



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak cipta milik UIN Suska Riau



State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

**ANALISIS KEANDALAN INSTRUMENTASI *PULP DRYER*
MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED
MAINTENANCE (RCM)* DI PT. INDAH KIAT**

***PULP AND PAPER PERAWANG*
TUGAS AKHIR**

Dijadikan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

oleh:

ANGGA SYUKMA PERMANA

11750515131

UIN SUSKA RIAU

PROGRAM STUDI TEKNIK

ELEKTRO FAKULTAS SAINS DAN

TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2024



LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KEANDALAN INSTRUMENTASI *PULP DRYER* MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED* *MAINTENANCE (RCM)* DI PT. INDAH KIAT *PULP AND PAPER*

PERAWANG

TUGAS AKHIR

oleh :

ANGGA SYUKMA PERMANA

11750515131

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 11 Juni 2024

Pekanbaru, 11 Juni 2024

Mengesahkan,



Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Hartono, M.Pd

NIP. 19640301 199203 1 003

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T

NIP. 19721021 200604 2 001

DEWAN PENGUJI:

Ketua : Dr. Fitri Amillia, S.T., M.T

Sekretaris : Jufrizel, S.T., M.T

Anggota 1 : Aulia Ullah, S.T., M.Eng

Anggota 2 : Dian Mursyitah, S.T., M.T

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISA KEANDALAN INSTRUMENTASI *PULP DRYER* MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED* *MAINTENANCE (RCM)* DI PT. INDAH KIAT *PULP AND PAPER*

PERAWANG

TUGAS AKHIR

oleh:

ANGGA SYUKMA PERMANA

11750515131

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di Pekanbaru, pada tanggal 11 Juni 2024

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
NIP. 19721021 200604 2 001

Pembimbing

Jufrizel, S.T., M.T
NIP. 19740719 200604 1 001

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



SURAT PERNYATAAN

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Angga Syukma Permana
 NIM : 11750515131
 Tempat Tgl. Lahir : Painan , 14 September 1998
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Prodi : Teknik Elektro
 Judul Jurnal : **Analisa Keandalan Instrumentasi Pulp Dryer Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. Indah Kiat Pulp and Paper Perawang**

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan jurnal dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu jurnal saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan jurnal saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

UIN SUSKA RIAU

Pekanbaru, 25 Juni 2024 Yang
membuat pernyataan



Angga Syukma Permana
NIM : 11750515131



Analisa Keandalan Instrumentasi Pada *Pulp Dryer Unit* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* di PT. Indah Kiat *Pulp and Paper Perawang*

Angga Syukma Permana¹, Jufrizel², Aulia Ullah³, Dian Mursyitah⁴

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Jl. HR. Soebrantas No. 155 Panam, Pekanbaru, 28293

Penulis untuk Korespondensi/E-mail: angga.syukma@gmail.com

Abstract – PT. Indah Kiat *Pulp and Paper Perawang*, a backup of Sinarmas, is one of the biggest companies concurring to the Indonesia Stock Trade. One of the most critical units in the production process is the *pulp dryer unit*, with an estimated production capacity of 657 tons per day. Based on the data obtained, the *pulp dryer unit* frequently experiences failures that disrupt the production process. This ponder utilizes the RCM (*Reliability Centered Maintenance*) strategy to decide which gadgets within the mash dryer unit are most inclined to issues by calculating the RPN (*Risk Priority Number*) for each component, assessing the unwavering quality level of these gadgets, and giving proposals for an ideal support plan. The think about comes about appear the RPN values for mash dryer instrumented from most elevated to least as takes after: temperature sensor at 392, press transmitter at 288, level transmitter at 280, stream transmitter at 252, solenoid valve at 252, consistency transmitter at 245, and on/off valve at 210. The unwavering quality values for each instrumented component that did not meet the edge set by the SII (*Indonesian Industrial Standards*), which is 0,7, demonstrate the require for support activities. The recommended maintenance schedule for the instrumentation is as follows: temperature sensor at 252 days, press transmitter at 352 days, level transmitter at 352 days, flow transmitter at 352 days, solenoid valve at 352 days, consistency transmitter at 293 days, and on/off valve at 440 days.

Abstract – PT. Indah Kiat *Pulp and Paper Perawang* anak perusahaan Sinarmas ialah satu diantara perseroan terbesar menurut Bursa Efek Indonesia. Salah satu unit terpenting dalam proses produksi yaitu unit *pulp dryer* dengan estimasi produksi 657 ton perhari. Berdasarkan data-data yang didapat, unit *pulp dryer* seringkali mengalami kegagalan yang mengganggu aktivitas produksi. Riset berikut memakai metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) guna tujuan menetapkan perangkat mana pada unit *pulp dryer* yang sangat rentan terkena permasalahan melalui perhitungan bobot RPN (*Risk Priority Number*) bagi tiap komponennya, menjalankan evaluasi taraf keandalan perangkat terkait, serta memberi saran jadwal perawatan yang maksimal. Hasil riset memaparkan urutan skor RPN instrumentasi *pulp dryer* dari yang paling besar sampai yang terkecil diantaranya temperature sensor senilai 392, press transmitter sebesar 288, level transmitter sebesar 280, flow transmitter sebesar 252, solenoid valve sebesar 252, consistency sebesar 245, dan on/off valve sebesar 210. Hasil dari bobot keandalan tiap instrumentasi yang tidak memenuhi ambang batas yang ditentukan oleh SII (*Standar Industri Indonesia*), yakni 0,7, menunjukkan perlunya perawatan. Rekomendasi jadwal perawatan terhadap instrumentasi temperature sensore 252 hari, press transmitter 352 hari, level transmitter 352 hari, flow transmitter 352 hari, solenoid valve 352 hari, consistency 293 hari, dan on/off valve 440 hari.

