar 3 tahap pertama dalam penelitian ini adalah melakukan wawancara dengan bagian *maintenance* PT. XYZ untuk meneliti sebesar apa kemungkinan risiko, dengan cara dikelompokkan dan mengetahui dampak yang ditimbulkan menggunakan *Risk Matrix*. Setelah terpilih sistem dan subsistem kritis pada mesin *raw mill*, selanjutnya untuk mengetahui kebijakan *maintenance* yang efektif dengan melakukan pengolahan data. Maka, dilakukan penentuan distribusi dengan melihat pemodelan *Reliability Block Diagram* (RBD) terlebih dahulu, untuk mengetahui alur kinerja sistem tersebut baik itu seri maupun paralel dan mendukung perhitungan serta analisis dari nilai RAM. Lalu mengumpulkan data kerusakan mesin yang akan diteliti, data *Time to Failure* (TTF), *Time to Repair* (TTR), dan data *downtime* dari mesin *raw mill*. Data tersebut yang telah didapat kemudian digunakan untuk melakukan *life data analysis* menggunakan *Anderson-Darling Test* pada data TTF, TTR, dan DT, setelah itu melakukan *plotting* data untuk menentukan parameter distribusi terpilih yang dilakukan dengan menggunakan *Minitab 17 Statistical software* dan *AvSim+*. Hasil dari *software* tersebut adalah nilai MTTR, MDT dan MTTF yang akan digunakan dalam RAM Analysis, yaitu menghitung *reliability*, *inherent availability*, *operation availability*, serta *maintainability* dari mesin *raw mill*.

Untuk hasil perhitungan *availability* dapat dibandingkan dengan menggunakan *Key Performance Indicator* dari *Maintenance Management* berdasarkan pada *IVARA World Class Maintenance KPI*, kemudian setelah dibandingkan dengan *Key Performance Indicator* masing-masing, dapat diberikan penilaian KPI. Pada akhir penelitian, akan memberikan hasil analisa dari setiap pengolahan data berdasarkan pada setiap rumusan masalah

yang ada, yaitu akan memberikan nilai *Reliability*, *Availability*, *Maintainability* dan *Maintenance Performance Indicator*.

3. Pembahasan

3.1 Pemodelan *Reliability Block Diagram* (RBD)

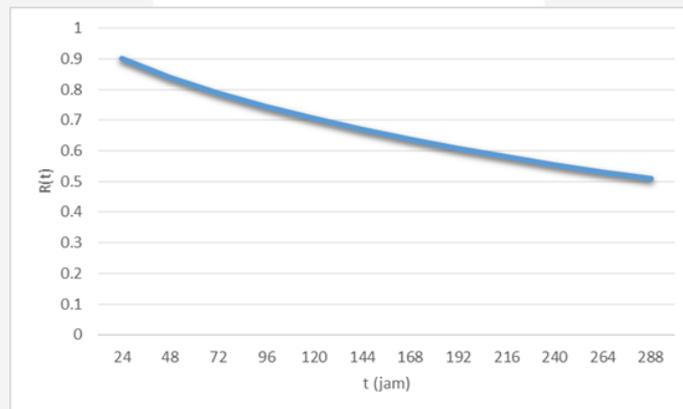


Gambar 4 *Reliability Block Diagram* Subsystem Raw Mill

Dalam penelitian ini, pemodelan sistem dilakukan dengan cara seri, karena apabila salah satu sistem mengalami kerusakan maka dapat menyebabkan mesin tidak bisa digunakan dan akan mengganggu proses produksi.

