



# Mengurangi *Downtime* Mesin Conveyor di *Assembly Line* Bodi Kendaraan dengan Metode *Quality Control Circle*

Rinaldi<sup>1✉</sup>, Aria Indratama<sup>2</sup>, Raynaldi Yudha Prasetya<sup>2</sup>, Yani Koerniawan<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup>Program Studi Tata Operasi Perakitan Kendaraan Roda 4, Akademi Komunitas Toyota Indonesia, Karawang, Indonesia

<sup>(2)</sup>Program Studi Teknik Pemeliharaan Mesin Otomasi, Akademi Komunitas Toyota Indonesia, Karawang, Indonesia

DOI: [10.31004/jutin.v8i2.44354](https://doi.org/10.31004/jutin.v8i2.44354)

✉ Corresponding author:  
[[Rinaldi@akti.ac.id](mailto:Rinaldi@akti.ac.id)]

Article Info	Abstrak
<p><b>Kata kunci:</b> <i>Quality Control Circle;</i> <i>Maintenance;</i> <i>Breakdown Conveyor;</i></p>	<p>Pengoprasian mesin <i>conveyor</i> sebagai salah satu alat produksi manufaktur tidak menutup adanya resiko permasalahan <i>line stop</i> yang berdampak pada efisiensi menurun disebabkan oleh mesin atau robot eror dan berhenti. Penelitian ini akan membahas improvement untuk mengatasi downtime mesin <i>conveyor</i> yang banyak digunakan pada PT XYS menggunakan <i>Quality Control Circle metode problem solving</i>. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa disebabkan mesin yang mengalami eror yang diakibatkan suhu <i>controller</i> melebihi standar. Hal ini berlanjut pada kerusakan <i>power</i> tegangan <i>output</i> yang tidak stabil. Sebagai penanggulangan dilakukan pemasangan <i>coller fan</i> / kipas pendingin yang dapat menurunkan suhu <i>controller</i> sehingga <i>downtime</i> menurun dari rata-rata 1468 menit menjadi 476 menit dalam satu bulan yang ditindaklanjuti dengan perubahan SOP dan <i>checksheet preventive maintenance</i>.</p>
<p><b>Keywords:</b> <i>Quality Control Circle;</i> <i>Maintenance;</i> <i>Breakdown Conveyor;</i></p>	<p><b>Abstract</b> <i>The operation of conveyor machines as one of the manufacturing production tools inevitably carries the risk of line stop issues, which negatively impact efficiency due to machine or robot errors and halts. This study discusses improvements to reduce downtime of conveyor machines widely used at PT XYS by applying the Problem Solving - Quality Control Circle (QCC) method. The results indicate that machine errors were primarily caused by the controller's temperature exceeding standard limits, leading to damage in the output power voltage due to instability. As a countermeasure, a cooling fan was installed to lower the controller temperature. This effort successfully reduced the average monthly downtime from 1,468 minutes to 476 minutes. The improvement was further supported by updates to the Standard Operating Procedure (SOP) and the implementation of a preventive maintenance checksheet.</i></p>

## 1. PENDAHULUAN

Persaingan dunia industri mengharuskan setiap perusahaan manufaktur untuk *meng-upgrade* sistem dan teknologi yang ada di perusahaan masing-masing guna memenangkan persaingan dari kompetitor lain (Faricha, A. I., Praharsi, Y., & Rachman, F., 2023). Umumnya perusahaan manufaktur memiliki berbagai macam mesin untuk membuat produknya, seperti: *conveyor*, mesin *casting*, mesin *stamping*, mesin *machining*, robot (*welding*, *painting*, *assembly*, *leak test*, *engine performance test*, dan lain sebagainya (Kurnain, A., Maslina, M., & Ramdan, M., 2023). Dalam pengoperasiannya tidak menutup adanya resiko permasalahan *line stop* yang berdampak pada penurunan efisiensi yang disebabkan oleh mesin atau robot eror dan berhenti (Dermawan, 2022). Kejadian berhentinya mesin atau robot yang tidak sesuai rencana ketika produksi atau *breakdown* dapat menyebabkan kerugian (Purnomo, Affandi, & Rahmatullah, 2021). Apabila kejadian tersebut tidak dikendalikan dapat menyebabkan penurunan kualitas hasil produksi, kerusakan pada mesin, peningkatan biaya perawatan mesin dan mengganggu proses produksi yang lainnya (Walujo, Koesdijati, & Utomo, 2020).