Keywords – Keandalan, Maintenance, Instrumentasi, *Pulp Dryer*, RCM, FMEA.



PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri *pulp* dan kertas diperkirakan terus mengalami peningkatan yang signifikan. Sebagian dari pertumbuhan ini disebabkan oleh kenaikan produksi dan permintaan, serta pembukaan sejumlah pabrik baru [1]. Diestimasi pada tahun 2050, berkisar 60-70% populasi atau 9 miliar orang masih memakai kertas pada keseharian kehidupannya [2]. Nilai ekspor industri *pulp* dan kertas Indonesia paling tinggi ada di tahun 2017 dan 2020 sebesar 9,3 juta ton, nilai ekspor industri *pulp* dan kertas Indonesia bersifat fluktuatif, tetapi mulai tahun 2009 hingga 2011 Indonesia sanggup konsisten mengeksport industri *pulp* dan kertas minimal 7 juta ton per tahunnya [3]. Ini menjadi tantangan bagi setiap perusahaan untuk menjaga serta meningkatkan nilai ekspor *pulp* dan kertas disetiap tahunnya.

Industri *pulp* dan kertas memberi kontribusi yang signifikan pada penciptaan lapangan kerja dan PDB (produk domestik bruto) negara. Pada 2018, industri *pulp* dan kertas berkontribusi terhadap PDB negara sejumlah Rp 101,76 triliun (nilai pasar), yang berkisar 0,69% dari seluruh PDB negara [4]. Negara Indonesia mempunyai 9 perseroan yang beroperasi di sektor produksi *pulp and paper* yang sudah tercatat dalam Bursa Efek Indonesia, salah satunya anak perusahaan Sinarmas yang berlokasi di Perawang, Talang, dan Kab.Siak yaitu Indah Kiat *Pulp and Paper Tbk* [5].

Dalam proses pengolan *pulp* PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* memiliki beberapa proses salah satunya melalui proses pengeringan. *Press part* berfungsi untuk membuang air dari *web* sehingga kadar padatnya mencapai 50%. Hasilnya masuk ke bagian pengering (*dryer*). Cara kerja *press part* ini adalah kertas masuk diantara dua *roll* yang berputar. Satu *roll* bagian atas diberi tekanan sehingga air keluar dari *web*. Bagian ini dapat menghemat energi, karena kerja *dryer* tidak terlalu berat (air sudah dibuang 30%). *Dryer* berfungsi untuk mengeringkan *web* sehingga kadar airnya mencapai 6% [1].

Pada PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* seksi yang bertanggung jawab dalam proses ini adalah *Machine (MC)* yang menggunakan *pulp dryer* sebagai *unit* utama dalam prosesnya, laju produksi 74meter/menit

dengan estimasi produksi 657 ton/hari. Mengingat pentingnya fungsi *unit pulp dryer* ini, masalah yang berkaitan dengan alat-alat instrumentasi dan komponennya, seperti mesin yang tiba-tiba berhenti atau berkurangnya kecepatan produksi, tidak bisa diabaikan. Oleh karena itu, perhatian khusus diperlukan untuk menjaga performa optimal selama pengoperasiannya serta mengurangi efek kerugian untuk perseroan.

Bersumber hasil diskusi dan interview dengan karyawan yang bekerja di seksi *Machine (MC)-10*, beliau mengatakan bahwasanya terdapat beberapa malfungsi yang dialami oleh perangkat instrumentasi *unit pulp dryer* di MC-10 PT. Indah Kiat *Pulp and Paper*, komponen instrumentasi ini diantaranya seperti *temperature sensor*, *level transmitter*, *flow transmitter*, *press transmitter*, *consistency transmitter*, *solenoid valve*, dan *on/off valve*. Disamping itu dapat terjadi *downtime* pada unit yang di mana komponen atau sistem tidak dapat beroperasi sebagaimana mestinya, sehingga terjadi penurunan kinerja yang tidak dapat dipertahankan [6]. Namun, perusahaan masih menerapkan sistem perawatan *breakdown maintenance* di area MC-10. Pendekatan ini menunggu kerusakan sebelum memperbaiki, sehingga jika dipaksakan beroperasi, dapat menyebabkan kerugian finansial besar dan meningkatkan resiko kecelakaan kerja. Sehingga, penting guna mempertimbangkan strategi perawatan yang lebih proaktif dan preventif guna menghindari risiko tersebut.

Sebelum memilih metode riset yang hendak dipakai, harus mengetahui perbedaan diantara metode yang telah dipakai pada riset terdahulu. Riset yang mengkaji perihal Analisis *Failure* pada *screw press*. Peneliti ini memakai metode FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*). Hasil analisis menunjukkan bahwasanya mesin *screw press* mengalami kegagalan operasional akibat berbagai kerusakan. Kegagalan ini disebabkan oleh kerusakan di beberapa perangkat mesin *screw press* yang mempunyai bobot RPN (*Risk Priority Number*) tinggi. Akibatnya, mesin *screw press* belum mencukupi standar operasional yang ditentukan, hingga dibutuhkan tindakan pemeliharaan dan perbaikan yang lebih intensif untuk memastikan mesin dioperasikan sebaik mungkin dan sesuai standar yang diharapkan [7]. Dari riset berikut memberi pedoman yang kuat guna membangun



strategi yang lebih efektif untuk meminimalisir tingkat kegagalan dari mesin *crew press*.

