



Analisis Efektivitas Pemanfaatan Mesin Bubut Magnum Tech CW62100B Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Root Conflict Analysis* (RCA+)

Nada Ambarwati¹, Devy Setiorini Sa'adiyah², Faishal Arham Pratikno^{3*} Muqimuddin⁴

^{1,2,4} Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

³ Program Studi Teknik Logistik, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

*Corresponding author: faishal.arham@lecturer.itk.ac.id

ARTICLE INFORMATION

Received : 27 Juni 2024

Revised : 18 September 2024

Accepted : 22 September 2024

Available online : 30 September 2024

KATA KUNCI

Mesin Bubut
Overall Equipment Effectiveness
Root Conflict Analysis
Kontradiksi

ABSTRAK

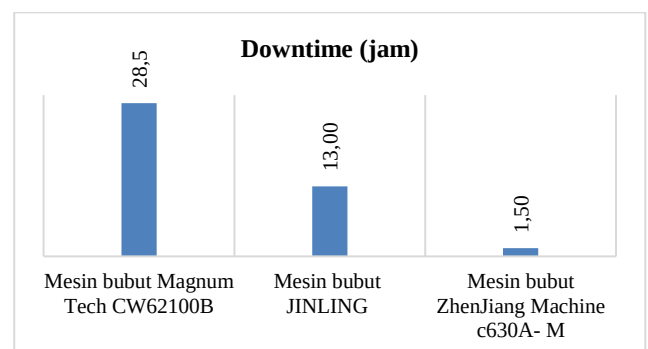
Mesin bubut Magnum Tech CW62100B merupakan mesin bubut yang digunakan oleh PT XYZ dalam menjalankan proses produksinya. Berdasarkan perhitungan, mesin bubut jenis ini memiliki *downtime* selama 28,5 jam dan tergolong *downtime* paling tinggi dari mesin bubut jenis lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai *availability*, *performance ratio*, *rate of quality products* serta nilai OEE pada mesin Magnum Tech CW62100B di PT.XYZ dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan untuk mengetahui akar – akar penyebab masalah ketidakefektifan dan kontradiksi dari mesin Magnum Tech CW62100B di PT. XYZ dengan *Root Conflit Analysis* (RCA+). Hasil penelitian ditemukan bahwa OEE pada mesin bubut masih dibawah standar global yaitu sebesar 75% dan analisis penyebab masalah ketidakefektifan mesin bubut dengan metode RCA+ ditemukan 6 akar masalah yang memiliki dampak positif dan negatif atau kontradiksi yaitu pemutaran *top slide* terlalu cepat, penguncian *chuck* terlalu kencang, pemakanan terlalu tebal, *cross slide* terus menyala, pemakaian jangka panjang pada mesin bubut, dan *briefing* sebelum bekerja terlalu lama.

I. PENDAHULUAN

PT. XYZ memiliki 6 mesin bubut dalam kegiatan produksinya yaitu mesin bubut Magnum Tech CW62100B, mesin bubut JINLING, mesin bubut Zhenjiang Machine C630A- M, dan 3 mesin bubut menziken M20P namun dari 6 mesin bubut yang dimiliki hanya 3 mesin bubut yang paling sering digunakan yaitu mesin bubut Magnum Tech CW62100B, mesin bubut JINLING dan mesin bubut Zhenjiang Machine C630A- M.

Pada saat dilakukan observasi pada 11 September hingga 11 Oktober 2023 ditemukan *downtime* pada mesin bubut Magnum Tech CW62100B selama 28,5 jam, pada mesin bubut JINLING selama 13 jam, dan pada mesin bubut

Zhenjiang Machine C630A- M selama 1,5 jam. Berikut adalah data waktu kerusakan mesin bubut mesin bubut Magnum Tech CW62100B, mesin bubut JINLING, mesin bubut Zhenjiang Machine C630A- M periode bulan 11 September hingga 11 Oktober 2023 hasil observasi di PT. XYZ.



