

Analisis Ketahanan *Equipment Ballmill* terhadap Pengaruh Operasional Boiler dalam Penerapan *Reability Centered Metode (RCM)* Menggunakan *Soft System Methodology*

Muhammad Shodikin^{1*}, Muhamad Alfarizi², Andi Laupe³ Lucky Setiawan⁴

¹⁻⁴Universitas Bina Bangsa, Indonesia

E-mail: mshodikin790@gmail.com¹, alfarizi2135@gmail.com², andilaupe2004@gmail.com³

Jl Raya Serang - Jakarta, KM. 03 No. 1B, Panancangan, Kec. Cipocok Jaya, Kota Serang, Banten,
42124, Indonesia

Korespondensi penulis: mshodikin790@gmail.com*

Abstract. PT. Dian Swastatika Sentosa generates electricity through a private thermal power plant. This company produces steam and electricity for paper mills. The company hopes to meet its steam and electricity needs in 2023 with a boiler with a load capacity of 180 tons and a maximum capacity of 220 tons. However, from February to July 2023, that goal was not achieved. The most common problems faced by this company are the failure to conduct preventive inspections and timely machine maintenance, as well as the failure to carry out necessary repairs. Delays in machine repairs, which result in inconsistent machine downtime schedules to meet customer demand, leading to damage to boiler equipment, causing abnormal boiler operation and reduced steam production. This research aims to design equipment to withstand operational impacts using failure mode and effects analysis (FMEA) with the Soft Systems Methodology (SSM) and reliability-centered maintenance (RCM) techniques. The RCM method assists in identifying the processes that must be followed to guarantee that a machine or system performs as intended. RCM can also be used to design, choose, and create alternative maintenance methods that are focused on safety, operations, standards, and economics. For the entire problem in the investigation, a dynamic model is necessary. An analytical system is used in this model in order to recognize and duplicate the features of the overall system., as well as to provide repair solutions and address the burden of the problem. This research produces a presentation in the form of problem identification, causal loops, diagrams of machines that frequently experience failures, rich images of the causes and effects of the ball plate crusher liner damage, root cause definitions, and conceptual models for repair and maintenance. business productivity and debating process.

Keywords: FMEA, RCM, SSM.

Abstrak. PT. Dian Swastatika Sentosa menghasilkan listrik melalui pembangkit listrik termal swasta. Perusahaan ini memproduksi uap dan listrik untuk pabrik kertas. Perusahaan berharap dapat memenuhi kebutuhan uap dan listriknya pada tahun 2023 dengan boiler berkapasitas beban 180 ton dan kapasitas maksimum 220 ton. Namun, pada Februari hingga Juli 2023, tujuan tersebut tidak tercapai. Masalah paling umum yang dihadapi perusahaan ini adalah kegagalan dalam melakukan inspeksi preventif dan pemeliharaan mesin secara tepat waktu serta kegagalan dalam melakukan perbaikan yang diperlukan. keterlambatan perbaikan mesin, yang mengakibatkan jadwal penghentian mesin tidak konsisten untuk memenuhi permintaan pelanggan, sehingga terjadi kerusakan pada peralatan boiler, yang berakibat pada pengoperasian boiler yang tidak normal dan pengurangan produksi uap. Penelitian ini memiliki tujuan guna merancang peralatan sebagai tahan terhadap dampak operasional menggunakan pendekatan pemeliharaan kebugaran (RCM) dan analisis mode dan efek kegagalan (FMEA) menggunakan metode sistem. sistem dinamis lunak (SSM). Pendekatan RCM membantu menentukan tindakan yang perlu diambil untuk memastikan bahwa suatu sistem atau mesin beroperasi dengan benar dan sesuai dengan fungsinya. RCM juga merupakan metode untuk mengembangkan, memilih, dan membuat strategi pemeliharaan alternatif berdasarkan standar, operasi, ekonomi, dan keselamatan. Dalam penelitian tersebut, memerlukan suatu model yang dinamis untuk permasalahannya komprehensif. Pada model ini sistem analisis diimplementasikan untuk melaksanakan pengidentifikasian dan meniru ciri sifat sistem yang komprehensif serta membutuhkan solusi perbaikan dan memecahkan tanggungan permasalahan tersebut. Penelitian ini menghasilkan sajian dalam bentuk penentuan permasalahan, loop kausal, diagram mesin yang sering mengalami kerusakan, rich image penyebab dan akibat kerusakan bola plat crusher liner, definisi akar penyebab, model konseptual untuk perbaikan dan pemeliharaan. produktivitas bisnis dan proses debating.

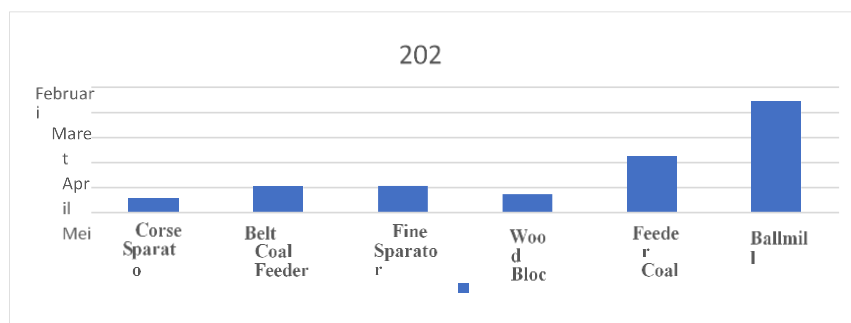
Kata kunci : FMEA, RCM, SSM.

1. PENDAHULUAN

Saat ini, masalah keawetan komponen mobil menjadi hal yang terpenting untuk perusahaan jasa dan produsen. Jika komponen mesin tidak stabil, industri perusahaan mungkin menghadapi masalah operasional dan mungkin tidak dapat memenuhi target produksi mesin.

Pada industri power plant atau pembangkit listrik equipment pada suatu mesin merupakan salah satu aset utama perusahaan dalam kelangsungan proses produksi Steam dan Listrik pada PLTU. Equipment pada suatu mesin juga bisa mengalami penurunan performa bahkan mengalami masalah saat beroperasi yang disebabkan karena faktor umur, inspection atau pengecekan atau perawatan yang tidak Rutin bahkan bisa dari kesalahan saat pengoperasian mesin tersebut. Yang menyebabkan oprasional mesin tidak bisa bekerja keadaan normal bahkan kerusakan pada suatu komponen suatu mesin. Untuk memastikan mesin-mesin dan equipment pada suatu mesin dalam kondisi siap dioperasikan, perlu adanya pengecekan, perawatan rutin dan perbaikan yang tepat waktu.

PT. Dian Swastatika Sentosa berada di Kragilan Serang Banten dan bekerja di industri pembangkit listrik tenaga uap dan energi dan infrastruktur. Menurunnya hasil Steam dan Listrik yang di dihasilkan oleh Boiler Dongfang yang di akibatkan oleh kerusakan suatu equipment pada Boiler yaitu Ballmill, yang berperan penting dalam oprasional yang berfungsi untuk menggiling batubara yang berukuran sekepal tangan menjadi ukuran 200 mesh atau menjadi seukuran debu. Namun saat ini Ballmil mengalami masalah saat beroperasi yaitu Lining Plat atau dinding penggilingan pada ballmil sering mengalami lepas dan rusak yang di akibatkan faktor umur lining plat maupun kesalahan oprasi, hal yang paling menjadi faktor utama kerusakan ini menjadi bertambah dikarenakan inspection dan overhaule yang tidak tepat waktu bahkan melewati waktu yang Di sudah ditentukan.