Penelitian terdahulu yang menggunakan metode FMEA bila dibanding metode RCM, menunjukkan bahwasanya walaupun keduanya mempunyai fokus yang sama tetapi metode RCM lebih kompleks. Peneliti tertarik pada metode RCM karena memberikan pendekatan yang lebih holistik dan sistematis guna merancang strategi maintenance untuk *pulp dryer* di MC-10. Metode ini bukan cuma mempertimbangkan umur pakai dan potensi kegagalan, namun juga menilai pentingnya fungsi dan dampaknya terhadap keseluruhan operasional. Sebagai hasilnya, RCM dianggap lebih komprehensif dan efisien dalam pengelolaan pemeliharaan unit tersebut.

RCM (*Reliability Centered Maintenance*) ialah pendekatan terstruktur guna menilai sumber daya dan aset guna memastikan efisiensi biaya dan keandalan yang tinggi. Fokus utama dari RCM ialah kesadaran bahwasanya dampak dan risiko kegagalan lebih penting daripada ciri khas teknologi itu sendiri [8]. Saat mengimplementasikan teknik RCM, taraf kemungkinan kegagalan dan keandalan sistem harus dipertimbangkan. Hal ini bisa digambarkan melalui pendekatan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). FMEA ialah metode penilaian resiko sistem, evaluasi dan analisis komponen sistem untuk mengurangi resiko atau dampak taraf kegagalan sebagai bantuan guna mengevaluasi kinerja sistem dan proses pengendalian yang dipakai ialah bobot RPN (*Risk Priority Number*) [9].

Penelitian berikut tujuannya guna menganalisis taraf kerusakan perangkat pada sistem yang berdampak pada *downtime* di *pulp dryer*. Penelitian ini juga mencakup perhitungan keandalan setiap komponen, penjadwalan perawatan, dan jenis perawatan yang tepat untuk komponen yang sering mengalami kerusakan, serta strategi untuk mengatasi *downtime* atau gangguan ketika menjalankan perbaikan.

Riset yang berkaitan dengan keandalan di *unit pulp dryer* meliputi riset perihal “pengendalian kualitas kayu kering pada mesin *kiln dryer* menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)”, masalah pada riset berikut adanya kecacatan dari hasil pengeringan *kiln dryer*.

Berdasarkan perhitungan RPN memaparkan bahwasanya dampak kegagalan yang sangat signifikan diakibatkan oleh faktor metodologis yang berdampak pada konfigurasi mesin yang salah dengan RPN 168 [10].

Satu diantara peneliti yang mempelajari penerapan metode RCM ialah Wresni Angraini yang penelitiannya difokuskan pada mesin press di PT. Pulau Sambu Kuala Enok. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *motor* memiliki nilai risiko paling rendah, yaitu 105, sedangkan *screw* memiliki nilai risiko paling tinggi, yaitu 560. Nilai-nilai risiko ini akan dijadikan pedoman dalam implementasi RCM untuk meningkatkan keandalan dan efektivitas pemeliharaan komponen mesin [11].

Penelitian yang di lakukan Nadia Ulfa untuk menghitung nilai RPN (*Risk Priority Number*) dari 4 komponen diantaranya *water system* (441), *hydraulic system* (324), *lubrication system* (160), *pneumatic system* (100) dan pada mesin *Hydraulic Lubrication Pneumatic* (HLP) di PT. Krakatau Steel perhitungan sesuai 3 indikator sebagaimana *occurrence*, *severity* serta *detection* pada sistem pendukung pada HCL yang berguna mendukung proses kerjanya. Nilai RPN tiap komponen dipakai guna mencari skor MTTR (*Mean Time To Repair*), nilai MTTR tertinggi yaitu pada instrumentasi pompa power water dengan nilai 1553 jam dan nilai MTTR terendah yaitu pada instrumentasi water descaler dengan nilai 950 jam [12].

Penelitian sebelumnya membahas “analisis keandalan komponen instrumentasi pada unit turbin PLTA menggunakan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*)”. Riset berikut menemukan bahwa kegagalan terjadi akibat suhu yang tinggi dari unit turbin, diantara 66°C hingga 68°C. Penyebabnya meliputi: clearance bantalan *guide bearing* (RPN 168), *heat exchanger* (RPN 42), sistem pelumasan (RPN 72), sistem air pendingin (RPN 36), serta sensor suhu (RPN 32). Keandalan unit turbin diukur sebesar 91%. RCM merekomendasikan perawatan kondisi atau tindakan preventif setiap 470 jam operasi untuk mencegah kegagalan [13].