Gambar 1. Grafik Perbandingan downtime

Gambar 1 merupakan hasil observasi periode 11 September hingga 11 Oktober 2023 ditemukan masing – masing mesin bubut memiliki *downtime* sebesar 28,5 jam pada mesin bubut Magnum Tech CW62100B, 13 jam pada mesin bubut JINLING, dan 1,5 jam pada mesin bubut Zhenjiang Machine C630A- M. berdasarkan nilai *downtime* ditemukan mesin bubut Magnum Tech CW62100B memiliki nilai *downtime* yang paling tinggi karena terdapat kerusakan berupa motor eretan terbakar, penggantian gear eretan, kopling lengket, pendorong kopling aus, dan penggantian gear rompal sehingga kegiatan produksi tidak optimal.

Masalah *downtime* dapat diatasi dengan metode *Six Big Losses*, *Reliability Centered Maintenance* (RCM), dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) [1]–[3]. Mengukur efektivitas mesin *filling* menggunakan *Six Big Losses*, menemukan bahwa *reduced speed losses* (37,88%) dan *setup adjustment* (22,4%) adalah faktor utama [1]. Meneliti kerusakan mesin xray akibat kurangnya perawatan berkala dengan RCM, dan menunjukkan bahwa perbaikan mengurangi *downtime* sebesar 39%, dengan MTBF mencapai 2412 jam [2]. menganalisis efektivitas mesin debarker menggunakan OEE, menemukan bahwa *performance rate*, *quality rate*, dan OEE mesin debarker adalah 60%, di bawah standar *world class* yaitu 85% [3].

Metode yang dapat mengatasi masalah pada *downtime* yang terjadi pada mesin bubut Magnum Tech CW62100B di PT. XYZ maka dapat disimpulkan bahwa permasalahan dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) karena OEE adalah metrik kinerja yang mengukur efisiensi penggunaan mesin atau sistem produksi selama waktu produksi serta evaluasi kinerja sistem dan proses produksi secara keseluruhan dengan mempertimbangkan kegagalan, waktu berhenti, dan efisiensi produksi[4]. Sehingga dengan menggunakan OEE dapat membantu untuk mengetahui apakah peralatan bekerja secara efektif dan efisien, serta dapat meningkatkan efisiensi produksi dengan mengurangi waktu *downtime* dan meningkatkan waktu produksi yang sebenarnya [5].

OEE hanya menampilkan nilai keefektifan mesin tanpa menunjukkan penyebab masalah

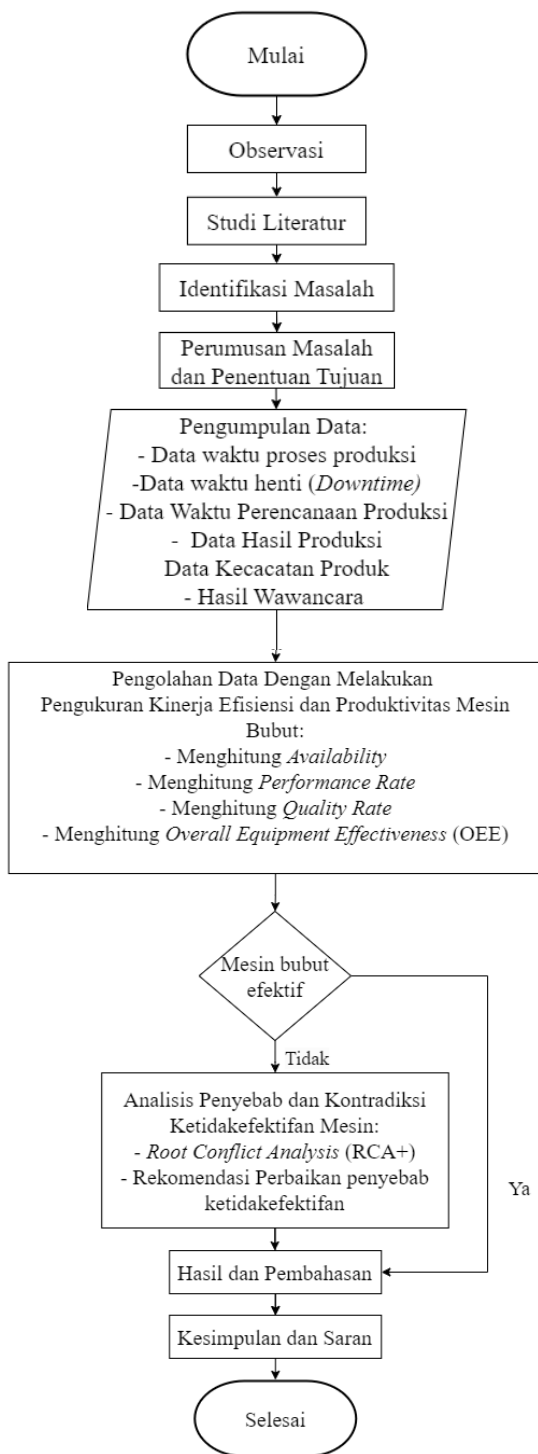
tingginya *downtime*. Untuk mengetahui akar penyebab masalah, dapat digunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), *Root Cause Analysis* (RCA), dan *Root Conflict Analysis* (RCA+) [6]–[8]. Dengan menggunakan FTA mengidentifikasi kerusakan distribusi listrik disebabkan oleh kerusakan pada tiang listrik, penangkal petir, kabel, konektor relay, isolator, trafo, saklar NT-F, serta PMT dan PMS [6]. RCA menemukan kerusakan disebabkan oleh kerak yang mengurangi transfer panas dan menyebabkan pemanasan setempat [7]. RCA+ menemukan penyebab kegagalan proses pengeboran adalah temperatur alat potong, *thrust force*, dan *drill burr* [8].