Gambar 1 kerusakan Mesin Ballmil Pada PT. Dian Swastatika Sentosa Dengan seringnya kerusakan

Dalam kasus mesin Ballmil, perusahaan mengalami permasalahan mengenai servis dan sistem perawatan mesin. Kerugian mesin atau gangguan sering terjadi pada mesin-mesin ini, perusahaan hanya bisa memperbaiki jika mesin tersebut mengalami kerusakan kembali

(perawatan perbaikan alternatif). Saat melakukan pemeliharaan alternatif, kerusakan kecil mesin yang sering kali tidak ditangani dengan cepat akan menyebabkan mesin tersebut memburuk serta tidak berfungsi saat ingin digunakan. Ya, tentu saja. Apabila terdapat komponen mesin yang tidak dapat dioperasikan, maka proses produksi batubara untuk proses pembakaran pada boiler milik perusahaan akan terganggu dan mesin baru dapat beroperasi kembali setelah dilakukan perbaikan.

Dalam manajemen perawatan yang terencana, istilah ini digunakan untuk lebih proaktif mencegah kegagalan sistem atau disebut dengan Reability Centered Maintenance (RCM) (Batara V.S. Sinaga,2016). Rcm merupakan metode pilihan yang tepat untuk mengatasi permasalahan yang di alami oleh PT. Dian Swastatika Sentosa pada saat ini, karena permasalahan yang di alami yaitu kerusakan suatu equipment mesin yang faktor utamanya di sebabkan oleh rutinitas Inspection dan perbaikan suatu equipent mesin tidak dilakukan pada waktu yang sudah di tentukan dikarenakan mengutamakan kebutuhan supply Steam dan listrik untuk perusahaan partner untuk kebutuhan produksi pembuatan paper mill.

Pada suatu kasus permasalahan yang hampir sama dengan PT. Dian Swastatika Sentosa yaitu dari Perusahaan PT. Natuna Indah Permai berikut penelitian dari PT. Natuna Indah Permai.

PT. Natuna Indah Permai sebuah perusahaan kayu yang memproduksi di bidang pembentukan kayu dek truk yang bahan baku utamanya adalah kayu. Perusahaan yang bergerak di bidang produksi berkesinambungan dan juga menerima order kerja, produksi segala macam produk di perusahaan ini disesuaikan dengan kebutuhan konsumen baik dari segi desain, ukuran maupun bahan. Perusahaan tersebut didirikan pada tahun 2000, mempunyai pimpinan yang bernama Tuan. Arifin Kusuma dan Tuan. Karianto Handoko. Perusahaan tersebut mengalami perubahan manajemen, pada tahun 2008 pada pimpinan Tuan. Zuslan dan Tuan. Soeharto hingga sekarang. Untuk lokasi perusahaan tersudi Jl. Boboh No. 68 A. Kecamatan Jalan Tol Gresik mempunyai 130 orang pekerja dan kayu kruing asal Kalimantan menjadi bahan utamanya. Perusahaan tersebut memproduksi lantai truk mencakup pasar yang luas dinegara Jepang, Korea, dan Amerika yang merupakan negara - negara yang menjadi tempat pemesanan lantai truk terbesar. oleh Toyota, Mitsubishi, dan Nissan. Mesin finger jointer Taihei 1999 sering mengalami kerusakan, yaitu mesin yang digunakan untuk menyambung potongan kayu berbentuk jari saat perakitan. Kegagalan pada mesin biasanya terjadi pada komponen - komponennya, yang dapat menyebabkan kerusakan dan meningkatkan biaya perawatan. Pada saat yang sama dampak yang paling penting adalah penurunan tingkat keandalan kendaraan.

Studi ini menggunakan metode pemeliharaan yang berpusat pada keandalan (RCM), sebuah proses yang bisa dilaksanakan untuk apa saja determinasikan tindakan apa yang harus diambil untuk menjaga aset fisik dalam keadaan baik, strategi pendekatan yang menghubungkan praktik pemeliharaan dan pencegahan. (PM). strategi. dan pemeliharaan korektif (CM) dengan memaksimalkan masa pakai serta metode pemeliharaan yang berfokus pada keandalan memiliki keuntungan dalam memastikan keselamatan, integritas lingkungan dan kehidupan mesin produksi. (Nur Muchammad Eko Setiya Budi, Maret 2016).

Sama halnya dengan PT. Dian Swastatik Sentosa yaitu sering mengalami kerusakan pada mesin Ballmil. Namun di balik keserupaan kasus pada 2 perusahaan ini terdapat perbedaan pada mesin dan jenis industri tersebut bergerak seperti pada PT. Dian Swastatika Sentosa yang bergerak di industri pembangkit listrik tenaga uap sering mengalami kerusakan pada Ballmil yang berfungsi untuk menggiling batubara sebelum memasuki ruang bakar pada mesin Boiler. Sementara itu di PT. Natuna Indah Permai bergerak dalam bidang industri manufaktur yang memproduksi kayu gergajian untuk bahan baku kayu gergajian dan kayu yang sering rusak akibat mesin sambung Taihei yang digunakan untuk menyambung potongan-potongan kayu pada saat disambung.

Penelitian sangatlah penting dan tidak sulit untuk dilakukan karena bisa memperpanjang umur mesin, menjamin ketersediaan fungsi keseluruhan mesin, kehandalan, keselamatan kerja, dan downtime yang lebih rendah, untuk memenuhi target yang harus di capai, dan untuk menekan pembengkakan biaya maintenance pada mesin.

Disini membuktikan bahwa kerusakan komponen dari suatu mesin sekecil apapun berdampak Besar pada oprasional mesin keseluruhan yang mempengaruhi kualitas, kuantitas produksi mesin pada Suatu perusahaan, yang membuat kerugian waktu dan keuaangan perusahaan.

Penelitian ini bertujuan untuk :

- Memperpanjang umur mesin
- Menjamin oprasional mesin berjalan dengan normal dan lancar
- Menjamin keandalan mesin dan peralatan
- Untuk mengurangi waktu downtime
- Menjamin keselamatan kerja dalam penggunaan mesin - Menekan pembengkakan biaya maintenance pada mesin Manfaat penelitian ini untuk:
- Perusahaan dapat menghemat biaya pengeluaran maintenance mesin bisa dipergunakan untuk upgrade mesin menjadi lebih canggih dan efisien

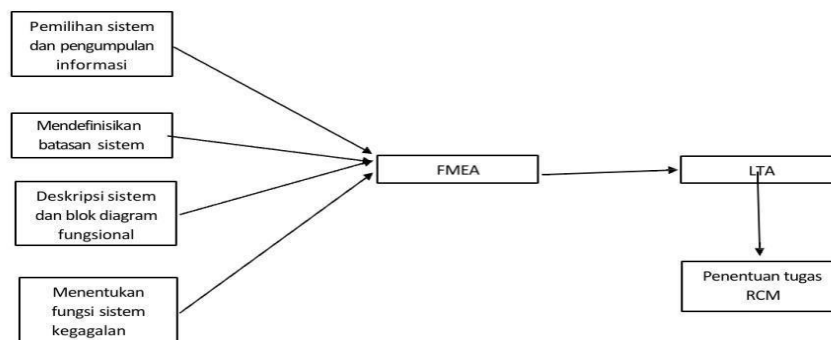
- Oprasional mesin normal tanpa masalah
- Mencapai target produksi
- Minim biaya karna kegagalan produksi
- Meminimalisir kecelakaan kerja yang di akibatkan kerusakan fungsi mesin

2. LANDASAN TEORI

Permasalahan yang di alami oleh PT. Dian Swastatika yaitu kerusakan pada lining plat pada Ballmill yang sering kali rusak dan lepas yang di sebabkan oleh preventive atau perawatan berkala inspeksi yang di lakukan tidak konsisten dan cenderung telat dari waktu yang di jadwalkan karna terhalang oleh target memenuhi kebutuhan Steam dan Listrik pada costumer. Perawatan, juga dikenal sebagai pemeliharaan, adalah kegiatan rutin yang dilakukan untuk memastikan pemasangan dapat dilakukan sesuai dengan standar yang diikuti dan dengan biaya yang produktif. (Supandi, 1998). Oleh karena itu kita munggunakan Metode SSM melalui pendekatann RCM untuk menganalisis ketahanan equipment ballmill terhadap pengaruh operasional boiler.

