



Similarity Report

Metadata

Name of the organization

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Title

Skripsi Akbar turnitin 2

Author(s)

Coordinator

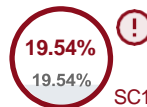
perpustakaan umsidapet

Organizational unit

Perpustakaan

Record of similarities

SCs indicate the percentage of the number of words found in other texts compared to the total number of words in the analysed document. Please note that high coefficient values do not automatically mean plagiarism. The report must be analyzed by an authorized person.

**3832**






Length in words

28850

Length in characters

Alerts

In this section, you can find information regarding text modifications that may aim at temper with the analysis results. Invisible to the person evaluating the content of the document on a printout or in a file, they influence the phrases compared during text analysis (by causing intended misspellings) to conceal borrowings as well as to falsify values in the Similarity Report. It should be assessed whether the modifications are intentional or not.

Characters from another alphabet		0
Spreads		0
Micro spaces		0
Hidden characters		0
Paraphrases (SmartMarks)		58

Active lists of similarities

This list of sources below contains sources from various databases. The color of the text indicates in which source it was found. These sources and Similarity Coefficient values do not reflect direct plagiarism. It is necessary to open each source, analyze the content and correctness of the source crediting.

The 10 longest fragments

Color of the text

NO	TITLE OR SOURCE URL (DATABASE)	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
1	https://journal.unimal.ac.id/miej/article/download/764/443	96 2.51 %
2	https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/3305/23720/26703	41 1.07 %
3	https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/3305/23720/26703	39 1.02 %
4	https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/3305/23720/26703	35 0.91 %
5	https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/2270/16033/17859	30 0.78 %

6	Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Pada PT. Surya Karya Setiabudi Tyas Sefiani Adella, Ferida Yuamita;	25 0.65 %
7	https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/3305/23720/26703	25 0.65 %
8	https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/3305/23720/26703	21 0.55 %
9	https://jurnal-tmit.com/index.php/home/article/download/483/124/1867	20 0.52 %
10	https://core.ac.uk/download/591067287.pdf	20 0.52 %

from RefBooks database (1.46 %)



NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
Source: Paperity		
1	Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Pada PT. Surya Karya Setiabudi Tyas Sefiani Adella, Ferida Yuamita;	25 (1) 0.65 %
2	Identifikasi Penyebab Kecelakaan Kerja dan Potensi Bahaya dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis dan Fault Tree Analysis Leo Rama Kristiana, Tanuwijaya Anita Silvia;	16 (2) 0.42 %
3	Analisis Preventive Maintenance Pada Mesin Produksi dengan Metode Fuzzy FMEA islam sri susilawati;	5 (1) 0.13 %
4	USULAN PERBAIKAN MESIN CRUSHER CDS- V2 DENGAN METODE FMEA DAN POKA YOKE DI PT. XYZ Tatan Zakaria, Wirawati Sri Mukti, Mutawali Muhammad Maman;	5 (1) 0.13 %
5	USULAN PERBAIKAN KUALITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE FTA DAN FMEA Kholqy Syams Muhammad Fatih,Erni Krisnaningsih, Puggy Gautama;	5 (1) 0.13 %

from the home database (0.00 %)



NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
----	-------	---------------------------------------

from the Database Exchange Program (0.00 %)



NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
----	-------	---------------------------------------

from the Internet (20.20 %)



NO	SOURCE URL	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
1	https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/3305/23720/26703	224 (14) 5.85 %
2	https://journal.unimal.ac.id/miej/article/download/764/443	114 (2) 2.97 %
3	https://core.ac.uk/download/591067287.pdf	77 (5) 2.01 %
4	https://jurnal-tmit.com/index.php/home/article/download/483/124/1867	50 (3) 1.30 %
5	https://ejurnal.ulbi.ac.id/index.php/logistik/article/download/1372/790/2677	40 (5) 1.04 %
6	https://faisalicay.blogspot.com/2013/02/fault-tree-analisis.html	39 (4) 1.02 %
7	https://archive.umsida.ac.id/index.php/archive/preprint/download/2270/16033/17859	35 (2) 0.91 %
8	https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/itmu/article/download/49195/43696	31 (4) 0.81 %