Metode yang dapat digunakan untuk menentukan akar masalah pada ketidakefektifan mesin bubut Magnum Tech CW62100B di PT. XYZ dapat disimpulkan bahwa akar permasalahan dari ketidakefektifan dapat dicari dengan metode *Root Conflict Analysis* (RCA+) karena dapat menemukan kontradiksi yang kompleks. RCA+ adalah metode baru dengan membuat akar penyebab masalah digambarkan seperti pohon dengan simpul (*nodes*) yang memberikan dampak positif dan negatif serta akibatnya. RCA+ memiliki 4 tipe dari diagram sebab akibat yaitu, negatif (-), positif (+), kombinasi negatif dan positif (-+) dan tidak dapat dirubah (--) [9]. Dalam menentukan akar penyebab masalah dapat dilakukan dengan menggunakan metode RCA+ karena dengan metode ini dapat menemukan akar masalah serta berfokus pada kontradiksi terkait yang kompleks.

II. METODE

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan untuk penelitian yaitu dengan mengambil data berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan. Dengan mengumpulkan waktu proses produksi, data waktu henti (*downtime*), data waktu perencanaan produksi, data waktu hasil produksi serta data kecacatan produk yang digunakan sebagai data perhitungan dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Hasil wawancara kepada teknisi mesin bubut untuk menemukan kontradiksi yang ada. Pengamatan dilakukan selama 10 hari mulai 11 januari - 23 januari 2024 di PT.XYZ pada produk *repair cylinder* sedang.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 2. penelitian diawali dengan melakukan studi literatur mencari referensi seperti penelitian terdahulu, artikel, jurnal, dan buku sebagai dasar pengambilan data dan acuan penyelesaian masalah penelitian. Observasi dilakukan untuk memahami proses pembubutan. Masalah diidentifikasi dari data historis perbaikan mesin bubut yang menunjukkan nilai *availability* yang belum memenuhi standar. Pengamatan

dilakukan selama 10 hari kerja untuk mengumpulkan data yang relevan. Perumusan masalah dan tujuan penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai *availability*, *performance rate*, *Quality rate*, serta OEE mesin Magnum Tech CW62100B, dan mengidentifikasi akar penyebab ketidakefektifan mesin tersebut. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara, mencakup waktu proses produksi, *downtime*, waktu perencanaan produksi, hasil produksi, dan kecacatan produk. Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) digunakan untuk mengukur kinerja mesin dengan standar global 85%. Jika OEE di bawah 85%, analisis penyebab ketidakefektifan dilakukan menggunakan *Root Conflict Analysis* (RCA+), dengan data wawancara dari teknisi dan operator mesin. Hasil analisis ini akan memberikan rekomendasi perbaikan. Kesimpulan penelitian mencakup tujuan penelitian dan masukan untuk perusahaan serta manfaat bagi penelitian selanjutnya.