Reliability Centered Maintenance (RCM)

Menurut Fani (2019), analisis proses adalah suatu metode analisis proses yang yang menentukan tindakan - tindakan yang harus dilakukan agar suatu sistem Fanimesin serta memiliki fungsional dan sesuai apa yang diharapkan di analisis proses adalah metode analisis proses yang perlu digunakan untuk memastikan tindakan apa yang akan diambil untuk dapat dipastikan bahwa suatu sistem atau mesin yang fungsinya baik dan mengikuti fungsi yang dimaksudkan. RCM merupakan suatu teknik untuk mengembangkan, memilih, dan membuat strategi alternatif berdasarkan standar, operasi, ekonomi, dan keselamatan. RCM juga merupakan metode untuk mengembangkan, memilih, dan membuat strategi pemeliharaan alternatif berdasarkan standar, operasi, ekonomi, dan keselamatan. (1993) Dalam metode RCM terdapat tujuh langkah menurut (Moubray, 1991), Diantaranya adalah:



Gambar 2. metode RCM

1) Memilih Sistem dan Mengumpulkan Informasi

Sistem yang akan dijelaskan Proses RCM memberikan informasi detail tentang fungsi serta kegagalan komponen.

2) Mendefinisikan Dasar Sistem

Penentuan batas setiap sistem diperlukan dalam mengidentifikasi komponen – komponen apa saja yang dilakukan analisa secara akurat. Selain itu penetapan batas ini juga akan menentukan apa yang masuk (IN interface) ke sistem dan apa yang keluar (OUT interface) dari system (power, signals, flow, heat, dll).

3) Deskripsi Sistem dan Blok Diagram Fungsional

Informasi yang harus dicakup perlu melalui tahapan adalah deskripsi sistem, blok diagram fungsi, dan Struktur struktur breakdown sistem pekerjaan (SWBS).

4) Menentukan Kegagalan Sistem Karakteristik

Proses analisis di fase ini akan berfokus kepada penggagalan fungsional, tetapi pada kegagalan perangkat keras. Hal ini karena kegagalan komponen akan ditangani secara lebih rinci pada tahap FMEA selanjutnya. Kegagalan fungsional biasanya disebabkan oleh beberapa kondisi. Pada tahap proses analisis lebih difokuskan kepada kegagalan fungsi daripada kegagalan.

5) CT Analysis (FMEA)

FMEA juga melibatkan perhitungan. Ini adalah metode yang tujuannya Untuk mengevaluasi berbagai pendekatan untuk kegagalan sistem yang mencakup berbagai komponen, menganalisis dampaknya kepada operasi sistem.

Nilai Risiko Prioritas Nomor (RPN), yang digunakan untuk menghitung risiko, bersifat relatif. RPN adalah perkalian dari Rating Severity, Occurrence, dan Detection. $RPN = \text{Tingkat Keparahan} \times \text{Kejadian} \times \text{Deteksi}$.

6) Logic Decision Tree Analysis (LTA)

Tujuan pembuatan LTA adalah untuk menentukan mode kerusakan mana yang paling penting dan untuk mengamati operasi dan kegagalan, karena keadaan mode kerusakan tidak sama. Setiap mode kerusakan diklasifikasikan menjadi empat kategori berdasarkan analisis LTA. Empat poin analisis kritisnya yaitu diantaranya :

- a. Evident, yaitu Apakah operator menyadari bahwa kegagalan sistem telah terjadi ketika kondisinya normal?
- b. Safety, yaitu jika mode kegagalan menimbulkan masalah keamanan?
- c. Outage, yaitu modus kegagalan yang akan menyebabkan semua atau sebagian mesin stop?

- d. *Category*, yaitu kategorisasi setelah menanggapi beberapa pertanyaan
- Bagian ini membagi komponen menjadi empat kategori, yaitu
- a. *Kategori A (Safety problem)*, jika kegagalan suatu komponen diakibatkan masalah keselamatan bagi pekerja.
 - b. *Kategori B (Outage problem)*, kegagalan suatu komponen menyebabkan matinya sebagian atau seluruh mesin
 - c. *Kategori C (Economic problem)*, jika kegagalan suatu komponen menyebabkan masalah ekonomi bagi perusahaan.
 - d. *Kategori D (Hidden failure)*, jika pekerja tak menyadari bahwa kegagalan komponen telah terjadi dalam kondisi normal.

7) **Penentuan tugas RCM**

Proses tersebut menentukan metode perawatan terbaik untuk setiap jenis kerusakan, yang terdiri dari tiga kategori, yaitu :

- a. *Condition Directed (C.D)*

Tindakan yang mengidentifikasi kerusakan adalah melakukan inspeksi visual, memeriksa peralatan, dan memeriksa catatan yang ada. Jika gejala kerusakan ditemukan selama pemeriksaan, perbaikan komponen atau perenggangan yang dilakukan.

- b. *Time Directed (T.D)*

Tindakan untuk mencegah sumber kerusakan secara langsung bergantung pada saat komponen berumur..

- c. *Finding Failure (F.F)*

Tindakan yang tujuannya untuk menentukan jenis kerusakan yang tidak terlihat melalui pemeriksaan rutin.

Definisi Soft System Methodology

Martin (2008) menyatakan bahwa Peter Checkland pertama kali menggunakan metode sistem lunak di Universitas Lancaster, Inggris, pada tahun 1981. Menurut Sinn (1998), SSM adalah suatu sistem rangka yang dirancang untuk menyelesaikan masalah yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Metodologi SSM didasarkan pada proses 6 langkah yang dimulai dengan identifikasi masalah sistem dalam bentuk laporan. masalah dengan tujuan yang ingin dicapai dilanjutkan pada tahap mendeskripsikan masalah melalui nloops sesekali dan diagram rich image, kemudian mendefinisikan sistem yang relevan dengan definisi akar untuk menemukan bagaimana dan mengapa masalah tersebut dipelajari dengan Cattwoe sehingga situasi masalah lebih terstruktur, merancang model konseptual yang berguna untuk memperbaiki dan mengubah situasi, tahap perdebatan, yaitu membandingkan model konseptual dengan dunia

nyata, dan diikuti dengan usulan perbaikan. untuk mempertimbangkan pandangan orang dari sudut pandang yang berbeda dan menentukan perubahan yang akan diterapkan.