9	https://www.liputan6.com/hot/read/5774265/6-contoh-kata-pengantar-laporan-pkl-panduan-lengkap-penulisan-yang-profesional	30 (4) 0.78 %
10	http://repository_ub.ac.id/11655/1/Bab%204.pdf	28 (3) 0.73 %
11	https://www.liputan6.com/hot/read/5724736/7-contoh-kata-pengantar-berbagai-laporan-dan-karya-ilmiah-bisa-jadi-referensi	16 (2) 0.42 %
12	https://rifainstitute.com/contoh-kata-pengantar-makalah-13-contoh-yang-baik-dan-benar/	13 (2) 0.34 %
13	https://bajangjournal.com/index.php/JCI/article/download/6398/4897	12 (1) 0.31 %
14	https://123dok.com/document/q7loe4ny-tinjauan-pustaka-kualitas-kualitas-analisis-penyebab-analisis-analisis.html	12 (2) 0.31 %
15	https://ejournal.uniramalang.ac.id/index.php/g-tech/article/download/5284/3358/33862	9 (1) 0.23 %
16	http://repository_upbatam.ac.id/3871/1/cover%20s.d%20bab%20III.pdf	8 (1) 0.21 %
17	https://www.liputan6.com/hot/read/5522376/10-contoh-kata-pengantar-dalam-makalah-yang-baik-dan-benar	8 (1) 0.21 %
18	https://www.detik.com/jatim/berita/d-7149778/20-contoh-kata-pengantar-makalah-menarik-untuk-referensi	7 (1) 0.18 %
19	https://jmaa.polije.ac.id/index.php/journal/article/download/v2i2-f/pdf/340	7 (1) 0.18 %
20	http://repository_maranatha.edu/9926/1/0923093_Abstract_TOC.pdf	7 (1) 0.18 %
21	https://core.ac.uk/download/pdf/84789371.pdf	7 (1) 0.18 %

List of accepted fragments (no accepted fragments)

NO	CONTENTS	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
----	----------	---------------------------------------

Page | 1

ANALYSIS OPERATIONAL RELIABILITY OF CONCRETE PUMP
USING FMEA AND FTA METHODS
ANALISA RELIABILITAS OPERASIONAL CONCRETE PUMP
MENGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA

Akbar Ramadhandi Sambada ¹⁾, Tedjo Sukmono ^{*, 2)} **1)Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia 2) Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia *Email Penulis_Korespondensi: _____@umsida.ac.id (wajib email institusi) Abstract.** The operation of concrete pump trucks faces various challenges, such as high maintenance costs, prolonged downtime, decreased efficiency due to difficult project conditions, and a shortage of skilled labor. In 2024, the equipment recorded 2,500 operating hours with 976 hours of downtime, resulting in an availability rate of only 88.41%. This study aims to analyze operations and failures **using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method to** identify failures, **and the Fault Tree Analysis (FTA) method** to systematically trace the root causes of breakdowns. The application of these methods is expected to improve the reliability and sustainability of concrete pump operations through more accurate failure predictions and appropriate preventive actions, thereby optimizing equipment performance in challenging field conditions.
Keywords - Concrete Pump, Operational Optimization, FMEA, FTA

Abstrak. Operasional truk pompa beton menghadapi berbagai tantangan, seperti tingginya biaya perawatan, lamanya waktu kerusakan, serta menurunnya efisiensi akibat kondisi proyek yang sulit, dan kurangnya tenaga kerja terampil. Pada tahun 2024, alat ini mencatatkan 2.500 jam kerja dengan 976 jam kerusakan, sehingga tingkat ketersediaannya hanya mencapai 88,41%. Penelitian ini bertujuan untuk analisa operasional dan kerusakan **dengan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk** mengidentifikasi kegagalan, **dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk** _menelusuri akar penyebab_ kerusakan secara sistematis. Penerapan kedua metode ini reliabilitas dan keberlanjutan operasi concrete pump melalui prediksi kegagalan yang lebih akurat dan tindakan pencegahan yang tepat, sehingga kinerja alat di lapangan yang menantang dapat lebih optimal.
Kata Kunci : Pompa Beton, Operasional Optimasi, FMEA, FTA

I. PENDAHULUAN

PT. Varia Usaha Beton, sebagai salah satu pemain utama dalam sektor infrastruktur di Indonesia, sangat bergantung pada pompa beton yang merupakan alat vital dalam operasionalnya, namun berbagai masalah kompleks terkait penggunaannya muncul. Tingginya biaya operasional dan pemeliharaan pompa beton, yang mencakup pengeluaran untuk bahan bakar, suku cadang, dan perbaikan, menjadi tantangan signifikan. Selain itu, efisiensi penggunaan pompa beton sering terhambat oleh faktor eksternal seperti kondisi lokasi proyek yang sulit dijangkau, cuaca ekstrem, dan ketersediaan tenaga kerja terlatih untuk mengoperasikan serta merawat pompa tersebut. Salah satunya alat berat yang digunakan adalah Truk Concrete Pump, yaitu sejenis pompa beton yang sudah terpasang di atas truk. Alat ini dirancang untuk memberikan kemampuan memompa beton menuju tempat yang sudah dipastikan [1]. Untuk pelaksanaan operasional concrete pump dalam satu tahun telah terlaksana selama ada permintaan (purchase order), pada umumnya operasional concrete pump dilaksanakan tiap bulannya di tahun 2024. Laporan hasil pelaksanaan operasional concrete pump PT. Varia Usaha Beton tahun 2024 beroperasi 2.500 jam dan mengalami kerusakan selama 976 jam sebagai availability sebanyak 088.41 atau 88.41%.