Tentu kejadian *breakdown* ataupun *downtime* terjadi di beberapa perusahaan manufaktur lainnya. Contoh-contoh kasus dan penanganan yang dilakukan pada penelitian lainnya pernah dilakukan pengurangan *downtime* menggunakan pendekatan *lean maintenance* yang menerapkan *equipment effectiveness* untuk meninjau *equipment effectiveness* diketahui bahwa *downtime* disebabkan oleh pemborosan gerakan yang diakibatkan material, manpower, method, dan *equipment* yang saling mempengaruhi pada aktivitas perawatan yang dilakukan (Prakoso & Mahbubah, 2024). Dalam penelitian lainnya, diketahui bahwa *downtime* disebabkan kerusakan mesin yang eror dan diatasi dengan menerapkan langkah *Quality Control Circle* untuk mengurangi dampak *downtime* dan *safety*. Berdasarkan penelitian tersebut penerapan QCC dapat mengembalikan *downtime* sesuai standar yaitu 46,5 menit menjadi 6,6 menit setiap bulan (Rosyidi, et al., 2023).

Penelitian ini dilakukan untuk pengendalian *breakdown* yang terjadi di PT XYZ yang dianalisa menggunakan tahapan *Quality Control Circle*. *Quality Control Circle* dengan menerapkan metode *problem solving* diterapkan untuk mengetahui efisiensi waktu operasional mesin *conveyor* dari membandingkan perencanaan *downtime* terhadap aktual yang terjadi di lapangan. Efisiensi mesin *conveyor* yang paling nampak adalah membandingkan *planned downtime* terhadap *actual downtime* di lapangan yang melebihi standar. Artinya mesin *conveyor* pada waktu tertentu tidak beroperasi sehingga proses produksi terganggu. Berdasarkan masalah tersebut lebih lanjut akan menganalisa akar masalah dan penanganan yang akan diimplementasikan beserta tidak lanjutnya melalui perawatan mesin. Perawatan yang dilakukan akan disesuaikan dengan cara merancang, mengatur, menangani, dan memeriksa pekerjaan untuk menjamin fungsi dari mesin selama waktu operasi (*uptime*) (Siregar & Munthe, 2019).

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan selama 10 bulan di PT XYZ bagian perakitan bodi dengan menganalisis operasional mesin *conveyor* dan tindak lanjutnya ketika terjadi *downtime* menggunakan metode QCC. Sebagai analisis kondisi lapangan, penelitian dilakukan dengan membandingkan perhitungan waktu rencana dan *aktual downtime* mesin *conveyor*, berdasarkan perbedaan tersebut membandingkan temperatur *controller* dan *downtime* sebelum dan sesudah implementasi perbaikan.

Sumber data sebagai bahan analisa masalah perlu dikumpulkan menggunakan alat bantu agar dapat menemukan akar masalah dari suatu tema yang ditentukan (Gandara, 2020). Peralatan yang digunakan dalam pengambilan data diantaranya *Instruction Manual Book* mesin IMCK sebagai sumber data sekunder, termotreseter yaitu alat untuk menggambarkan suhu dari komponen mesin, Memori Hicorder yaitu alat untuk merekam bentuk gelombang berdasarkan perubahan tegangan listrik seiring perubahan waktu.