3.2 Perhitungan *Reliability* dengan *Analytical Approach*

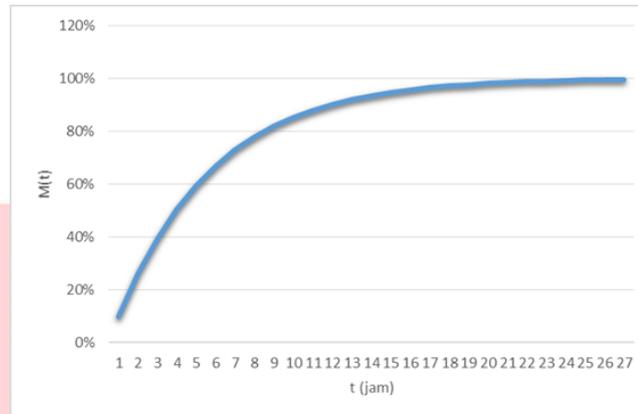
Langkah pertama dalam metode RAM yaitu menghitung nilai *reliability system* dari subsistem kritis pada mesin *raw mill*. Dari hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa waktu yang digunakan pada perhitungan *reliability* antara 24 hingga 288 jam dengan interval selama 24 jam dan didapatkan hasil *reliability system* pada $t=288$ sebesar 50,89%. Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa *reliability system* dari subsistem instalasi kabel menurun hingga 50,89% pada waktu 288 jam, dikarenakan sistem berada pada kondisi *stand by* sehingga *reliability* dari sistemnya akan terus menurun seiring dengan berjalannya waktu. Selain itu, karena pemodelan subsistem disusun secara seri, sehingga memudahkan sistem untuk mengalami kegagalan, karena jika salah satu subsistem mengalami kerusakan maka dapat menyebabkan mesin tidak bisa digunakan dan akan mengganggu proses produksi. Berdasarkan kondisi di lapangan, dimana subsistem instalasi kabel memiliki peranan yang sangat penting pada mesin *raw mill*, sehingga subsistem diharuskan bekerja sesuai dengan fungsinya selama 24 jam yang dapat mengakibatkan kehandalan subsistem tersebut semakin rendah terhadap bertambahnya waktu pemakaian subsistem. Hasil perhitungan *reliability* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik Hasil Perhitungan *Reliability System*

3.3 Perhitungan *Maintainability*

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dengan menggunakan *data time to repair* (TTR) yang dapat mempresentasikan secara jelas seberapa besar peluang untuk memperbaiki subsistem kritis. Pada penelitian ini, jangka waktu yang dijadikan sebagai waktu perhitungan adalah jangka waktu 1 jam hingga 53 jam, dengan interval waktu sebesar 2 jam, artinya bahwa ketika mengalami kerusakan, subsistem instalasi kabel memiliki peluang sebesar 100% untuk dikembalikan pada kondisi kerja penuh dengan minimal periode waktu 53 jam. Hal ini dikarenakan subsistem instalasi kabel yang terdapat dalam mesin *raw mill* memiliki tingkat kesulitan yang tinggi untuk diperbaiki apabila terjadi kerusakan, sehingga membutuhkan waktu yang lama dalam melakukan perbaikan. Efek yang dapat ditimbulkan adalah terganggunya proses produksi pada mesin *raw mill*. Usulan yang dapat dilakukan untuk mempercepat waktu perbaikan adalah dengan cara mengetahui penyebab kerusakan dan langkah-langkah perbaikan pada subsistem yang mengalami kerusakan. Gambar 6 merupakan grafik hasil perhitungan *maintainability* dari subsistem instalasi kabel.



Gambar 6 Grafik hasil perhitungan Maintainability

3.4 Perhitungan Availability dengan Analytical Approach

Perhitungan *inherent availability* menggunakan data *Time to Repair* dan *Time to Failure* dengan menggunakan pemodelan RBD, sedangkan perhitungan *operational availability* menggunakan data *operational time* dan *downtime* dengan menggunakan pemodelan RBD. Berdasarkan Tabel 1, selama tahun 2019 nilai *inherent availability* dari subsistem instalasi kabel sebesar 98,3 % dan nilai *operational availability* pada subsistem instalasi kabel sebesar 97,7 %. Faktor penyebab nilai *inherent availability* lebih tinggi, dikarenakan nilai dari MTTF lebih besar dari nilai MTTR, yang artinya MTTF yaitu lamanya mesin beroperasi/hidup, maka semakin lama mesin tersebut beroperasi akan semakin bagus karena tidak mengalami kerusakan, dan MTTR yaitu lamanya waktu perbaikan, maka semakin cepat perbaikannya akan semakin baik. Sedangkan, nilai *operational availability* yang lebih rendah disebabkan karena semakin tinggi *downtime* yang terdapat pada subsistem, maka akan semakin rendah nilai *operational availability* subsistem tersebut. Berdasarkan target *key performance indicator* IVARA yaitu sebesar 95%, dapat dikatakan bahwa *inherent availability* sebagai *leading indicator* dan *operational availability* sebagai *lagging indicator* sudah mencapai target, nilai dari *inherent availability* yang tinggi menunjukkan bahwa efektifitas dari sistem sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan subsistem dari dalam mesin pada sistem sangat baik. Hal tersebut dapat ditunjukkan dengan nilai dari subsistem instalasi kabel lebih dari 95% untuk perhitungan secara analitis