Masalah yang terjadi ketika dilakukan operasional menggunakan concrete pump yaitu terdapat beberapa faktor yang menyebabkan kegagalan seperti pekerjaan persiapan, pekerjaan pengeringan, pekerjaan tanah, pekerjaan pemasangan, dan pekerjaan beton [2]. Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) merupakan metode analisis kegagalan bersifat kualitatif yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada suatu fasilitas, peralatan, atau sistem, serta memperkirakan dampak yang mungkin ditimbulkannya. Metode FMEA secara luas digunakan untuk mengevaluasi potensi bahaya atau kegagalan yang mungkin terjadi pada setiap bagian dari mesin. Bahaya yang

2 | Page

terdeteksi kemudian diklasifikasikan berdasarkan tingkat keparahan dan kemungkinan dampaknya terhadap komponen mesin tersebut [3].

Sedangkan untuk metode FTA (**Fault Tree Analysis**) dapat digunakan sebagai **proses identifikasi suatu bahaya**. Untuk mencegah sebuah peristiwa yang tidak diinginkan yang terjadi pada satu titik kegagalan, **fault tree analysis (FTA) adalah cara untuk menentukan akar penyebab masalah** [4]. Fault Tree Analysis (FTA) menggunakan Analisa pohon kesalahan untuk mengidentifikasi hubungan antar faktor penyebab dan dapat menunjukkan dalam bentuk pohon kesalahan atau juga dikenal sebagai analisis pohon kesalahan [5]. **Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis kegagalan yang terjadi pada mesin concrete pump dengan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)** guna menentukan prioritas kerusakan, serta menerapkan metode **Fault Tree Analysis (FTA)** untuk menelusuri akar penyebab dari komponen dengan nilai RPN tertinggi. Melalui analisis ini diharapkan dapat dirumuskan rekomendasi perbaikan yang tepat sehingga dapat meminimalkan downtime, meningkatkan reliabilitas mesin, serta mendukung kelancaran proses operasional.

II. METODE

Pengoperasian mesin concrete pump sangat rentan terhadap berbagai jenis kerusakan mekanis yang dapat berdampak signifikan terhadap performa sistem secara keseluruhan. Kerusakan pada komponen ini terbukti secara langsung mengurangi efisiensi dan kestabilan kinerja mesin, sehingga berdampak pada menurunnya produktivitas dan meningkatnya potensi downtime pada proses pengecoran beton [6]. Di sisi lain, kegagalan struktural pada beton kerap berkaitan dengan praktik pengecoran yang kurang optimal. Faktor-faktor seperti kesalahan dalam penggunaan vibrator, proses curing yang tidak sesuai, maupun prosedur casting yang tidak tepat dapat memicu terjadinya kerusakan pada beton. Kondisi tersebut tidak hanya menurunkan kualitas hasil konstruksi, tetapi juga dapat mempercepat terjadinya retak dan penurunan daya tahan struktur beton dalam jangka panjang.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis potensi kerusakan, menilai tingkat keparahan, kemungkinan terjadinya, serta kemampuan deteksi, yang kemudian diolah menjadi nilai Risk Priority Number (RPN) untuk menentukan prioritas permasalahan. Sedangkan **metode FTA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kerusakan** secara sistematis dengan pendekatan top-down, mulai dari kejadian utama hingga ke sumber masalah paling dasar. Urutan proses penelitian dijelaskan secara sistematis melalui diagram alir pada Gambar 1, yang menggambarkan tahapan mulai dari identifikasi awal hingga pemberian solusi perbaikan.

Page | 3

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian. Gambar 1. Diagram alir penelitian menjelaskan tentang tahapan penelitian **Analisis kerusakan mesin concrete pump menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)** dimulai dengan melakukan analisa data perusahaan dan juga observasi secara langsung dilapangan. Dilanjutkan dengan mengidentifikasi masalah serta merumuskan masalah – masalah yang muncul untuk dapat dijadikan sebagai topik pembahasan utama. Dengan masalah yang ada selanjutnya didapatkan tujuan dari penelitian ini. Tahap selanjutnya yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan proses yang pertama yaitu observasi lapangan pada mesin concrete pump, pengumpulan data melalui wawancara pada pekerja operasional concrete pump yang terkait, dan data kerusakan pada mesin concrete pump. Ketika seluruh data telah dikumpulkan, tahap berikutnya yaitu akan dilanjutkan proses pengolahan data dengan menggunakan metode **Failure Mode and Effect Analysis**. Metode FMEA dimulai dengan menghitung RPN, setelah nilai RPN didapatkan kemudian dilakukan analisa terhadap nilai RPN tersebut. Pengolahan data selanjutnya menggunakan metode FTA. Nilai metode FTA menggunakan data RPN yang diperoleh dari metode FMEA sebelumnya. Langkah terakhir pada penelitian ini adalah menarik