Metode *Quality Control Circle* sebagai salah satu metode untuk Pengendalian kualitas pada perusahaan dapat dilakukan dengan teknik atau tahapan yang berbeda-beda bergantung pada keadaan sumberdaya yang dimiliki perusahaan (Kusuma, Fadhli Syadzali, and Fahriza Nurul Azizah, 2024). Untuk memperoleh hasil pengendalian kualitas yang efektif, maka pengendalian terhadap kualitas suatu produk dapat dilaksanakan dengan menggunakan teknik-teknik pengendalian kualitas, karena tidak semua hasil produksi akan sesuai dengan standar yang telah ditentukan (Rosyidi, 2024). Mesin, tenaga kerja dan fasilitas lainnya yang dipakai dalam proses produksi harus juga diawasi sesuai dengan standar kebutuhan. Apabila terjadi penyimpangan, harus segera dilakukan koreksi agar produk yang dihasilkan memenuhi standar yang direncanakan (Rosyidi, 2024). Langkah-langkah *Quality Control Circle* yang diimplementasikan sebagai berikut (Charantimath, 2011):

1. Menemukan masalah / Tema: tahap awal dalam analisa masalah analisa sebagai langkah awal ini dilakukan untuk membandingkan keadaan aktual terhadap ekspektasi. Hal ini sangat diperlukan untuk menentukan pokok bahasan yang akan di perbaiki.
2. Menentukan Target : Target yang dimaksud adalah menentukan indikator yang dapat menjadi patokan bahwa masalah / tema sudah diselesaikan. Target yang ditetapkan sebaiknya bersifat SMART (*Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound*).
3. Melakukan Analisa Kondisi yang Ada: pada tahap ini dapat dilakukan menggunakan alat pengendalian mutu yang divisualisasikan sehingga mudah untuk proses analisa sebab akibat. Terdapat 7 alat yang biasa disebut *seven quality control tools* yang dapat dipergunakan dalam pengendalian kualitas yaitu Lembar Periksa (*Check sheet*), Grafik, Pemisahan Masalah (Stratifikasi), Peta Kendali, Diagram Pencar, Diagram Pareto, Diagram Sebab – Akibat. Tools yang dipilih digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan kualitas, pemecahan masalah, dan perbaikan proses.
4. Melakukan Analisa Sebab Akibat: proses ini dapat dilakukan dengan menganalisa hubungan antar data yang dikumpulkan di lapangan.
5. Merencanakan Penanggulangan: proses perencanaan dengan menyusun penanggulangan akar masalah yang telah dipilih untuk ditindaklanjuti dalam proses QCC
6. Melaksanakan Penanggulangan
7. Memeriksa (Evaluasi) Hasil Penanggulangan: proses ini dilakukan pengecekan data di lapangan setelah perbaikan dilaksanakan. Pada tahap ini data yang diperoleh akan dibandingkan dengan data sebelum dilakukan perbaikan sehingga diketahui dampaknya.
8. Standarisasi dan rencana tindak lanjut : proses ini adalah membakukan proses yang dijalankan setelah dilakukan setelah perbaikan. dalam gugus kendali mutu adalah menentukan masalah berikutnya yaitu dengan cara mengidentifikasi masalah baru yang akan dipecahkan QCC pada siklus berikutnya yang tujuannya adalah menjaga kesinambungan perbaikan di perusahaan.

Proses QCC dilakukan secara terus menerus untuk melakukan perbaikan. Sebuah masalah tidak akan begitu saja selesai dan dianggap mungkin memunculkan masalah baru ketika melakukan perbaikan. Sehingga organisasi seharusnya melakukan perbaikan terus menerus.

Penelitian ini proses QCC dilakukan untuk menganalisa langkah pemeliharaan mesin *conveyor*. Pemeliharaan merupakan rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menjaga sistem peralatan agar bekerja dengan baik (Render, 2001) (Narang, 2001). Pekerjaan tentu dilakukan secara berurutan sehingga sesuai dengan standar fungsional dan kualitas (Stevenson, 2015). Perawatan/ pemeliharaan adalah suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan keadaan awalnya. *Maintenance* atau pemeliharaan juga dilakukan untuk menjaga agar peralatan tetap berada dalam kondisi yang dapat diterima oleh penggunaannya. Aktivitas ini diperlukan supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. *Maintenance* atau Perawatan dapat dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah:

*Breakdown Maintenance* (Perawatan saat terjadi Kerusakan) adalah perawatan yang dilakukan pada mesin atau robot ketika sudah terjadi kerusakan. Kerusakan yang terjadi biasanya ditandai dengan mesin yang tidak beroperasi seperti normal atau planning penggunaan mesin bahkan pada kondisi yang parah akan menyebabkan mesin tidak mati.