2. Teknik Analisis Data

- a. Pengukuran Kinerja Efisiensi dan Produktivitas Mesin Bubut: Pengukuran kinerja efisiensi dan produktivitas mesin bubut yaitu dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dengan melakukan perhitungan *Availability*, *Performance Rate*, *Quality Rate* dengan standar dunia masing-masing yaitu 90%, 95%, dan 99%. Target ideal untuk efektivitas keseluruhan peralatan (*Overall Equipment Effectiveness*) adalah 85% ($0.90 \times 0.95 \times 0.99 \times 100\%$), yang diakui sebagai standar kelas dunia dan menjadi tolok ukur bagi kemampuan manufaktur yang umumnya harus dicapai [10]. Dapat dilakukan perhitungan OEE sehingga akan didapatkan output berupa hasil tingkat keefektifitasan mesin apakah mesin telah memenuhi standar sehingga layak digunakan atau tidak. Jika hasil OEE yang ditemukan tidak memenuhi atau berada di bawah standar global yaitu 85% maka akan dilakukan analisis penyebab ketidakefektifan mesin bubut dengan menggunakan *Root Conflict Analysis* (RCA+).
- b. Analisis Penyebab dan Kontradiksi Ketidakefektifan Mesin: Pada Identifikasi penyebab dan kontradiksi keefektifan mesin bubut akan dilakukan dengan menggunakan *Root conflict Analysis* (RCA+) digunakan

untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah dan kontradiksi yang dapat mempengaruhi kinerja mesin bubut sehingga menyebabkan ketidak efektifitasan penggunaan mesin bubut. Pada proses ini membutuhkan pengumpulan data berupa hasil wawancara dengan teknisi dan operator mesin bubut yang telah bekerja selama setahun. Pada penentuan kontradiksi atau efek positif dan negatif ditentukan berdasarkan pengaruh terhadap ke efektifan mesin bubut. Kemudian akar penyebab masalah akan diberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil diskusi dengan operator dan teknisi mesin bubut di PT. XYZ

III HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Availability rate

Perhitungan *availability rate* mengukur ketersediaan mesin dalam produksi dengan membandingkan waktu operasi aktual dengan waktu rencana produksi. Nilai *availability* dihitung dengan menentukan *loading time*, *downtime*, dan *operating time* [11]. Contoh perhitungan dan rekapitulasi hasil disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Availability Rate* Mesin Bubut Magnum Tech CW62100B

Hari Ke-	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Operating Time (menit)	Availability Rate
1	452	60	392	86,73%
2	465	60	405	87,10%
3	480	0	480	100,00%
4	471	0	471	100,00%
5	472	0	472	100,00%
6	459	0	459	100,00%
7	482	0	482	100,00%
8	480	540	0	0,00%
9	463	0	463	100,00%
10	480	408	72	15,00%
Rata-Rata				78,88%

Berdasarkan Tabel 1 perhitungan, rata-rata *availability rate* mesin bubut Magnum Tech CW62100B selama 10 hari adalah 78,88%. Nilai ini di bawah standar 90%, yang menandakan proses produksi terganggu oleh *downtime*. *Downtime* tinggi terjadi pada hari kedelapan karena kerusakan eretan melintang akibat gearbox jim, yang disebabkan oleh gear aus, dudukan gear tidak sempurna, oli kotor, dan kesalahan pengoperasian. Pada hari kesepuluh, *downtime* tinggi disebabkan oleh braket gearbox patah akibat pemakanan terlalu tebal. *Downtime* pada

kedua hari ini mengakibatkan nilai *availability* belum mencapai standar global 90%.