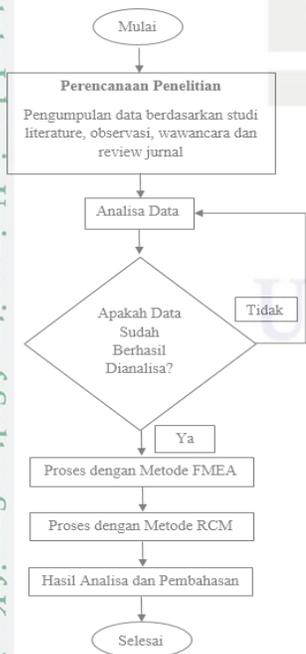


Menurut penulis, kajian terhadap permasalahan sebelumnya mengidentifikasi bahwa *downtime* adalah satu utama yang menjadi tantangan signifikan bagi perusahaan. *Downtime* ini berdampak buruk pada operasional perusahaan, mencakup aspek ekonomi, lingkungan, sistem, serta SDM. Sehingga, dibutuhkan metode yang efektif guna mengatasi masalah *downtime* ini, yaitu RCM. Bersumber latar belakang tersebut, penulis bermaksud untuk meneliti kebermanfaatan taraf keandalan sistem di PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* melalui penerapan metode RCM. Analisis dan evaluasi sistem di PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* bertujuan untuk menunjang perusahaan menetapkan jadwal pemeliharaan yang optimal untuk komponen *pulp dryer* yang sering mengalami *downtime*, guna meningkatkan efisiensi operasional.

METODE

1. Diagram Alur Penelitian

Untuk memastikan setiap tahapan penelitian dapat dipahami dengan jelas, peneliti menyajikan diagram alur riset. Diagram ini tujuannya guna mempresentasikan tahapan yang diambil selama proses riset. Diagram alur riset tersebut bisa diamati dalam Gambar 1.



Gambar 1. Flowcart Penelitian

Pada tahap awal penelitian, penulis mencari dan menetapkan perangkat instrumentasi yang terkait dengan *pulp dryer*. Setelahnya, peneliti menggambarkan fungsi tiap perangkat pada *pulp dryer*. Data dikumpulkan dari setiap sistem yang mengalami kegagalan, dengan fokus pada fungsi komponen (*function*), mode kegagalan (*failure mode*), dampak kegagalan (*failure effect*), dan kegagalan fungsi (*functional failure*). Dengan demikian, empat tahap awal dari tujuh pertanyaan pada penerapan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*) dilaksanakan guna menghimpun data sistem yang hendak dikaji. Setelah data terkumpul, peneliti menganalisis faktor-faktor penyebab kegagalan sistem menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) guna memperoleh bobot RPN (*Risk Priority Number*) menentukan perangkat yang paling kritis. Tahapan akhir ialah penerapan metode RCM guna menetapkan jadwal pemeliharaan yang maksimal.

2. Pengumpulan Data

Metode yang dipakai guna menghimpun data riset meliputi studi pendahuluan dengan meninjau artikel, jurnal, dan sumber-sumber terkait lainnya. Studi pendahuluan membantu peneliti memperoleh referensi mengenai teori dan metode yang berkaitan dengan permasalahan riset. Selain studi pendahuluan, penulis juga menjalankan interview dan pengamatan guna mengumpulkan data. Narasumber yang dipilih untuk *interview* ialah individu-individu yang memiliki keterlibatan langsung dengan topik penelitian.

3. Reliability Centered Maintenance (RCM)

RCM (*Reliability Centered Maintenance*) ialah sebuah metode guna memilih, mengembangkan, serta menciptakan strategi pemeliharaan alternatif berdasarkan kriteria ekonomi, operasional, serta keselamatan. RCM mempunyai 7 prinsip utama, yakni fokus pada fungsionalitas sistem, menjaga fungsionalitas sistem, mempertahankan keandalan fungsionalitas sistem, mengandalkan keandalan, mengartikan kegagalan, memprioritaskan keselamatan, serta memberi kejelasan hasil [13].

Tahapan pada proses RCM ialah meliputi:

a. Penentuan Sistem



paling tinggi. Bersumber analisis FMEA, skor RPN telah diperoleh untuk setiap komponen pada *pulp dryer*. Dalam analisis Pareto ini, skor RPN akan diposisikan dari yang memiliki risiko tertinggi sampai terendah.

Setelah bobot RPN diperoleh, langkah selanjutnya ialah membentuk diagram Pareto melalui perhitungan persentase kumulatif tiap komponennya. Tahapan berikut tujuannya guna menaekumulasi persentase keseluruhan dari seluruh komponen pada *pulp dryer*, sehingga komponen-komponen yang memerlukan perhatian prioritas berdasarkan tingkat risikonya dapat diidentifikasi. Perhitungan dijalankan dengan memakai rumus (2), yakni:

$$\text{Persentase total} = \frac{\text{Nilai RPN}}{\text{RPN Total}} \times 100\% \quad (2)$$

Memakai rumus sebelumnya, diagram pareto memudahkan penentuan prioritas kategori kejadian berdasarkan bobot kumulatifnya, sehingga mempermudah identifikasi kategori yang paling dominan.

e. Analisis Ketersediaan (*Availability*)

Analisis ketersediaan diperlukan guna memperoleh bobot ketersediaan. Analisis ini memungkinkan memperoleh nilai keandalan (t) melalui perhitungan MTTF (mean time to fail) dan MTTR (mean time to Repair). Guna mencari bobot MTTF dipakai rumus (3) dan (4) yakni:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Kegagalan}}{\text{Total Waktu Operasi (jam)}} \quad (3)$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{\lambda} \quad (4)$$

Dimana:
 λ = *Failure rate* (Laju Kegagalan)
 MTTF = Rata-rata Waktu Kegagalan

Guna memperoleh bobot MTTR, dipakai rumus (5) yakni:

$$\text{MTTR} = \frac{1}{\mu} = \frac{\text{Total lama perbaikan (jam)}}{\text{Jumlah Kerusakan}} \quad (5)$$