kesimpulan penelitian dan memberikan usulan. Peningkatan reliabilitas operasional concrete pump menggunakan metode **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)** telah selesai. **1. Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**
Failure Mode and Effect Analysis merupakan metode untuk mengidentifikasi kerusakan yang terjadi dan dapat menentukan tingkat resikonya. **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)** merupakan metode yang memanfaatkan guna mendefinisikan, mengenali, serta melenyapkan kegagalan serta sebuah permasalahan, setelah itu dilakukan pembobotan angka serta pengurutan bersumber pada Risk Priority Number (RPN). Kriteria yang termasuk dalam metode FMEA meliputi severity, occurrence dan detection kemudian dapat dilanjutkan mengitung Risk Priority Number (RPN) [7]. Dalam teknik FMEA terdapat manfaat untuk dapat mengkarakteristikan sebuah resiko secara menyeluruh dan komprehensif, meningkatkan pekerjaan di masa mendatang, dan mengidentifikasi risiko permasalahan [8].

4 | Page

Tabel 1. Tabel Kategori Tingkat Keparahan (Severity) Tingkat Deskripsi Keterangan 1 Rendah Kegagalan tidak mempengaruhi operasi pompa beton dan tidak berdampak pada kualitas beton.

2 Sedang Kegagalan menyebabkan gangguan kecil pada operasi, tetapi masih dapat diatasi tanpa menghentikan pekerjaan.

3 Tinggi Kegagalan menyebabkan penurunan kualitas beton yang signifikan, tetapi tidak menghentikan operasi sepenuhnya.

4 Sangat Tinggi Kegagalan menyebabkan penghentian operasi pompa beton, memerlukan perbaikan segera untuk melanjutkan pekerjaan.

Sumber [9]

Table diatas menjelaskan bahwa terdapat 4 tingkatan keparahan (severity). Keparahan terbesar dideskripsikan sebagai Sangat Tinggi sedangkan keparahan dengan tingkat rendah dideskripsikan sebagai Rendah.

Tabel 2. Kategori Tingkat Kemungkinan (occurrence)

Sumber [9]

Table diatas menunjukkan bahwa terdapat 4 tingkatan Kemungkinan (occurrence). Sangat Tinggi dideskripsikan dengan hampir pasti terjadi yang bernilai 20% sedangkan kemungkinan dengan rating terendah dideskripsikan dengan jarang terjadi yang bernilai 1%.

Tingkat Deskripsi Keterangan

1 Rendah Kegagalan sangat jarang terjadi, dengan frekuensi kurang dari 1% dalam periode waktu tertentu.

2 Sedang Kegagalan jarang terjadi, dengan frekuensi antara 1% hingga 5%.

3 Tinggi Kegagalan dapat terjadi secara moderat, dengan frekuensi antara 6% hingga 20%

4 Sangat Tinggi Kegagalan sering terjadi, dengan frekuensi lebih dari 20%.

Page | 5

Tabel 3. Kategori Tingkat Kemungkinan Kegagalan Terdeteksi (Detection) Tingkat Deskripsi Keterangan

1 Rendah Kegagalan sangat sulit dideteksi dan mungkin baru diketahui setelah dampak negatif terjadi.

2 Sedang Kegagalan mungkin sulit untuk dideteksi tanpa prosedur khusus atau analisis mendalam.

3 Tinggi Kegagalan dapat terdeteksi dengan baik, tetapi memerlukan pemeriksaan rutin atau pengamatan manual.

4 Sangat Tinggi Kegagalan dapat terdeteksi dengan sangat mudah dan cepat melalui sistem monitoring atau indikator yang ada.

Sumber [9]

Table diatas menunjukkan bahwa pada kategori Detection terdapat 4 tingkatan. Rating detection tertinggi bernilai 1 dimana kegagalan tidak dapat diketahui atau terdeteksi sedangkan untuk tingkat sangat tinggi yang bernilai 4

mengartikan kegagalan pasti dapat terdeteksi oleh sistem.

a. Identifikasi Tingkat Resiko Kegagalan

$RPN = S \times O \times D$ (1) Sumber [10].