3. METODOLOGI

Penelitian deskriptif ini menggunakan pendekatan kualitatif (penilaian kegagalan dan penentuan tindakan perawatan yang tepat jika terjadi kerusakan komponen mesin) dan kuantitatif (perhitungan presisi dan penentuan interval waktu penggantian yang ideal).

Metode pengumpul data melibatkan observasi serta wawancara operator, engineer dan personil pemeliharaan untuk mendapatkan informasi yang ada hubungannya dengan objek penelitian. Karena itu penelitian tersebut dilakukan untuk memanfaatkan metode Flexible Systems Methodology (SSM) melalui Reliability Centered Maintenance Method (RCM). Metodologi sistem perangkat lunak dapat diselesaikan dalam 6 langkah. Langkah pertama adalah mengidentifikasi sistem dan mengidentifikasi masalahnya. Langkah kedua adalah melakukan model kausal diagram siklus dan diagram gambar kaya. Langkah ketiga adalah menuliskan definisi akar. Langkah keempat adalah merancang model konseptual. Langkah kelima adalah membandingkan model riil dengan model aktivitas (proses debat). Langkah keenam adalah memberikan saran untuk perbaikan. Langkah ketujuh adalah mendefinisikan atribut dan perilaku agen. Langkah kedelapan adalah merancang simulasi. Dalam penelitian ini, langkah tujuh dan delapan tidak dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap 1. Identifikasi Sistem dan Identifikasi Masalah

PT. Dian Swastatika Sentosa merupakan Perusahaan yang bergerak dibidang Energi dan Infrastuktur pembangkit Listrik atau PLTU. Masalah sistemnya, yaitu masalah ketahanan komponen mesin, merupakan masalah yang sangat serius terutama untuk perusahaan jasa maupun manufaktur. Jika komponen mesin tidak tahan , perusahaan akan menghadapi risiko kendala beroperasi sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan steam dan listrik yang dibutuhkan oleh perusahaan partner, PT. Indah Kiat. Ketahanan merupakan bagian vital dari suatu perusahaan dalam mengoprasikan suatu mesin selain untuk kelancaran memenuhi target dari perusahaan patner, ketahanan juga berperan penting bagi keselamatan kerja bagi pekerja. Di saat operasional sedang berjalan terjadinya masalah ketahanan pada Suatu komponen mesin menyebabkan terganggunya operasional produksi pada perusahaan yang menyebabkan kerugian uang dan waktu. Ketahanan suatu komponen mesin juga berpengaruh

terhadap pekerja yang bisa berpotensi kecelakaan kerja pada waktu yang tidak di duga akibat ketahanan Komponen suatu mesin.

Masalah pada sistem ketahanan pada Lining plat dan stellball pada ballmill untuk kebutuhan pada saat Proses penggilingan/penghancuran batubara yang rentan lepas atau hancur pada lining plat sangat berpengaruh pada saat pembakaran pada boiler. Di saat ballmil tidak bisa beroperasi di karnakan lining Plat lepas/hancur, penggilingan batubara tidak akan bisa berjalan dengan normal dan batubara yang Masuk ke dalam ballmil tidak akan hancur dengan cepat, yang menyebabkan penampungan batubara yang sudah di giling (Coalbean) terisi sangat lama dan di saat pembakaran/beban boiler tinggi untuk memenuhi kebutuhan steam dan listrik akan terjadi cepat habis nya level pada penampungan batubara yang sudah di giling(coal bean). Di saat stok batubara yang cepat habis mulai tipis dan beban pada boiler sedang tinggi mau tidak mau Ada 2 pilihan yang sangat merugikan yaitu, membackup batubara dengan start oil gun/solar agar pembakaran tetap berjalan dengan normal dengan mengalami kerugian penambahan biaya lebih mahal penggunaan solar. Atau menurunkan beban boiler yang menyebabkan terputusnya steam sementara ke Indah kiat menyebabkan kerugian matrial dan waktu produksi pada perusahaan partner yaitu indahkiat.

Pengertian Ballmill

Ballmill merupakan suatu komponen pada boiler yang berfungsi untuk menggiling atau menghancurkan batubara yang lebih besar menjadi lebih kecil ukuran 200 Mesh / ukuran powder.

Spesifikasi Ballmill

- Motor: 70 A 3,3 KV 50 Hz
- Power: 400 Kw
- Speed: 740 Rpm
- Capacity Out Put: 14 T/H
- Volume Cylinder Mill : 23,12 M3
- Max Charge Ball: 26 T
- Cylinder Length: 3500 mm
- Cylinder Diameter: 2900 mm
- Cylinder Speed: 19,37 Rpm
- Gear Reducer Ratio : 1 : 4,812
- QTY: 2/ unit boiler

Contoh gambar permasalahan



Gambar 3. Fotolining plat ballmill yang lepas dan rusak



Gambar 4. Foto saat perbaikan lining plat pada ballmil

Penyebab terjadinya kurangnya ketahanan pada lining plat pada ballmill ➤ Di saat beban rendah/kebutuhan steam dan listrik kecil, proses penggilingan batubara yang masuk ke ballmill terlalu sedikit beban pada ballmil, yang menyebabkan banyak ruang kosong pada Ballmill, batubara yang sedikit dan stellball yang banyak menyebabkan stellball terlalu bergesekan dengan lining plat dan lining plat cepat hancur atau coak dan lepas dan stellball cepat habis.

- Speed putaran ballmil yang terlalu cepat di saat beban boiler kecil atau flow belt cowo feeder (BCF) terlalu kecil dan beban ballmill kecil yang banyaknya ruang kosong berpotensi cepatnya lining plat lepas dan hancur stellball pun cepat habis.
- Pengerjaan perbaikan yang di kejar oleh level coalbean yang cepat mengurang di saat beban boiler tinggi yang mengakibatkan pengerjaan tidak maksimal dan asal terpasang.

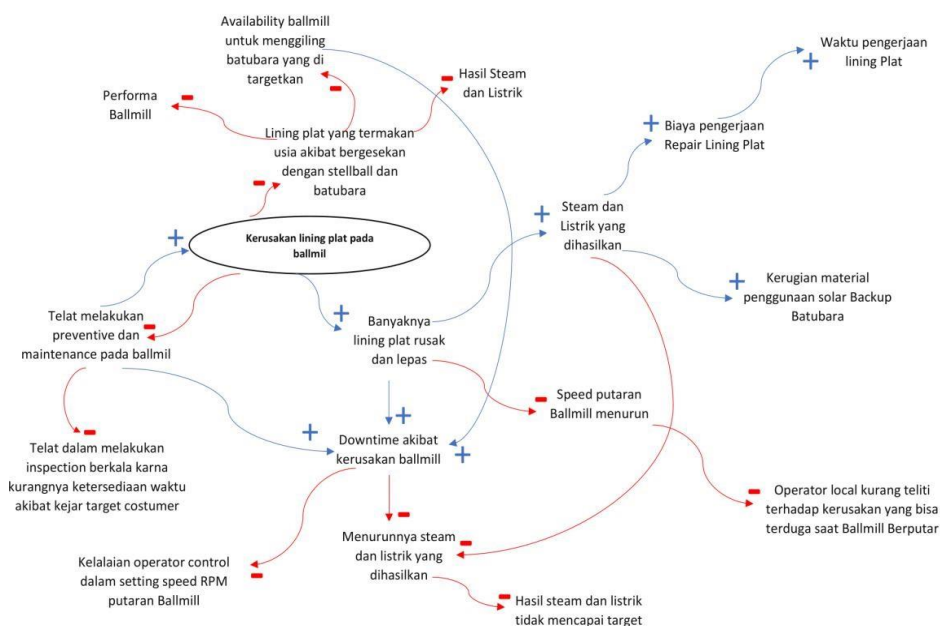
- Di saat pengerjaan perbaikan terjadinya lonjakan permintaan steam dan listrik pada boiler yang disebabkan tart mesin PM / paper mill yang mendadak (tuntutan target produksi) yang mengakibatkan Pengerjaan tidak maksimal dan langsung start ballmill untuk mengejar beban boiler.
- Sering terlambatnya melakukan overhaule dari jadwal yang sudah di tetapkan demi kepentingan memenuhi target.