Sesudah memperoleh nilai MTTR dan MTTF sistem, nilai ketersediaan (*availability*) dihitung memakai rumus (6):

$$A = \frac{\text{MTTF}}{\text{MTTF} + \text{MTTR}} \quad (6)$$

Dimana:
 A = Ketersediaan (*availability*)

f. Penilaian Keandalan

Evaluasi keandalan tujuannya guna mengevaluasi kemampuan perangkat instrumentasi dalam mencapai kinerja yang sesuai dengan tujuan fungsionalnya, serta untuk menilai tingkat kegagalan komponen instrumentasi yang terdapat pada *unit pulp drayer*, dalam tahapan berikut dipakai persamaan (7) dan (8) meliputi:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (7)$$

$e = 2,718$

$$T \text{ rata-rata} = \frac{t \text{ Total Kegagalan (hari)}}{\text{Jumlah Kegagalan}} \quad (8)$$

Dimana:
 R(t) = Fungsi keandalan
 λ = Laju kegagalan sistem
 e = Eksponensial
 t = Waktu operasi dari perbaikan sampai kerusakan lagi

Rumus keandalan yang telah dijelaskan dipakai guna menilai sehandal apakah sebuah sistem saat mengoperasikan fungsinya tanpa merasakan kegagalan pada jangka waktu tertentu.

g. Jadwal Perawatan

Dalam tahap berikut, langkah yang diambil adalah menentukan tindakan perawatan, yang mencakup perbaikan dan penggantian komponen. Proses ini melibatkan penggunaan nilai MTTF dari setiap komponen, yang kemudian dihitung dengan membaginya dengan 24 jam untuk menetapkan frekuensi tindakan perawatan yang diperlukan. Penetapan perawatan ada dalam rumus (9) yakni:

$$\text{Jadwal perawatan} = \frac{\text{MTTF}}{24 \text{ jam}} \quad (9)$$

Hasil perhitungan tersebut yang hendak dijadikan jadwal perawatan tiap-tiap perangkat/komponen.



HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Failure Mode and Effect Analysis

Metode yang diterapkan dalam mengevaluasi desain sistem mengikuti analisis tingkat kegagalan, mengidentifikasi jenis komponen dari sistem yang mengalami kerusakan, serta menilai efek yang ditimbulkan kerusakan terkait [14]. Tiap komponen mempunyai bobot yang dipahami sebagai bobot RPN. Makin besar bobot RPN, makin tinggi risiko pada sistem instrumentasinya, dan sebaliknya [15]. Bobot RPN didapat dari hasil evaluasi Berikut, adalah hasil analisis FMEA dan perhitungan nilai RPN:

Tabel 1. Analisa Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Instrumentasi Pulp Dryer

No	Instrumentasi	SEV	OCC	DET	RPN
	Temperature Sensor	7	8	7	392
	Level Transmitter	8	5	7	280
	Press Transmitter	8	6	6	288
	On/Off Valve	7	6	5	210
	Solenoid Valve	7	6	6	252
	Consistency	7	5	7	245
	Flow Transmitter	6	7	6	252

Tabel 1 memuat nilai severity, occurrence, dan detection untuk setiap instrumen pada pulp dryer, dengan menggunakan rentang nilai dari 1 hingga 10 yang nilainya didapat dari hasil wawancara, kemudian nilai severity, occurrence, dan detection dikalikan untuk mendapatkan bobot RPN. Pada tabel 1 diketahui bobot RPN komponen instrumentasi temperature sensor (392), level transmitter (280), press transmitter (288), on/off valve (210), solenoid valve (252), consistency (245), dan flow transmitter (252).

2. Analisa Pareto

Analisa Pareto digunakan dengan tujuan mengamati risiko dan menentukan komponen pulp dryer yang memiliki tingkat kegagalan tertinggi. Hasil analisis FMEA memberikan bobot RPN bagi tiap-tiap perangkat pulp dryer. Dalam upaya mengidentifikasi risiko tertinggi di tiap

komponennya, bobot RPN diurutkan secara berurutan mulai yang paling tinggi ke yang paling rendah, bisa dicermati dalam Tabel 2:

Tabel 2. Nilai RPN Instrumentasi Pulp Dryer

No	Instrumentasi	RPN
1	Temperature Sensor	392
2	Press Transmitter	288
3	Level Transmitter	280
4	Flow Transmitter	252
5	Solenoid Valve	252
6	Consistency Transmitter	245
7	On/Off Valve	210
TOTAL		1919

Langkah berikutnya dalam membuat diagram Pareto ialah menghitung persentase kumulatif tiap komponen produk. Tujuannya ialah guna memahami persentase total seluruh peralatan di unit pulp dryer. Perhitungan dijalankan memakai rumus (2) dan hasilnya bisa dicermati dalam Tabel 3:

Tabel 3. Nilai Presentase Kumulatif Instrumentasi Pulp Dryer

N O	Komponen	RP N	RPN Total Kumulatif	Keseluruhan %	Kumulatif %
1	Temperature Sensor	392	392	20,42	20,42
2	Press Transmitter	288	680	15	35,45
3	Level Transmitter	280	960	14,59	50,01
4	Flow Transmitter	252	1.212	13,13	63,14
5	Solenoid Valve	252	1.464	13,13	76,27
6	Consistency Transmitter	245	1.709	12,76	89,03