Keterangan: RPN : Risk Priority Number S : Severity O : Occurrence

D : Detection

2. Metode Fault Tree Analysis (FTA)

Dalam melakukan analisis sebuah permasalahan dibutuhkan suatu metode yang dapat mengidentifikasi resiko

yang dapat menyebabkan kegagalan dalam sistem, maka dengan menerapkan metode FTA (Fault Tree Analysis) yang bertujuan melakukan **pendekatan yang bersifat top down, yang diawali dengan** mengasumsikan kegagalan puncak kejadian (**top event**) kemudian merincikan sebab – sebab suatu top event sampai pada suatu kegagalan dasar (root cause) [11]. FTA (**Fault Tree Analysis**) adalah sebuah diagram yang menunjukkan semua cara yang mungkin membuat sesuatu di dalam sistem tidak berfungsi. Dengan menggunakan FTA, kita dapat mengidentifikasi bagian-bagian mana yang bisa rusak dan mencegah masalah besar sebelum terjadi [12]. **Metode FTA (Fault Tree Analysis)** memiliki tujuan untuk dapat **mengidentifikasi faktor penyebab six big loses pada proses produksi**, memperbaiki dan meningkatkan kualitas hasil produksi melalui tahapan pengendalian [13]. **Fault Tree Analysis adalah suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan _ atau kecelakaan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan** dari atas ke bawah, dimulai dengan asumsi terjadinya kegagalan pada peristiwa puncak, kemudian merinci penyebab-penyebab dari peristiwa puncak tersebut hingga

6 | Page

mencapai penyebab dasar (root cause) [14]. Sarana yang dapat digunakan dalam bagan FTA adalah sebagai berikut [15].

1. Mengidentifikasi tujuan
2. Menentukan top event
3. Menentukan ruang lingkup
4. Menentukan resolusi
5. Menentukan aturan dasar
6. Membuat FTA
7. Menyimpulkan FTA Fault Tree Analysis digunakan untuk memperhatikan reabilitas sementak produk serta membuktikan jalinan kualitas dari sebuah kasus dengan kasus yang berbeda. Simbol yang digunakan pada Fault Tree Analysis bisa diklasifikasikan sebagai berikut [16] :

Tabel 4. Simbol gerbang yang bisa digunakan sebagai penghubung peristiwa pada suatu sistem.

- NO Gate Symbol Nama Dan Keterangan**
- 1 **And gate**, output event berlaku ketika seluruh input event berjalan pada waktu yang sama.
 - 2 **Or gate**, output event berlaku ketika setidaknya sebuah input event sedang berjalan.
 - 3 **K out of n gate**, output event berlaku ketika paling minim k output _n input event sedang kejadian.
 - 4 **Exclusive OR gate**, output event berlaku ketika sebuah input event, namun tidak berlangsung.
 - 5 **Inhibit gate**, input menciptakan output ketika conditional event telah ada.
 - 6 **Priority and gate**, output event kejadian dari kanan ataupun kiri.
 - 7 **Not gate**, output event kejadian ketika input event tidak kejadian.

K

Page | 7

Diagram fishbone digunakan sebagai analisis akar penyebab dari setiap kendala yang ditemukan. Diagram ini mengelompokkan penyebab masalah ke dalam beberapa kategori seperti manusia, metode, mesin dan lingkungan yang mempengaruhi keberhasilan atau kegagalan [17]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data Pada pengumpulan data diketahui bahwa beberapa komponen yang mengalami kerusakan dan dengan lamanya waktu yang mengakibatkan terjadinya break down dapat diketahui table dibawah :

Table 5. Data Kerusakan Mesin Komponen Waktu (Jam)

Wear Plate 16
Hydraulic Pump 312
S- Slave 216
Cutting Ring 48
Piston ram 168

Berdasarkan Tabel 5. Berdasarkan data kerusakan mesin concrete pump selama satu periode operasional selama enam bulan, diketahui bahwa beberapa komponen mengalami kerusakan berulang yang menyebabkan terjadinya breakdown. Mesin concrete pump beroperasi setiap hari dengan durasi kerja antara 152 jam tergantung pada kebutuhan proyek. Beberapa kerusakan yang terjadi pada concrete pump melibatkan komponen-komponen utama yang memiliki peran vital dalam proses pemompaan beton. Komponen Wear Plate mengalami kerusakan dengan total waktu henti (downtime) selama 16 jam atau sekitar 0,67 hari. Hydraulic Pump mencatat downtime tertinggi, yaitu 312 jam atau setara 13,00 hari. Sementara itu, S-Slave mengalami kerusakan dengan total downtime 216 jam atau 9,00 hari. Adapun Cutting Ring mengalami waktu henti selama 48 jam atau 2,00 hari, dan Piston Ram mencatat downtime 168 jam atau 7,00 hari. Gangguan-gangguan ini secara langsung memengaruhi kelancaran operasional concrete pump, mengakibatkan penundaan proses pengecoran di lapangan, menurunkan produktivitas kerja, serta berpotensi menimbulkan kerugian material dan waktu karena sasaran proyek tidak dapat tercapai sesuai rencana.