1. *Preventive Maintenance* (Perawatan Pencegahan) adalah jenis Maintenance yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada mesin selama operasi berlangsung. Contoh Preventive maintenance adalah melakukan penjadwalan untuk pengecekan (*inspection*) dan pembersihan (*cleaning*) atau pergantian suku cadang secara rutin dan berkala. Pada implementasi preventive maintenancenya terbagi menjadi dua Periodic Maintenance (Perawatan berkala) dan Predictive Maintenance (Perawatan Prediktif).
2. *Corrective Maintenance* (Perawatan Korektif) adalah Perawatan yang dilakukan dengan cara mengidentifikasi penyebab kerusakan dan kemudian memperbaikinya sehingga Mesin atau peralatan Produksi dapat beroperasi normal kembali.

Mesin yang banyak digunakan PT XYZ bagian perakitan (*assembly*) adalah *conveyor*. *Conveyor* adalah alat untuk mempermudah perpindahan barang atau benda kerja dari satu tempat ke tempat yang lain (Sutisna, 2021). Terdapat beberapa macam conveyor yang terbagi berdasarkan bentuk haluannya, seperti *roller conveyor*, *belt*

*conveyor*, dan lain sebagainya. Kapasitas dari *conveyor* ini beragam mulai dari benda yang kecil hingga besar (Sutisna, 2021). Untuk itu mesin *conveyor* banyak dipilih sebagai alat angkut bahan-bahan industri yang padat. *Conveyor* banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. Dalam kondisi tertentu, *Conveyor* banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut.

*Conveyor* yang digunakan pada PT XYZ adalah *Conveyor IMCK (Indonesia Machinery Conveyor)*. Berdasarkan *Instruction Manual Book* terdapat bagian-bagian Mesin *IMCK* diantaranya *guide puller* motor pada mesin sebagai alat untuk memproses pergerakan *belt/sabuk*. Bagian lainnya adalah *controller* yang merupakan bagian utama dari sistem mesin, dan berfungsi seperti otak manusia. Bagian ini berfungsi menjalankan program, menerima dan mengolah setiap informasi dari bagian input, dan mengirim dan mengendalikan pada bagian *output*, seperti motor, *actuator*, indikasi lampu, audio, dan sebagainya. pada motor sebagai media untuk melakukan penggeseran benda. Sebagai *Contoller* pada mesin *conveyor* dilengkapi dengan program *alarm AC Cut Power Off (ACF)* kondisi dimana terputusnya tegangan AC, termasuk kegagalan daya sesaat atau turunnya tegangan pada sumber daya. Apabila tegangan yang masuk melebihi atau kurang dari standar yaitu 200V, maka akan terjadi ketidakstabilan tegangan. Hal ini memungkinkan terjadi *breakdown* atau mesin berhenti ketika terjadi kondisi tegangan turun yang berdampak pada *downtime* hingga mesin dapat dikondisikan normal dan sesuai standar untuk operasional.

### 3. RESULT AND DISCUSSION

Berdasarkan delapan tahapan QCC yang diimplementasikan dalam penelitian ini, terkumpul hasil sebagai berikut:

#### 1. Tahap Penentuan tema

Tema yang dianalisa dalam penelitian ini adalah operasional *conveyor* dalam proses produksi di line *assembly* karena sebagian proses perakitan menggunakan *conveyor*. Peneliti mengambil data primer dengan mendata *downtime* yang terjadi setiap hari kemudian dikalkulasikan selama satu bulan dengan menghasilkan data pada Tabel 1.