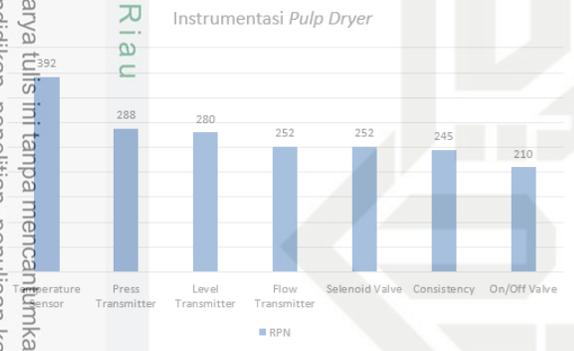


er

On/Off Valve	210	1.919	10,94	99,97
Temperature Sensor	191		100	

Tabel 2 memaparkan bahwasanya bobot persentase kumulatif terpengaruh oleh skor RPN pada perangkat. Makin tinggi skor RPN maka makin kecil persentase kumulatifnya. Data pada tabel 2 memaparkan bobot persentase kumulatif sebesar 20,42% untuk perangkat peralatan *temperature sensor*, sedangkan bobot maksimum senilai 99,97% untuk *on/off valve*.

Adapun diagram Pareto dari sistem terkait adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Pareto Instrumentasi Pulp Dryer

Gambar 2 memaparkan bobot RPN dan data persentase kumulatif instrumentasi. Melalui data tersebut bisa diketahui bahwasanya *temperature sensor* mempunyai resiko paling tinggi dengan skor RPN senilai 392 dan persentase kumulatifnya senilai 20,42%, sedangkan *on/off valve* mempunyai skor RPN senilai 210 dan persentase kumulatifnya senilai 99,97%. Sebuah komponen dengan nilai RPN yang rendah menunjukkan komponen yang lebih andal, sementara yang memiliki nilai tinggi menandakan keandalan komponen. Standar nilai RPN dalam metode FMEA adalah 200, nilai di atas 200 menunjukkan kebutuhan penanganan segera [15]. Diagram Pareto menunjang penulis menggambarkan dan memprioritaskan kelompok kejadian dengan mencermati akumulasi nilai, hingga memudahkan menetapkan bobot yang paling dominan [16].

3. Analisa Ketersediaan (Availability)

Analisis ketersediaan bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan operasional suatu komponen instrumen. Untuk mencapai hasil yang

akurat dari analisis ini, diperlukan dua parameter penting, yaitu *Mean Time To Failure (MTTF)* dan *Mean Time To Repair (MTTR)*. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan (4) dan (5). Hasil dari dua perhitungan tersebut disajikan pada tabel 4 dan tabel 5 berikut ini:

Tabel 4. Nilai *Mean Time To Failure (MTTF)* Instrumentasi Pulp Dryer

No	Instrumentasi	Kegagalan/5 tahun	MTTF (Jam)
1	Temperature Sensor	7	6055
2	Press Transmitter	5	8464
3	Level Transmitter	5	8451,99
4	Flow Transmitter	5	8463,59
5	Selenoid Valve	5	8451,19
6	Consistency Transmitter	6	7053,66
7	On/Off Valve	4	10580

Informasi mengenai jumlah kegagalan instrumentasi pada *pulp dryer* selama lima tahun terakhir diperoleh melalui wawancara dan observasi lapangan. Dari Tabel 4, dapat diamati bahwa *on/off valve* memiliki MTTF tertinggi, yang mengimplikasikan bahwa probabilitas kerusakan pada komponen ini cenderung lebih rendah daripada komponen lainnya pada *pulp dryer*.

Tabel 5. Nilai *Mean Time To Repair (MTTR)* Instrumentasi Pulp Dryer

No	Instrumentasi	Laju Perbaikan (Jam)	MTTR
1	Temperature Sensor	2	2 Jam
2	Press Transmitter	2	2 Jam
3	Level Transmitter	2	2 Jam
4	Flow Transmitter	2	2 Jam
5	Selenoid Valve	2	2 Jam
6	Consistency Transmitter	2	2 Jam
7	On/Off Valve	2	2 Jam

Data dalam Tabel 5 menunjukkan bahwa semua komponen instrumen di *pulp dryer* memiliki total waktu perbaikan selama 2 jam, yang telah ditetapkan sebagai standar oleh perusahaan.



Setelah mendapatkan hasil MTTF dan MTTR dari setiap komponen yang digunakan, langkah berikutnya adalah menggunakan persamaan (6) untuk menghitung nilai keandalan tiap komponen. Hasil perhitungan tersebut kemudian ditampilkan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 6. Analisa Ketersediaan Instrumentasi *Pulp Dryer*

Instrumentasi	Nilai MTTF	Nilai MTTR	Ketersediaan
Temperature Sensor	6055 Jam	2 Jam	99,99%
Press Transmitter	8464 Jam	2 Jam	99,99%
Level Transmitter	8451,9	2 Jam	99,99%
Flow Transmitter	8463,5	2 Jam	99,99%
Solenoid Valve	8451,1	2 Jam	99,99%
Consistency	7-53,66	2 Jam	99,99%
On/Off Valve	10580	2 Jam	99,99%

Informasi dalam Tabel 6 menunjukkan bahwa ketersediaan komponen instrumentasi pada *pulp dryer* mencapai 99,9%. Hal ini mengindikasikan bahwa komponen instrumentasi pada *pulp dryer* dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan pada waktu dan keadaan tertentu [17].