B. Pengolahan Data

1 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Dengan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), dapat diidentifikasi jenis kerusakan,

dampak yang ditimbulkan dari kerusakan tersebut, serta penyebab terjadinya kegagalan pada mesin concrete pump. Selanjutnya, akan dilakukan penilaian terhadap Tingkat keparahan (severity), kemungkinan terjadinya kegagalan (occurrence), dan kemampuan mendeteksi kegagalan tersebut (detection), untuk kemudian dihitung nilai Risk Priority Number (RPN)

Nilai pada severity, occurrence, dan detection ditentukan berdasarkan mengumpulkan pendapat dari para ahli atau individu yang berpengalaman di bidang concrete pump. Selanjutnya, nilai-nilai tersebut dikombinasikan dan dirata-rata untuk menghitung Risk Priority Number (RPN) yaitu diketahui pada tabel 3.

- a. Waras sujoko
- b. Sofyan hadi
- c. Jery

Tabel 6. **Failure Mode and Effect Analysis**

Komponen Jenis

Kerusakan

Penyebab

Kerusakan

SEVERITY OCCURANCE DETECTION RPN

Hydraulic

Pump

Bocor Seal Aus 10 6 6 360

Tekanan

Turun

Tekanan

Tinggi

9 4 5 180

Oli Kotor 8 5 5 200

S – Slave Macet

Beton

Mengeras

9 5 5 225

8 | Page

Keausan

Poros

Pelumasan

Kurang

7 4 5 140

Piston Ram

Seal Bocor

Seal Aus

Akibat

Tekanan

Tinggi

6 4 6 144

Keausan

Batang

Piston

Gesekan

Berulang 8 3 5 120

Cutting

Ring

Retak

Gesekan

Dengan

Wear Plate

7 3 5 105

Keausan

Permukaan

Tekanan

Tinggi

6 3 5 90

Wear Plate

Aus

Gesekan

Tinggi

Antara

Beton

6 3 5 90
Retak
Material
Tekanan
Pompa
Tinggi
5 4 4 80

Dalam Tabel 6. yang memuat **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**, didapatkan nilai severity, occurrence, detection, serta **nilai Risk Priority Number (RPN) untuk masing-masing** komponen. Rumus yang diterapkan dalam metode **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)** dapat dijelaskan **sebagai berikut =**

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

Penilaian tingkat severity, occurrence, serta detection pada tabel dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat keparahan dampak kerusakan, frekuensi kemungkinan terjadinya, serta kemudahan dalam mendeteksi kerusakan pada masing-masing komponen concrete pump. Setelah ketiga parameter tersebut ditetapkan, tahap selanjutnya adalah menghitung Risk Priority Number (RPN) setiap komponen dengan mengalikan **nilai Severity, Occurrence, dan Detection.**

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Hydraulic Pump menempati posisi dengan nilai RPN tertinggi, yakni 360, yang terutama dipicu oleh kebocoran akibat seal aus. Faktor penyebab lain pada komponen ini antara lain oli kotor dengan nilai RPN 200 serta tekanan hidrolik tinggi sebesar 180. Pada urutan berikutnya terdapat S-Slave, dengan nilai RPN tertinggi 225 akibat kemacetan karena beton yang mengeras, disusul pelumasan kurang sebesar 144 dan keausan poros 140. Sementara itu, Piston Ram memiliki nilai RPN 120 pada kasus seal bocor dan 105 pada kerusakan batang piston akibat gesekan berulang. Untuk Cutting Ring, nilai RPN tercatat 90 baik pada kondisi retak maupun keausan permukaan, sedangkan Wear Plate memperoleh RPN 80 pada kasus aus dan 60 pada kerusakan retak material. Dari temuan ini dapat ditegaskan bahwa prioritas utama perbaikan difokuskan pada Hydraulic Pump, diikuti oleh S-Slave dan Piston Ram, sementara Cutting Ring serta Wear Plate berada pada kategori risiko yang lebih rendah. Selanjutnya, komponen tersebut akan dianalisis lebih lanjut menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA).

Page | 9

2 FTA (Fault Tree Analysis)

A. Identifikasi Tujuan

Identifikasi tujuan dalam Fault Tree Analysis (FTA) dilakukan untuk menetapkan sasaran analisis, yaitu menelusuri peristiwa puncak (top event) hingga ke penyebab paling dasar (basic event), sehingga akar permasalahan dapat diketahui secara jelas.