Tujuan / solusi menggunakan metode penjadwalan Dengan cara :

- Menjadwalkan schedule stop dan start pada mesin paper mill (PM) indah kiat pada waktu yang ditentukan untuk kebutuhan repair atau cleaning dan inspection pada equipment boiler.
- Menjadwalkan repair ballmill sesuai jadwal stop pada paper mill (PM) agas waktu pengerjaan bisa Di tentukan dengan jelas tanpa adanya start PM yang mendadak ➤ Melakukan penyesuaian speed dan beban pada proses penggilingan batubara dalam ballmil agar tidak terlalu kecil beban nya agar ruang dalam ballmil tidak terlalu kosong dan menyesuaikan Level pada coalbean, dan melakukan stop standby jika level coalbean tinggi.
- Melakukan pelatihan skill rutin pada maintenance junior agar lebih kompeten saat pengerjaan Pengelasan pada lining plat ballmil maupun equipment lainnya.

Tahap 2. Causal Loop Diagram dan Rich Picture

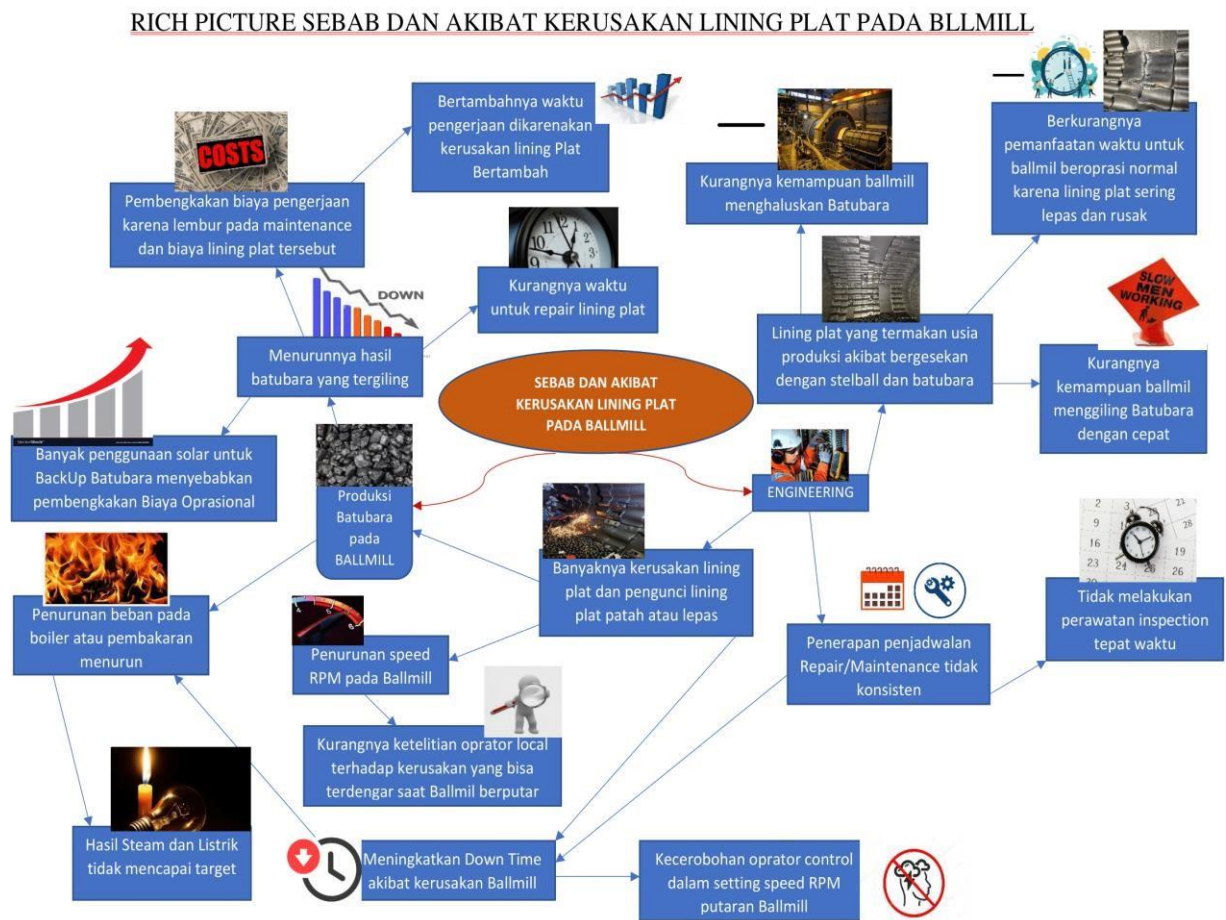
CASUAL LOOP DIAGRAM SEBAB DAN AKIBAT KERUSAKAN LINING PLAT PADA BALLMILL



Gambar 5 Causal Loop Diagram Sebab dan Akibat Kerusakan Lining Plat Pada Ballmill

Untuk menunjukkan struktur timbal balik sistem yang dimodelkan, diagram sebab akibat menggunakan Causal Loop Diagram. Variabel dalam diagram kausatik berhubungan satu sama lain melalui panah (link) dan prioritas ditunjukkan dengan simbol (+ dan -). Tanda ini menunjukkan apakah timbal balik tersebut positif atau negatif. Ini adalah diagram loop kausal dari penelitian ini:

Dalam metode SSM, Rich picture Dalam metode SSM , adalah diagram yang digunakan untuk menunjukkan masalah yang ada di dunia nyata dan ditemukan selama deskripsi masalah sehingga lebih mudah dipahami ini:



Gambar 6 Rich Picture Diagram Sebab dan Akibat Kerusakan Lining Plat Pada Ballmill

Tahap 3. Root Definitions

Tujuan dari root definition pada permasalahan kasus ini adalah untuk mencari tindakan yang harus di lakukan pada permasalahan saat ini yaitu kerusakan pada lining plat pada Ballmil, yaitu dengan cara (P) perbaikan dan penggantian lining plat Ballmil dengan bahan yang lebih bagus dari sebelumnya karna bahan lining plat yang tersedia saat ini menggunakan lining plat produksi lama. Proses pengelasan yang harus di tingkatkan kualitas hasil las nya maupun dari

maintenance las nya harus di tingkatkan skillnya proses pengelasan harus menggunakan waktu yang cukup dan tidak tergesa gesa oleh kejaran target produksi oleh perusahaan partner karna sangat penting dan mempengaruhi hasil pengelasan dan kekuatan pada hasil las pada lining plat tersebut, maka penjadwalan stop mesin Paper Mill stop tidak boleh tiba tiba Start karna untuk mengejar target, maka dari itu kualitas lining plat, skill maintenance las, waktu perbaikan atau pengelasan. Tindakan ini harus dilakukan, karena sangat penting (Q) dikarnakan ada resiko yang lebih besar jika tindakan ini tidak di lakukan karna dapat menambah banyak lining plat Ballmil yang rusak dan lepas dan dapat mengakibatkan menambahnya biaya, waktu di keluarkan. Yang melaksanakan dari masalah ini yaitu enggenering boiler yang menerima laporan kerusakan dan enggenering boiler mengoordinasikan kepada pihak maintenance untuk usulan perbaikan dan pihak maintenance melakukan eksekusi perbaikan yang di dampingi dan di arahi kepada kerusakan yang akan di perbaiki. PT. Dian Swastatika sentosa maupun costumer yaitu PT. Indah Kiat, karena PT. Dian Swastatika mengalami kerugian kerusakan dan tidak dapat memproduksi secara normal maupun maksimal dikarnakan kerusakan, dan perusahaan costumer sebagai pemakai steam dan listrik terganggu produksinya dikarnakan kebutuhan listrik dan steam nya tidak bisa sesuai kebutuhan dikarnakan (R) kerusakan Equipment Boiler yaitu lining plat pada Ballmil.