4. Penilaian Keandalan

Tahap evaluasi keandalan bertujuan untuk menilai kondisi dan tingkat kegagalan peralatan di *pulp dryer*. Dalam upaya menentukan keandalan individu dari setiap instrumen, langkah-langkah yang dilakukan mencakup penerapan persamaan (7) dan (8). Nilai keandalan instrumen *pulp dryer* disajikan pada tabel berikut:

Tabel 7. Nilai Keandalan Instrumentasi *Pulp Dryer*

No	Komponen	Nilai Keandalan
1	Temperature Sensor	0,386
2	Press Transmitter	0,411
3	Level Transmitter	0,418
4	Flow Transmitter	0,369

5	Solenoid Valve	0,454
6	Consistency	0,364
7	On/Off Valve	0,437

Data dalam Tabel 7 menunjukkan bahwa semua bagian memiliki tingkat keandalan di bawah 0,7. Sesuai dengan Standar Industri Indonesia (SII), ketika nilai keandalan rendah, ini mengindikasikan perlunya melakukan perawatan pada peralatan instrumen [18].

5. Jadwal Perawatan

Untuk menentukan jadwal perawatan, menggunakan persamaan (9). Penentuan perawatan tertera di bawah ini:

Tabel 8. Jadwal Perawatan Instrumentasi *Pulp Dryer*

No	Instrumentasi	MTTF (Jam)	Jadwal Perawatan
1	Temperature Sensor	6055	252 Hari
2	Press Transmitter	8464	352 Hari
3	Level Transmitter	8451,99	352 Hari
4	Flow Transmitter	8463,59	352 Hari
5	Solenoid Valve	8451,19	352 Hari
6	Consistency	7053,66	293 Hari
7	On/Off Valve	10580	440 Hari

Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap nilai *Mean Time to Failure* (MTTF) dari masing-masing komponen. Nilai MTTF ini kemudian dibagi dengan 24 jam untuk menghitung interval waktu yang tepat guna menentukan jadwal perawatan yang optimal bagi setiap komponen pada *pulp dryer*. Informasi pada tabel 8 menampilkan jadwal perawatan untuk setiap komponen dalam beberapa waktu sekali yang mana *temperature sensor* (252 hari), *press transmitter* (352 hari), *level transmitter* (352 hari), *flow transmitter* (352 hari), *solenoid valve* (352 hari), *consistency* (293 hari), dan *on/off valve* (440 hari).

PT. Indah Kiat *Pulp and Paper* Perawang khususnya pada *unit pulp dryer* saat ini masih menggunakan jenis perawatan *breakdown maintenance* dimana perawatan dilakukan setelah terjadinya kerusakan pada komponen instrumentasi yang dapat menghambat proses produksi. Dengan metode yang digunakan pada penelitian menampilkan jenis perawatan *preventive maintenance* terjadwal sebelum terjadinya kerusakan pada komponen instrumentasi yang mampu



meningkatkan efisiensi operasional khususnya pada unit *pulp dryer*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi, terdapat temuan bahwa nilai RPN instrumentasi tertinggi pada *pulp dryer* adalah *temperature sensor* sebesar 392 dan nilai RPN terendah adalah *on/off valve* sebesar 210. Nilai RPN yang tinggi pada penilaian ini menunjukkan adanya potensi risiko yang signifikan terkait dengan setiap instrumen, karena melampaui batas standar yang telah ditentukan, yaitu nilai lebih dari 200. Kondisi ini menuntut pengambilan tindakan perawatan yang tepat dan tepat waktu untuk mengurangi risiko kegagalan serta menjamin keberlangsungan fungsi sistem instrumentasi secara efisien. Oleh karena itu, pengembangan strategi perawatan yang proaktif menjadi penting untuk mitigasi risiko dan pemeliharaan keandalan instrumen dalam menjalankan fungsinya secara efektif.

Berdasarkan hasil evaluasi, terdapat temuan bahwa nilai keandalan instrumen tertinggi ada pada komponen *solenoid valve* sebesar 0,454, dan nilai keandalan instrumentasi terendah ada pada komponen *consistency* sebesar 0,364. Dengan setiap nilai keandalan instrumen di bawah batas standar yang ditetapkan oleh Standar Industri Indonesia (SII), yaitu kurang dari 0,7, tindakan perawatan ekstra diperlukan pada setiap instrumen. Hal ini penting untuk memastikan bahwa nilai keandalannya mencapai standar yang diinginkan. Sebabnya, keandalan instrumen sangat memengaruhi kinerja dan kehandalan sistem secara keseluruhan.