B. Menentukan Top Event

Berdasarkan hasil analisis **menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**, komponen Hydraulic Pump ditetapkan sebagai top event pada Fault Tree Analysis (FTA) karena **memiliki nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi, yaitu** sebesar 360. Pemilihan Hydraulic Pump sebagai fokus analisis dilakukan karena komponen ini memberikan kontribusi paling besar terhadap terjadinya downtime mesin serta berpengaruh langsung terhadap penurunan keandalan sistem concrete pump. Dalam kerangka FTA, top event didefinisikan sebagai kondisi kegagalan Hydraulic Pump yang kemudian dijabarkan menjadi tiga bentuk permasalahan utama, yaitu kebocoran (disebabkan oleh seal aus atau sambungan yang longgar), tekanan hidrolik berlebih (disebabkan oleh beban operasi berlebihan atau katup relief yang tidak berfungsi), serta kontaminasi oli hidrolik (disebabkan oleh filter yang jenuh atau masuknya partikel asing). Ketiga skenario kerusakan tersebut selanjutnya ditelusuri hingga ke tingkat basic event untuk mengidentifikasi akar penyebab dan merumuskan prioritas tindakan perbaikan yang tepat.

C. Penentuan Ruang Lingkup

Ruang lingkup analisis FTA dalam penelitian ini dibatasi pada komponen Hydraulic Pump sebagai top event, karena memiliki nilai RPN tertinggi berdasarkan hasil FMEA. Analisis difokuskan pada tiga permasalahan utama, yaitu kebocoran, tekanan hidrolik berlebih, dan kontaminasi oli hidrolik, sementara faktor eksternal di luar sistem hidrolik tidak dibahas. Pembatasan ini dimaksudkan agar analisis lebih terarah dan mampu mengidentifikasi akar penyebab kerusakan hingga tingkat basic event untuk menghasilkan rekomendasi perbaikan yang tepat.

D. Penentuan Resolusi

Resolusi FTA ditetapkan hingga tingkat basic event agar akar penyebab kerusakan Hydraulic Pump dapat diketahui. Top event diuraikan menjadi tiga masalah utama, yaitu kebocoran, tekanan hidrolik berlebih, dan kontaminasi oli, yang kemudian diturunkan ke penyebab dasar seperti seal aus, sambungan longgar, katup relief tidak berfungsi, serta filter oli jenuh.

E. Penentuan Aturan Dasar

Aturan dasar dalam FTA ditetapkan dengan menggunakan gerbang logika untuk menggambarkan hubungan antar penyebab kerusakan Hydraulic Pump. OR gate digunakan ketika kerusakan dapat terjadi akibat salah satu faktor, misalnya tekanan berlebih disebabkan oleh beban operasi tinggi atau katup relief yang tidak berfungsi. AND gate

digunakan ketika kerusakan baru terjadi jika dua kondisi muncul bersamaan, seperti kebocoran yang timbul akibat seal aus dan sambungan longgar. Penetapan aturan ini penting untuk memodelkan hubungan sebab-akibat secara logis pada diagram FTA.

F. Fault Tree Analysis (FTA)

Gambar 2. Hasil kerusakan pada mesin concrete pump

10 | Page

G. Kesimpulan Hasil Dari Fault Tree Analysis (FTA)

Hasil Fault Tree Analysis (FTA) menunjukkan bahwa Hydraulic Pump merupakan top event utama yang paling berpengaruh terhadap downtime mesin concrete pump. Kerusakan tersebut dipicu oleh tiga faktor utama, yaitu kebocoran (seal aus dan sambungan longgar), tekanan hidrolik berlebih (beban operasi tinggi atau katup relief gagal), serta kontaminasi oli (filter jenuh dan partikel asing). Faktor teknis maupun kelalaian dalam perawatan terbukti sama-sama memicu kerusakan. Oleh karena itu, tindakan perbaikan difokuskan pada penggantian seal dan filter secara terjadwal, pemeriksaan katup relief, serta peningkatan kedisiplinan operator dalam pelaksanaan perawatan preventif.