Tabel 1 Root Definitions dan Analisa CATWOE

Analisa CATWOE	
Customer; C	PT Indah Kiat Pulp and Paper
Actor; A	<i>Engineering Boiler, Engineering Maintenance, dan Operation Boiler Department</i>
Transformation; T	Perbaikan keefektivitasan mesin pada lining plat equipment ballmill terhadap operasional mesin boiler agar hasil output produksi steam dan listrik yang dihasilkan dapat membantu mencapai tujuan perusahaan.
World view; W	Kondisi ballmill pada mesin boiler yang efisien dan terencana.
Owner; O	Management PT Dian Swastatika Sentosa.
Environmental Constraint; E	Setiap departemen menunjukkan komitmen serta tekad untuk mencapai nilai produktivitas perusahaan yang paling tinggi.

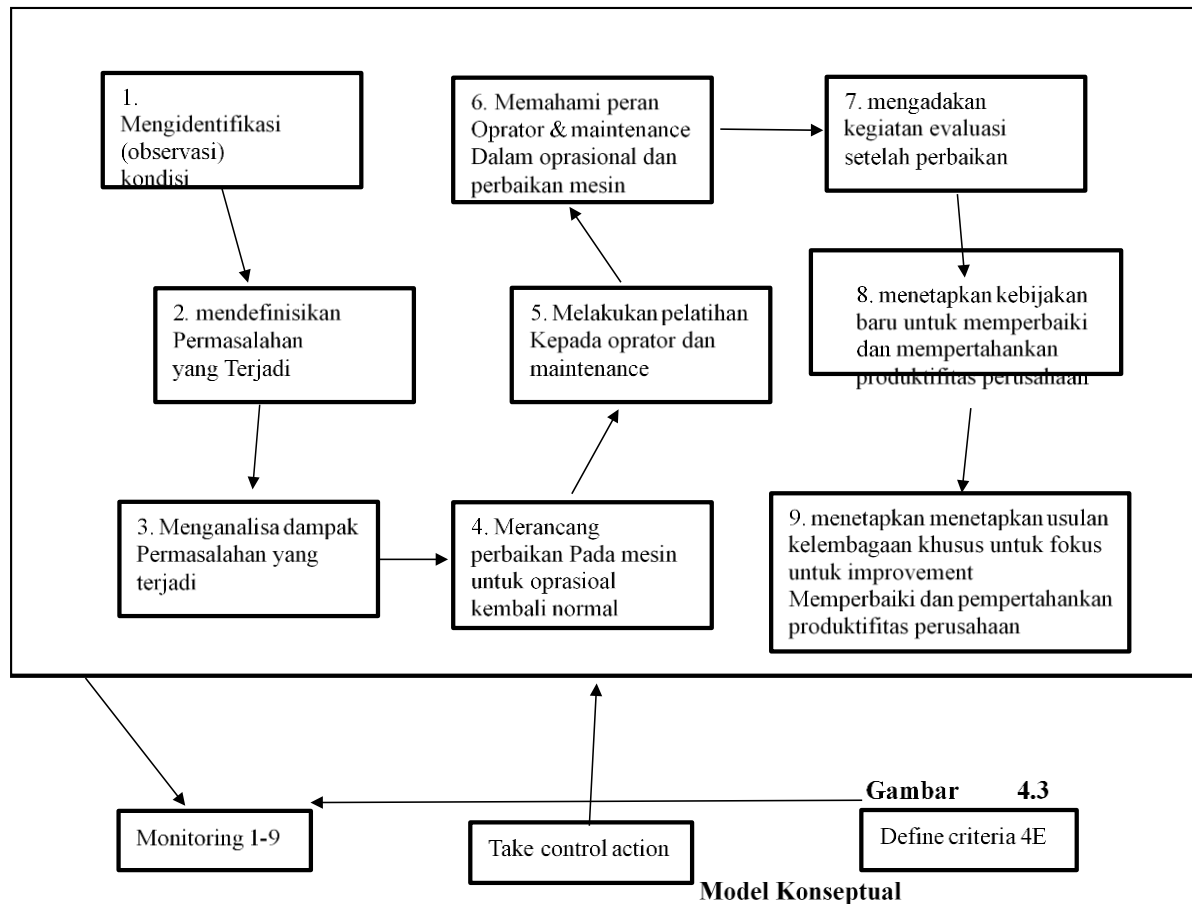
Tahap 4. Model Konseptual

Setelah mendefinisikan definisi akar dan melakukan analisis CATWOE, model konseptual dibuat untuk mencapai tujuan yang terkandung dalam root definitions .
Pemeliharaan: Serangkaian tindakan berbeda yang diambil untuk memelihara suatu fasilitas

dan mengembalikannya ke kondisi yang dapat diterima. Perhatian dalam arti "kondisi yang dapat diterima" antara satu bisnis dengan bisnis lainnya. Mengapa ada bagian pemeliharaan?

Dalam suatu perusahaan industri, dibentuk bagian perawatan dengan tujuan :

1. Selalu menjaga mesin industri, gedung dan peralatan lainnya dalam kondisi optimal dan siap digunakan.
2. Menjamin kelangsungan produksi untuk membayar modal yang



Gambar 7

Berdasarkan 7 model aktivitas bertujuan itu kemudian dilakukan uji kinerja yaitu uji 3E (Efficacy), (Efficiency), (Effectiveness).