Setelah menelaah hasil analisis, kami merekomendasikan jadwal perawatan untuk setiap komponen dalam beberapa waktu sekali yang mana *temperature sensor* (252 hari), *press transmitter* (352 hari), *level transmitter* (352 hari), *flow transmitter* (352 hari), *solenoid valve* (352 hari), *consistency transmitter* (293 hari), dan *on/off valve* (440 hari). Perencanaan perawatan ini dibuat dengan mempertimbangkan evaluasi nilai keandalan serta berbagai faktor lain yang mempengaruhi kinerja dan umur pakai setiap instrumen. Dengan mengikuti jadwal perawatan yang telah direkomendasikan, diharapkan sistem instrumentasi tersebut dapat tetap tersedia dan berkinerja optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada semua yang telah memberikan panduan, masukan, kritik, dan dukungan selama proses penelitian ini. Berkat kerjasama mereka, penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] A. K. Paminto and R. S. Sitorus, "Kajian Peningkatan Efisiensi Energi di Industri Pulp dan Kertas," *Jurnal Energi dan Manufaktur*, vol. Vol. 13 No, pp. 1-4, 2020.
- [2] L. Rosmainar, "Analisis Bahan-Bahan Alternatif Pengolahan Dalam Pembuatan Kertas," *J. Inkofar*, vol. vol. 1, pp. 62-67, 2018.
- [3] ERIANSYAH and RIZKI, ANALISIS KINERJA INDUSTRI KERTAS (ISIC : 170) DI INDONESIA, PALEMBANG: UNIVERSITAS SRIWIJAYA, 2020.
- [4] BPS, "PDB Triwulan Atas Dasar Harga Berlaku Menurut Lapangan Usaha (Miliar Rupiah) 2014-2018," Badan Pusat Statistik, Jakarta, 2018.
- [5] L. N. Safitri, I. Kemala and Aslati, "Manajemen Krisis Public Relations PT. Indah Kiat Pulp and Paper TBK (IKPP) Perawang Terhadap Berkembangnya Isu Pencemaran Lingkungan," *Jurnal Riset Mahasiswa Dakwah dan Komunikasi*, vol. 1, pp. 1-8, 2019.
- [6] Barutu and D. R. E. Udi, Analisis Keandalan Instrumentasi Boiler Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Di PKS. Murni SAM-SAM, PEKANBARU: UIN SUSKA RIAU, 2021.
- [7] M. I. Pasaribu, D. A. A. Ritonga and A. Irwan, "Analisis Perawatan (Maintenance) Mesin Screw Press Di Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Di PT.XYZ," *JITEKH*, vol. 9, pp. 104-110, 2021.



- [8] R. M. Simanungkalit, Suliawati and T. Hernawati, "Analisis Penerapan Sistem Perawatan dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Cement Mill Type Tube Mill di PT Cemindo Milang Medan," *Jurnal Teknik*, p. 73, 2022.
- [9] R. M. Simanungkalit, Yaqin, Zamr and J. P. Siahaan, "Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 9, no. 3, pp. 189-200, 2020.
- [10] M. Abdurrahman, A. W. Rizqi and M. Ufriyanto, "Pengendalian Kualitas Kayu Kering pada Mesin Kiln Dryer untuk Mengurangi Produk Cacat dengan Metode Seven Tools dan Failure Mode Effect Analysis," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 8, pp. 7065-7077, 2023.
- [11] W. Anggraini, M. Fachri, M. Yola and Harpito, "Reliability Centered Maintenance pada Komponen Kritis Mesin Press," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 6, 2020.
- [12] N. Ulfa, J. Alhilman and Nopendri, "USULAN KEBIJAKAN PERAWATAN OPTIMAL PADA HYDRAULIC LUBRICATION PNEUMATIC (HLP) SYSTEM DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DAN RISK BASED MAINTENANCE (RBM) DI PT KRAKATAU STEEL (PERSERO), TBK," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 4, p. 2591, 2017.
- [13] T. I. Oesman, E. W. Asih and F. H. Akbar, "Analisa Kegagalan Turnine Guide Bearing Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)," *Jurnal Rekavasi*, vol. 5, p. 25, 2017.
- [14] H. Wibowo, A. Sidiq and Ariyanto, "PENJADWALAN PERAWATAN KOMPONEN KRITIS DENGAN PENDEKATAN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) PADA

PERUSAHAAN KARET," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 6, pp. 79-87, 2018.

- [15] T. J. Wibowo, T. S. Hidayatullah and A. Nalhad, "Analisa Perawatan pada Mesin Bubut dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM)," *Jurnal Rekayasa Industri*, vol. 3, 2021.
- [16] M. Rinoza, Junaidi and F. A. Kurniawan, "ANALISA RPN (RISK PRIORITY NUMBER) TERHADAP KEANDALAN KOMPONEN MESIN KOMPRESOR DOUBLE SCREW MENGGUNAKAN METODE FMEA DI PABRIK SEMEN PT. XYZ," *Jurnal Buletin Utama Teknik*, vol. 17, 2021.
- [17] F. P. Pradana, Analisis Keandalan Instrumentasi Continuous Digester Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Di Pulp Making 8 PT. Indah Kiat Pulp And Paper Perawang Riau, PEKANBARU: UIN SUSKA, 2021.
- [18] A. D. S, E. Nursanti and T. Priyasmanu, "PERENCANAAN JADWAL PEMELIHARAAN MESIN CANE CARRIER DAN IMC DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II (RCM II) PADA PG KEBON AGUNG," *Jurnal Valtech*, vol. 5, 2022.

Surat Keterangan Artikel Diterima

Nomor: 016/A-01.01/UAI/V/2024

Jakarta, 30 Mei 2024

Yth. 1. Angga Syukma Permana

2. Jufrizel

3. Aulia Ullah

4. Dian Mursyitah

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Assalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh

Jurnal AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI, bersama ini menyampaikan bahwa artikel saudara, yang berjudul;

Analisa Keandalan Instrumentasi Pada Pulp Dryer Unit Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. Indah Kiat Pulp and Paper Perawang

Telah melalui proses review mitra bestari dan editor, Artikel tersebut dinyatakan **DITERIMA** untuk dipublikasikan di Jurnal AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI, Vol. 9, No 3, September 2024.

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dapat dimanfaatkan dengan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh

Chief Editor



Prof. Dr. Dewi Elfidasari, S.Si., M. Si,