Gambar 3. Diagram Fishbone kerusakan Hydraulic Pump

Berdasarkan gambar 3. Kerusakan pada mesin concrete pump terutama dipengaruhi oleh tiga komponen utama, yaitu Hydraulic Pump, S-Slave, dan Piston Ram. Pada Hydraulic Pump, kerusakan terjadi karena kebocoran, tekanan hidrolik yang terlalu tinggi, serta kondisi oli hidrolik yang kotor. Kebocoran biasanya disebabkan oleh usia seal yang sudah tua dan sambungan yang longgar, sedangkan tekanan hidrolik berlebih timbul akibat beban puncak yang terlalu tinggi serta operasi pompa yang berlebihan. Kondisi oli hidrolik yang kotor sendiri diakibatkan oleh filter hidrolik yang jenuh dan adanya kontaminasi kotoran. Sementara itu, kerusakan pada S-Slave berupa kemacetan total, yang umumnya disebabkan beton mengeras akibat keterlambatan pembersihan serta kurangnya ketelitian operator saat melakukan pengecekan. Adapun pada Piston Ram, kerusakan utamanya berupa kebocoran seal yang dipicu oleh keausan karena tekanan tinggi dan usia komponen, ditambah dengan jarang operator melakukan pemeriksaan rutin.

3 Analisa dan Hasil Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis FMEA, komponen dengan nilai RPN tertinggi adalah Hydraulic Pump dengan skor 360, terutama disebabkan oleh kebocoran akibat seal aus. Faktor lain pada komponen ini adalah kondisi oli kotor dengan nilai RPN 200 dan tekanan hidrolik tinggi sebesar 180. Posisi berikutnya ditempati oleh S-Slave dengan RPN tertinggi 225 akibat kemacetan karena beton mengeras, disusul masalah pelumasan kurang dengan nilai 144 serta keausan poros sebesar 140. Selanjutnya, Piston Ram memiliki RPN 120 pada kerusakan seal bocor dan 105 akibat keausan batang piston karena gesekan berulang. Untuk Cutting Ring, nilai RPN tercatat 90 baik pada kerusakan retak maupun keausan permukaan, sedangkan Wear Plate mencatat nilai 80 pada kondisi aus dan 60 pada kerusakan retak material. Dari hasil ini dapat ditegaskan bahwa prioritas utama perbaikan difokuskan pada Hydraulic Pump, diikuti oleh S-Slave dan Piston Ram, sementara Cutting Ring serta Wear Plate berada pada kategori risiko lebih rendah. Analisis FTA menunjukkan bahwa tiga komponen dominan penyebab kerusakan adalah Hydraulic Pump, S-Slave, dan Piston Ram. Kerusakan tersebut muncul akibat kombinasi faktor teknis, seperti tekanan berlebih, seal aus, kontaminasi oli, beton yang mengeras, serta kelalaian operator dalam melakukan pengecekan, pembersihan, dan perawatan rutin. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan berupa penerapan SOP pengecekan dan perawatan preventif secara disiplin serta pelatihan operator untuk meningkatkan keandalan concrete pump.

Page | 11

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada mesin concrete pump menggunakan metode FMEA dan FTA, dapat disimpulkan bahwa kerusakan paling dominan terjadi pada Hydraulic Pump dengan nilai RPN tertinggi 360, terutama akibat kebocoran seal aus, oli kotor, dan tekanan hidrolik tinggi. Komponen lain yang juga signifikan adalah S-Slave dengan RPN 225 akibat kemacetan beton yang mengeras dan kurangnya pelumasan, serta Piston Ram dengan RPN 144 karena kebocoran seal dan keausan batang piston. Sementara itu, Cutting Ring dan Wear Plate memiliki nilai RPN lebih rendah (90 dan 80), sehingga risiko kerusakannya tidak sebesar komponen utama.

Hasil analisis FTA menunjukkan bahwa akar penyebab kerusakan umumnya berasal dari faktor teknis (seal aus, tekanan berlebih, oli terkontaminasi, beton mengeras) serta faktor manusia (operator kurang teliti, keterlambatan pembersihan, dan jarang melakukan pengecekan rutin). Dengan demikian, tujuan penelitian untuk mengidentifikasi kegagalan utama dan menelusuri akar penyebab kerusakan mesin concrete pump telah tercapai. Rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan adalah penerapan perawatan preventif secara terjadwal, penyusunan dan pelaksanaan SOP pengecekan mesin sebelum dan sesudah operasi, serta pelatihan operator agar mampu meningkatkan ketelitian inspeksi dan pemeliharaan. Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan reliabilitas dan keberlanjutan operasional concrete pump, sehingga kinerja mesin lebih optimal dan downtime dapat ditekan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Swt, Tuhan yang Maha Esa, atas segala karunia dan rahmat-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya. Dengan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan, terutama kepada

kedua orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada bapak ibu dosen _
yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama saya menempuh pendidikan.

Ucapan terima kasih yang tulus juga saya sampaikan kepada PT Varia Usaha Beton dan atas dukungan, kesempatan, serta bantuan **yang telah diberikan selama** proses penelitian ini berlangsung.

Dengan selesainya artikel ini, saya dengan penuh rasa hormat **mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian** artikel ini. Semoga artikel **ini dapat memberikan manfaat bagi** pembaca.