**Tabel 1 Perhitungan Rata-Rata Downtime setiap bulan sebelum perbaikan**

No	Bulan	Downtime aktual (menit)	Downtime planned (menit)
1.	September	1700	500
2.	Oktober	1170	500
3.	November	1080	500
4.	Desember	1210	500
5.	Januari	2180	500
Rata-rata		1468	500

Berdasarkan data yang diperoleh selama 5 bulan, diketahui bahwa setiap bulan *downtime* mesin *conveyor* melebihi standar. Rata-rata *downtime* yaitu 1468 menit dibandingkan dengan standar yaitu 500 menit. Hal ini berarti terjadi kesenjangan *downtime* 968 menit yang harus dianalisa penyebab terjadinya. Sehingga masalah tersebut dapat diatasi dengan penerapan perawatan mesin. Berdasarkan data yang diperoleh selama 3 bulan, diketahui bahwa setiap bulan *downtime* mesin *conveyor* melebihi standar.

#### 2. Penetapan Target

Untuk memenuhi efisiensi kerja yang sudah ditetapkan perusahaan maka operasional mesin *conveyor* harus sesuai dengan standar *downtime* yaitu 500 menit setiap bulan.

#### 3. Melakukan Analisa Kondisi yang Ada

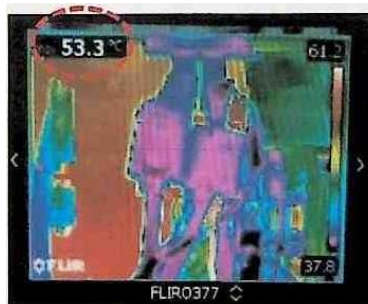
**Tabel 2 Tabel Analisa 4M**

Item	Hasil analisa	Judgement
<i>Man</i>	Skill Operator sesuai dengan persyaratan pengoprasian <i>conveyor</i> . Temperatur mesin terlalu tinggi yaitu 53° dibandingkan standar normal ketika beroperasi 40.°	OK
<i>Machine</i>	Terjadi kerusakan pada komponen <i>power supply</i> , sehingga mempengaruhi <i>power</i> tegangan <i>output</i> , gelombang pada <i>servo amplifier controller</i> IAI tidak stabil. Keadaan tersebut terkadang menyebabkan turunnya daya tegangan sesaat dari tegangan	NOK

	normal 200V menjadi 100V.	
<i>Method</i>	Terdapat SOP yang dipatuhi operator dalam pengoprasian mesin <i>conveyor</i> .	OK
<i>Material</i>	Listrik dalam menjalamkan <i>coveyor</i> memenuhi.	OK
<i>Environment</i>	Tidak ada korelasi.	OK



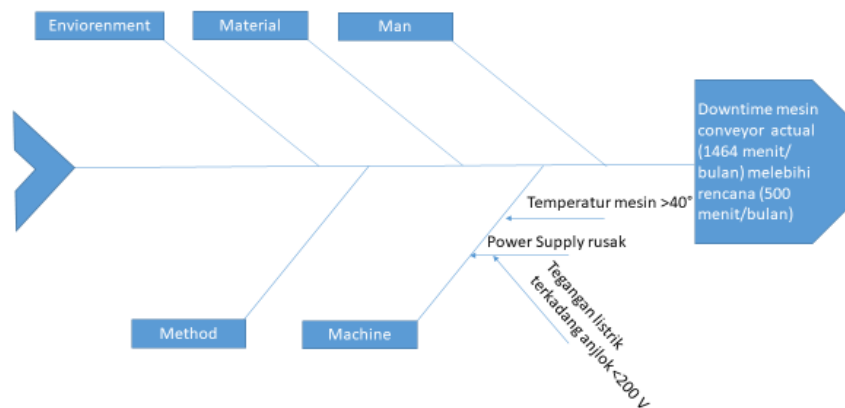
**Gambar 1** Keadaan panel controller IMCK



**Gambar 2** Hasil pengukuran Suhu mesin ketika breakdown menggunakan Termptrester



**Gambar 3** Hasil pengukuran gelombang tegangan pada servo menggunakan Memori Hicorder



**Gambar 4** Diagram *Fishbone Rootcause Analisis Downtime PT XYX*

#### 4. Melakukan Analisa Sebab Akibat

Setelah dilakukan observasi terhadap mesin IMCK berdasarkan paparan, ditemukan diketahui bahwa temperatur *controller* yang terlalu tinggi berdampak kerusakan pada komponen *power supply*, sehingga mempengaruhi power tegangan *output* pada *controller*. Tegangan *output* menjadi tidak stabil. Keadaan tersebut terkadang menyebabkan turunnya daya tegangan sesaat, maka terjadilah alarm ACF.