Tabel 1 Hasil Perhitungan Availability

Availability	Subsistem Instalasi Kabel		
	Score	IVARA	Performance Indicator
<i>Inherent Availability</i>	98.3%	95%	Achieved
<i>Operational Availability</i>	97.7%	95%	Achieved

4. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data *Reliability, Availability & Maintainability Analysis* menggunakan pemodelan *Reliability Block Diagram* berdasarkan pada *analytical approach*, pada waktu 288 jam, sistem memiliki nilai *Reliability* (50,89%). Rata-rata nilai *Maintainability* sistem pada $t = 53$ jam adalah 100%. Nilai *Inherent Availability* sebesar 98,3% dan nilai *Operational Availability* sebesar 97,7%. Berdasarkan pada evaluasi yang telah dilakukan dengan menggunakan *world class maintenance Key Performance Indicator*, indikator dari *leading* dan *lagging availability* sudah mencapai target indikator yang diberikan. Kemudian, usulan kebijakan perawatan yang dapat digunakan untuk memaksimalkan performansi dari mesin *raw mill* berdasarkan hasil analisis performansi yang telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan metode RAM adalah melakukan penentuan *standard* perawatan oleh perusahaan, sebagai sasaran yang harus dicapai untuk menjaga mutu, keamanan dan keandalan dari hasil pelaksanaan perawatan, lalu melakukan perawatan bersifat preventif yang dilaksanakan untuk mempertahankan sistem dalam keadaan siap operasi dengan cara sistematis dan periodik seperti memberikan inspeksi antara lain dengan pengecekan fisik mesin, pengecekan *noise* yang ditimbulkan, suhu mesin, kondisi pelumasan, serta parameter lain yang bisa menggambarkan kondisi mesin dengan menggunakan *form checklist* pengecekan mesin selama satu kali dalam sehari. Kemudian melakukan pencatatan data historis secara lengkap dan rinci terhadap kinerja mesin meliputi data operasi, data kerusakan, data penggantian komponen dan jadwal perawatan sehingga dapat dilakukan perbandingan terhadap kebijakan yang akan diterapkan. Lalu menyediakan cadangan komponen, sehingga bila terdapat komponen yang rusak dapat segera dilakukan perbaikan atau penggantian. Usulan terakhir untuk perusahaan, juga dapat melakukan *scheduled discard task*, yaitu kegiatan perawatan mesin yang dilakukan dengan cara mengganti suku cadang atau komponen tertentu dari suatu sistem sebelum batas usianya tanpa memperhatikan kondisi komponen tersebut, jadi tetap diganti sesuai estimasi umur pakai, walau komponen belum rusak parah.

Daftar Pustaka

- [1] Ebeling, Charles E. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc
- [2] I. B. Wasudewa, F. Tatas, D. Atmaji, and A. Pamoso, "USULAN OPTIMASI JADWAL INSPEKSI , REMAINING LIFE , DAN MULTI VALUE ATTRIBUTE ANALYSIS PADA STORAGE TANK DI PT . XYZ MENGGUNAKAN METODE RISK BASED INSPECTION (RBI) PROPOSED OPTIMIZATION OF INSPECTION SCHEDULE , REMAINING LIFE , AND MULTI VALUE ATTRIBUTE ," pp. 1–8.
- [3] R. I. Rosihan and H. A. Yuniarto, "Analisis Sistem Reliability dengan Pendekatan Reliability Block Diagram," *J. Teknosains*, vol. 9, no. 1, p. 57, 2019.
- [4] E. Calixto, *Reliability, Availability, and Maintainability (RAM Analysis)*. 2016.