Tabel 2 uji kinerja

Perilaku Model	Efficacy	Efficiency	Effectiveness	Kesimpulan
Perilaku menunjukkan (observasi) keadaan perusahaan.	Ya, Transformasi perubahan ini bisa menghasilkan data tentang kondisi perusahaan.	Ya, transformasi perubahan ini dilaksanakan oleh pekerja dalam perusahaan, serta membutuhkan jumlah sumber daya yang minim.	1. Bernilai ya: Tranformasi ini dapat memberikan pengetahuan tentang kondisi yang terjadi pada perusahaan. 2. Tidak ada hambatan untuk duplikasi. 3. Ada kemampuan bisa menyesuaikan diri: ya, operasi ini sudah lama dilakukan dan terus berlanjut.	Ya, transformasi ini bisa efektif dalam menaikkan produktivitas bisnis dengan berfokus kepada kondisi mesin selama pengoperasian.
Perilaku mendefinisikan permasalahan yang terjadi	Ya, transformasi ini bisa menghasilkan informasi terkait penjelasan perihal permasalahan yang timbul.	Ya, karyawan perusahaan melakukan transformasi ini dengan sumber daya yang sangat sedikit.	1. Bernilai : ya, transformasi ini dapat menghasilkan wawasan jelas yang dapat memecahkan masalah. 2. Tidak ada hambatan untuk duplikasi , karyawan dapat melihat masalah secara detail. 3. Dapat diadaptasi : Ya, kegiatan ini telah dilakukan sejak lama dan masih berlangsung	Ya, transformasi ini efektif untuk memperbaiki produktifitas perusahaan dengan fokus pada kondisi mesin saat beroperasi.
Perilaku menganalisa dampak permasalahan yang terjadi	Ya, transformasi ini bisa menghasilkan informasi mengenai dampak permasalahan yang terjadi.	Ya, transformasi ini dilakukan oleh pekerja di dalam sehingga perusahaan hanya memerlukan sumber daya yang cenderung sedikit.	1. bernilai : ya, bisa menghasilkan informasi mengenai dampak dari permasalahan yang terjadi. 2. tidak mempunyai hambatan untuk duplikasi karyawan mampu menganalisa dampak permasalahan dengan detail. 3. dapat menyesuaikan diri : ya, aktivitas ini berjalan sudah lama dan masih dilaksanakan hingga sekarang.	Ya, transformasi ini dapat efektif untuk memperbaiki produktifitas perusahaan dengan fokus pada kondisi mesin saat beroperasi
Perilaku merancang aktifitas perbaikan Pada mesin untuk oprasioal kembali normal	Ya, transformasi ini bisa menghasilkan aktifitas-aktifitas yang bisa dipertahankan, kondisi mesin yang normal seperti, inspeksi, setting oprasi mesin, melakukan repair dan melakukan preventive yang tepat waktu.	Ya, karyawan perusahaan melakukan transformasi ini sehingga hanya memerlukan sumber daya yang sangat sedikit.	1. bernilai ya, transformasi ini bisa mempertahankan kondisi mesin yang normal 2. Mempunyai hambatan untuk duplikasi : ya, karna terhalang oleh penjadwalan stop mesin yang tidak konsisten serta transformasi ini memerlukan sumber daya karyawan yang mempunyai metode yang efektif dalam melakukan training sehingga materi training dapat di sampaikan dengan baik. 3. Bisa menyesuaikan diri : tidak, baru akan di lakukan dan belum berjalan.	Ya, transformasi ini efektif untuk memperbaiki produktifitas perusahaan dengan fokus pada kondisi mesin saat beroperasi
Perilaku melakukan pelatihan kepada oprator dan maintenance	Ya, transformasi ini dapat menghasilkan operator yang memiliki pengetahuan cara setting oprasi mesin dengan benar daan melakukan perawatan mesin, menghasilkan maintenance dengan	Ya, transformasi ini dilakukan oleh pekerja di dalam sehingga perusahaan hanya memerlukan sumber daya yang cenderung sedikit.	1. bernilai ya, transformasi ini dapat memperbaiki dan mempertahankan produktifitas mesin 2. Ada kendala untuk duplikasi : ya, perubahan ini membutuhkan sumber daya pekerja yang melakukan training terbaru terkait materi	Ya, transformasi ini efektif untuk memperbaiki produktifitas perusahaan dengan fokus pada kondisi mesin saat beroperasi

*Analisis Ketahanan Equipment Ballmill terhadap Pengaruh
Operasional Boiler dalam Penerapan Reability Centered Metode (RCM)
Menggunakan Soft System Methodology*

	pengetahuan repair mesin dengan benar dan berkualitas.		training setting oprasi baru pada mesin, melakukan perawatan lebih dari sebelumnya, dan cara perbaikan mesin yang benar pada maintenance. 3. Dapat menyesuaikan diri : tidak, kegiatan ini baru akan dilakukan dan belum berjalan.	
Perilaku memahami peran (operator dan maintenance) dalam memperbaiki dan mempertahankan produktifitas mesin	Ya, transformasi ini bisa menghasilkan operator dan maintenance yang memahami peranya daalam memperbaiki dan mempertahankan produktifitas mesin	Ya, transformasi ini dilakukan oleh pekerja di dalam sehingga perusahaan hanya memerlukan sumber daya yang cenderung sedikit.	1. bernilai ya, transformasi ini dapat menambah pemahaman operator damn maintenance terhadap peranya masing masing. 2. Ada kendala untuk duplikasi : ya, perubahan ini membutuhkan sumber daya pekerja yang dapat memahami peranya dengan benar sesuai prosedur. 3. Dapat melakukan penyesuaian diri : tidak baru akan di lakukan dan belum, berjalan.	Ya, transformasi ini efektif untuk memperbaiki produktifitas perusahaan dengan fokus pada kondisi mesin saat beroperasi
Perilaku mengadakan kegiatan evaluasi setelah perbaikan	Ya, transformasi ini bisa mengevaluasi dari hasil setelah perbaikan apakah sudah benar dan efektif dalam pengerjaannya sesuai dengan intruksi.	Ya, transformasi ini dilakukan oleh pekerja di dalam sehingga perusahaan hanya memerlukan sumber daya yang cenderung sedikit.	1. bernilai ya, bisa menentukan tindakan perbaikan yang benar efektif dan sesuai intruksi nantinya. 2. mempunyai hambatan untuk duplikasi : ya, transformasi ini memerlukan sumber daya karyawan yang memiliki ide kreatif yang efektif dalam melakukan perbaikan sehingga tidak terjadi lagi kerusakan yang bertambah parah seperti kejadian ini 3. Bisa melakukan penyesuaian diri : tidak baru akan di lakukan belum berjalan.	Ya, transformasi ini efektif untuk memperbaiki produktifitas perusahaan dengan fokus pada kondisi mesin saat beroperasi
Perilaku menetapkan kebijakan baru untuk memperbaiki dan mempertahankan produktifitas perusahaan	Ya, transformasi ini dapat menghasilkan kebijakan baru yang berkaitan dengan memperbaiki dan mempertahankan produktifitas mesin	Ya, transformasi ini dilakukan oleh pekerja di dalam sehingga perusahaan hanya memerlukan sumber daya yang cenderung sedikit.	1. bernilai ya, dapat menghasilkan kebijakan baru untuk memperbaiki dan mempertahankan produktifitas mesin 2. Mempunyai hambatan untuk duplikasi : ya, transformasi ini memerlukan ide ide kreatif dalam mempertahankan performa mesin. 3. Dapat dilakukan penyesuaian diri : tidak baru akan di lakukan dan belum berjalan.	Ya, transformasi ini efektif untuk memperbaiki produktifitas perusahaan dengan fokus pada kondisi mesin saat beroperasi
Perilaku menetapkan usulan kelembagaan khusus untuk fokus untuk improvementMemperbaiki dan mempertahankan performa mesin guna memperbaiki produktifitas perusahaan	Ya, transformasi ini dapat menghasilkan kelembagaan khusus untuk improvement masalah pada mesin	Ya, transformasi ini dilakukan oleh karyawan di dalam perusahaan sehingga hanya memerlukan sumber daya yang minimum.	1. bernilai ya, bisa menghasilkanelembagaan khusus untuk memperbaiki dan mempertahankan produktifitas perusahaan 2. Mempunyai hambatan untuk duplikasi : ya, transformasi ini memerlukan sumber daya yang konsisten dalam melakukan	Ya, transformasi ini efektif untuk memperbaiki produktifitas perusahaan dengan fokus pada kondisi mesin saat beroperasi

			improvement masalah pada mesin 3. Dapat dilakukan penyesuaian diri : tidak baru akan dilakukan belum berjalan	
--	--	--	---	--