#### 5. Merencanakan Penanggulangan

Masalah utama yang terjadi berupa temperatur yang tinggi melebihi standar diupayakan untuk kembali normal dengan penanggulangan pemasangan kipas / *cooling fan* pada mesin sehingga sehingga suhu didalam lebih stabil dan tidak melebihi standar

#### 6. Melaksanakan Penanggulangan

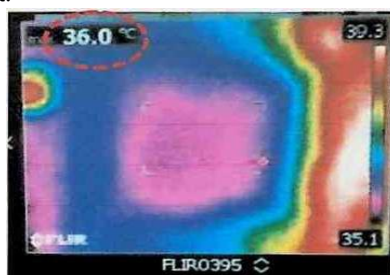
Pemasangan kipas/ *fan* pada *controller* mesin *conveyor* dilakukan. Berikut tampak *fan* pada panel



**Gambar 5 Nampak Controller Conveyor Sebelum dan Sesudah Dilakukan Pemasangan Fan**

7. Memeriksa (Evaluasi) Hasil Penanggulangan

Setelah dilakukan perubahan pada mesin *conveyor*, kemudian dilakukan evaluasi yang membandingkan temperatur suhu sebelum dan sesudah pemasangan fan. Hasil dari pengecekan suhu ketika *downtime* menunjukan hasil sebagai berikut:



**Gambar 6 Hasil pengukuran Suhu mesin setelah perbaikan ketika breakdown menggunakan Termptrester**

**Tabel 7 Perhitungan Rata-Rata Downtime setiap bulan Setelah perbaikan**

No	Bulan	Downtime aktual (menit)	Downtime planned (menit)
6.	Februari	480	500
7.	Maret	500	500
8.	April	400	500
9.	Mei	520	500
10.	Juni	480	500

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa setelah pemasangan *coller fan* suhu pada servo lebih terkendali dan berdampak pada *downtime* yang menurun yaitu selama 480-520 menit dalam satu bulan.

8. Standarisasi

Karena dilakukannya perbaikan, maka ada item *preventive maintenance* yang perlu ditambahkan pada *master ledger* yang digunakan sebagai standar operasional kerja di lapangan guna melakukan perawatan terhadap item perbaikan agar tetap terjaga konsistensi peforma mesin setelah perbaikan. *Preventive Maintenance terhadap collerfan* menjadi salah satu item wajib dengan cara pembersihan dan penggantian filter setiap 3 bulan sekali.

Implementasi SOP yang baru sebelumnya disosialisasikan kepada operator dan *engineering* yang bertanggungjawab dalam satu waktu. Sosialisasi SOP juga diikuti dengan pengawasan selama 3 bulan sehingga item cek *preventive maintenance* pada mesin *conveyor* tidak ada yang terlewatkan.

9. Rencana Berikutnya

Kegiatan keberlanjutan dalam analisa masalah tidak dapat berhenti ketika suatu maslaah diselesaikan. Didasari pada sebab akibat dapat diketahui bahwa setiap perubahan dapat memunculkan perubahan bahkan memungkinkan muncul masalah baru. Penambahan fan dapat juga berdampak pada peningkatan biaya produksi melalui pembelian barang, penambahan proses *maintenance*, penambahan kebutuhan daya yang dapat dilakukan peninjauan lebih lanjut untuk dampak secara menyeluruh ke efisiansi dan produktifitas kerja.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dijalankan dapat diketahui bahwa masalah adanya *downtime* pada pengoperasian mesin conveyor disebabkan mesin yang mengalami eror yang diakibatkan suhu *controller* melebihi standar. Hal ini berlanjut pada kerusakan *power* tegangan *output* yang tidak stabil. Sebagai penanggulangan dilakukan pemasangan *collerfan* yang dapat menurunkan suhu *controller* sehingga *downtime* menurun dari 1486 menit menjadi 476 menit dalam satu bulan. Hal ini sesuai dengan standar yaitu dibawah 500 menit downtime setiap bulan.

#### 5. ACKNOWLEDGMENTS (Optional)

Kegiatan keberlanjutan dalam analisa masalah tidak dapat berhenti ketika suatu maslaah diselesaikan. Didasari pada sebab akibat dapat diketahui bahwa setiap perubahan dapat memunculkan perubahan bahkan memungkinkan muncul masalah baru. Penambahan fan dapat juga berdampak pada peningkatan biaya produksi melalui pembelian barang, penambahan proses *maintenance*, penambahan kebutuhan daya yang dapat dilakukan peninjauan lebih lanjut untuk dampak secara menyeluruh ke efisiansi dan produktifitas kerja.

#### 6. REFERENSI

- Charantimath, Poorinma M. 2011. *Total Quality Management*. India: Dorling KIndersley .
- Dermawan, A. R., & Iriani, Y. 2022. *Analysis of Forging Machine Effectiveness Using Overall Equipment Effectiveness (OEE)*.
- Faricha, A. I., Praharsi, Y., & Rachman, F. 2023. *Manajemen Perbaikan Kualitas dengan Metode DMAIC pada Proses Machining Produk VS. Maritiment Business Managemen*.
- Gandara, G. S., & Hasibuan, S. 2020. "Analisis Penerapan SNI ISO 9001:2015 Melalui Jumlah Ketidaksesuaian Produk, Proses dan Pelayanan pada PT. X." *Jurnal Standardisas* 171-188.
- Kurnain, A., Maslina, M., & Ramdan, M. 2023. "Penyebab Rendahnya Nilai Internal Control pada Proyek X PT XYZ 2023 di Kota Balikpapan." *Jurnal Ners* 7 (1): 484- 488.
- Kusuma, Fadhli Syadzali, and Fahriza Nurul Azizah. 2024. "Perbaikan conveyor sortir cullet menggunakan metode quality control circle (QCC) pada PT XYZ." *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri* 5 (1): 169-183.
- Narang, M.S Sehwarat dan J.S. 2001. *production management*. Delhi: Dhonpat Rai &coLtd.
- Prakoso, Aditya Hendi, and Nina Aini Mahbubah. 2024. "Penanganan Pengurangan Jumlah Downtime Berlebih dari Unit ABC 1 dengan Pendekatan Lean Maintenance pada PT XYZ." *Sigma Teknika* 255-268.
- Purnomo, Joko, Naufa Affandi, and Asep Rahmatullah. 2021. "Analisis Perawatan Motor Konveyor mesin X-Ray dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Mainrenance (RCM) pada PT Tristan Engineering." *Jurnal Taguchi* 1 (2): 134-270.
- Render, Jay Heizer dan Barry. 2001. *operatiaoins management*. Jakarta: salemba empat.
- Rosyidi, khafizh, Yovi Kurniawan, M Ghofar, Dwi Cahyo S, Amang Fathurrohman, and Nur Hamidah. 2023. "Downtime Rejection Monitoring dengan Metode Problem Solving Group pada Mesin Checkmat PT. Tirta Investama Plant Pandaan." *Journal of Industrial System Engineering* 63-72.
- Rosyidi, Edward. 2024. "Perbaikan Unit Hydrocyclone Menggunakan Metode 8 Steps Untuk Mengurangi Losses Kernel Pt Karya Tanah Subur." 5 (1).
- Siregar, Ninny, and Sirmas Munthe. 2019. "Analisa Perawatan Mesin Digester dengan Metode Reliability Centered Maintenance pada PTPN II Pagar Merbau." *JIME ( Journal of Industrial and Manufacture Engineering)* 3 (2).
- Stevenson, William J. 2015. *OperationManagement (twelve)*. United States: McGrawiHil.
- Sutisna, Nanang Ali. 2021. "Perhitungan Konveyor Sabuk Untuk Mengangkut Material Sandblasting Sebagai Pengganti Konveyor Uilir." *Jurnal ROTASI* 23 (2): 10-21.
- Walujo, D.A., T. Koesdijati, and Y Utomo. 2020. *Pengendalian Kualitas*. Surabaya: Scopindo Media Pustaka.