Tahap 5. Proses Debating

Setelah membuat konsep model tentang efisiensi peralatan ball mill pada boiler, diskusi dilakukan untuk membandingkannya dengan efisiensi mesin di dunia nyata. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk mengetahui apakah perubahan yang dibuat dalam kehidupan nyata akan terjadi jika aktivitas model konseptual dilakukan. Tabel 4.3 menunjukkan contoh perbandingan model kontekstual dengan situasi dunia nyata:

Tabel 3

No	Aktivitas	Syarat	Perangkat	Langkah Hasil	Refleksi dengan Tujuan
1	Peka terhadap apa permasalahan yang terjadi			Observasi Mengetahui kondisi	Mengenali lapangan
	Mengidentifikasi (obdi dalam perusahaan Management servasi) kondisi perusahaan			permasalahan yang perusahaan terjadi pada perusahaan	terjadi pada perusahaan
2	Mendefinisikan Mampu melihat permasalahan dengan detail permasalahan yang Management terjadi			Mendefinisika Mengetahui permasalahan n	Membuat rencana perbaikan yang permasalahan terjadi dengan detail melalui tanya jawab
3	Menganalisa Mampu melihat permasalahan dengan detail dampak Management verifikasi padatindakan perbaikan permasalahan			Melakukan Mengetahui dampak	Membuat permasalahan pihak terkait dengan jelas pada mesin
	Mengimplementasikan aktivitas				
4	Merancang serta Melakukan pengerjakan secara hati-hati dan Meningkatkan keefektifan Pada mesin Overhaul			Meningkatkan melakukan perbaikan teliti Maintenance	
5	Melakukan Memahami Operator dan maintenancPelatihan kepada peran memahamiperan masing-operator dan berdasarkan Meningkatkan keefektifan mesin dan maintenancen SOP masing SDM Megetahui peran operator dan maintenance pada Operator dan maintenance perusahaan				
6	Memahami peran Mengetahui peran operator dan Memahami dan peran Setting Oprasional mesin maintenance dalam Oprasional dan prosedur melakukan Perawatan mesin memperbaiki atruran yang Mesin Mesin ada			Operator mengetahui (operator Dan maintenance Operator	Operator dan maintenance berdasarkan Mempertahankan produktifitas dan
	Mengetahui kekurangan pada saat				
7	Mengadakan Mengetahui metode pengerjaan yang efektif pengerjaan perbaikan mesin Menerima kegiatan evaluasi dan Menilai seberapa baik arahan serta setelah perbaikan efisien Operator dan masukan dari kita dalam maintenance semua pihak pengerjaan tindakan yang berkait tersebut				
	Terbentuknya kebijakan yang Implementasi kebijakan				
8	Menetapkan memenuhi Brainstorming Meningkatkanprodukt kebijakan baru untuk meningkatkan kriteria perusahaan produktivitas dan Managemen ivitas baru keefektifan mesin				

Tahap 6. Usulan Perbaikan

Setelah persyaratan model sesuai dengan kenyataan dan logika, langkah berikutnya adalah menemukan solusi terbaik. Untuk memperbaiki penelitian ini, Departemen Boiler, Departemen Pemeliharaan, dan Departemen Enggenering dan Pemeliharaan dari Bagian Boiler

harus berpartisipasi. Rekomendasi perbaikan untuk masalah RCM yang rendah harus fokus pada mengatasi semua faktor penyebab masalah mesin secara umum dan teknis yang sangat mempengaruhi operasional. Faktor masalah pada mesin yang mengalami kerusakan sangat mempengaruhi operasional boiler dalam menghasilkan steam dan berdampak pada jumlah listrik yang dihasilkan karena steam yang masuk ke turbin di bawah target yang ditetapkan. Jika penyimpangan atau kegagalan ditemukan dalam analisis 4M (man, machine, material, method). Sebab akibat pada faktor man, perlu adanya penegasan pada tata cara dan aturan dalam mengoperasikan mesin sesuai dengan SOP contohnya pengaturan speed pada mesin agar dapat mengurangi tingkat kerusakan pada equipment mesin yang menyebabkan downtime. Pada faktor machine perlu dilakukan pemeliharaan dan preventive routine pada mesin agar tidak menyebabkan kerusakan pada equipment mesin. Pada faktor material perlu adanya perhatian khusus yang fokus pada kualitas spare equipment contohnya pada lining plat pada ballmill yang harus berkualitas lebih bagus agar tidak mudah rusak. Pada faktor method perlu di terapkan schedule atau penjadwalan preventive inspection dan repair pada mesin agar mengurangi tingkat kerusakan yang lebih tinggi dan menyebabkan downtime pada mesin.

5. KESIMPULAN

Hasil diskusi analisis sistem menunjukkan bahwa identifikasi, replikasi, dan penyelesaian masalah sistem yang kompleks adalah tujuan utama. Hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk identifikasi masalah casual loop, diagram mesin yang sering mengalami kerusakan, rich picture, kerusakan pada equipment mesin, root definitions, model konseptual perbaikan dan mempertahankan produktivitas perusahaan, dan proses debating.

Ketika semua rencana ataupun usulan yang sudah di usulkan di terapkan seperti penerapan operasional, memerhatikan schedule inspection yang sudah di tetapkan secara rutin dan memerhatikan maintenance yang mengerjakan pekerjaan pengelasan pada lining plat ballmill ataupun equipment lainnya lebih di perhatian ataupun di beri pelatihan dan upgrade skill dalam pengelasannya agar mendapatkan hasil yang optimal yang membuat umur ketahanan lining plat ballmill bertambah menjadi lebih panjang agar tidak mudah lepas.

Penerapan semua rencana yang menggunakan metode RCM ini bertujuan untuk lebih memerhatikan preventif pada equipment mesin agar operasional berjalan lancar normal dan mengurangi cost atau pengeluaran perusahaan untuk biaya perbaikan dari membeli sparepart equipment maupun cost overtime untuk melembutkan team maintenance. Dalam hal ini perusahaan akan diuntungkan dengan pengurangan cost berlebih dan operasional berjalan lancar meminimalisir Downtime dan target pun bisa terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, N. M. E. S. (2018). *Penjadwalan interval perawatan preventive mesin finger joint Taihei dengan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) pada PT. Natuna Indah Permai* (Disertasi, Universitas 17 Agustus 1945).
- Hananto, A., & Septiani, W. (2020). Pendekatan Soft System Methodology untuk perancangan model pembelajaran praktik berbasis produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 53–65.
- He, F., & Bai, Y. (2016). Correlation analysis of boiler operation parameters based on mill ball and coal storage. In *Proceedings of the 6th International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation: Innovation and Practice of Industrial Engineering and Management* (Vol. 2, pp. 397–407). Atlantis Press.
- Kristyadi, T. (2020). Lignite coal fired power plant.
- Sukoco, H., & Widya, S. (2020). *Perencanaan perawatan mesin dengan menggunakan metode Reliability Centered Maintenance II dan Total Productive Maintenance pada mesin Low Grade* (Disertasi, University of Technology Yogyakarta).
- Yakarimilena, O. (2019). *Analisis kontribusi kerusakan boiler terhadap kegagalan proses produksi di PT. Perkebunan Nusantara II Kebun Arso menggunakan Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) dan Fishbone Diagram* (Disertasi, Universitas Internasional Semen Indonesia).