2. Performance Rate

Perhitungan *performance rate* mengukur apakah mesin berjalan dengan kecepatan maksimal, membandingkan kecepatan produksi aktual dengan waktu rencana produksi [12]. Penentuan nilai *performance rate* dimulai dengan menghitung *operating time*, *output unit*, dan *ideal cycle time*[10]. Contoh perhitungan dan hasil rekapitulasi *performance rate* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. *Performance Rate* Mesin Bubut Magnum Tech CW62100B

Hari Ke-	Loading Time (menit)	Output (unit)	Standar cycle time (menit)	Performance Rate
1	452	3	127,61	84,69%
2	465	2	198,05	85,19%
3	480	1	480	100,00%
4	471	2	235,50	100,00%
5	472	1	472	100,00%
6	459	2	229,50	100,00%
7	482	1	482	100,00%
8	480	0	0	0,00%
9	463	1	463	100,00%
10	480	0	0	0,00%
Rata- Rata				76,99%

Tabel 2 menunjukkan rata-rata *performance rate* mesin bubut Magnum Tech CW62100B selama 10 hari adalah 79,55%. Standar global adalah 95%, yang menunjukkan proses berjalan dengan kecepatan maksimal sesuai *ideal cycle time* dan jumlah output. Nilai *performance rate* yang rendah dipengaruhi oleh kerusakan mesin yang menyebabkan *downtime* tinggi, menghambat produksi dan mengurangi output. Selain itu, output produk kurang juga disebabkan oleh *briefing* yang terlalu lama, keterlambatan barang masuk, dan proses pengelasan produk yang lama karena kurangnya welder.

3. Quality Rate

Perhitungan *quality rate* mengukur apakah unit yang diproduksi oleh mesin bubut memenuhi standar kualitas dengan membandingkan unit yang memenuhi standar dengan total unit yang diproduksi [13]. Contoh perhitungan dan hasil rekapitulasi *quality rate* disajikan pada Tabel.3.

Tabel 3. *Quality Rate* Mesin Bubut Magnum Tech CW62100B

Hari Ke-	Input (unit)	Defect (unit)	Quality rate
1	3	0	100,00%
2	2	0	100,00%
3	1	0	100,00%
4	2	0	100,00%
5	1	0	100,00%

Hari Ke-	Input (unit)	Defect (unit)	Quality rate
6	2	0	100,00%
7	1	0	100,00%
8	0	0	0,00%
9	1	0	100,00%
10	0	0	0%
Rata - Rata			80,00%

Tabel 3 menunjukkan rata-rata *quality rate* mesin bubut Magnum Tech CW62100B selama 10 hari adalah 80%, di bawah standar 99%. Standar 99% berarti produksi tidak menghasilkan produk cacat. Rendahnya *quality rate* disebabkan oleh rendahnya output produk karena *performance rate* rendah, yang diakibatkan oleh *briefing* terlalu lama, keterlambatan barang masuk, dan proses pengelasan produk yang lama karena kekurangan welder.

4. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Perhitungan OEE digunakan untuk mengukur efektivitas mesin bubut dalam produksi selama periode tertentu [14]. Pengukuran OEE dimulai dengan menentukan *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate* [15]. Contoh perhitungan dan hasil rekapitulasi OEE disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. OEE Mesin Bubut Magnum Tech CW62100B

Hari Ke-	Availability Rate	Performance Rate	Quality rate	OEE
1	86,73%	84,69%	100,00%	73%
2	87,10%	85,19%	100,00%	74%
3	100,00%	100,00%	100,00%	100%
4	100,00%	100,00%	100,00%	100%
5	100,00%	100,00%	100,00%	100%
6	100,00%	100,00%	100,00%	100%
7	100,00%	100,00%	100,00%	100%
8	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
9	100,00%	100,00%	100,00%	100%
10	15,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Rata - Rata	78,88%	76,99%	80,00%	75%

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan rata-rata OEE mesin bubut Magnum Tech CW62100B selama 10 hari adalah 75%. Standar OEE ideal adalah 85%, yang merupakan tolok ukur kelas dunia. Nilai OEE 75% masih di bawah standar global dan belum produktif, disebabkan oleh rendahnya *availability rate* dan *performance rate*. *Downtime* tinggi pada hari kedelapan dan kesepuluh menghambat produksi. Untuk meningkatkan OEE, perbaikan perlu difokuskan pada *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*.

5. Root Conflict Analysis (RCA+)

Gambar 2 merupakan diagram *Root Conflict Analysis* (RCA+) yang dilakukan dari atas kebawah untuk menemukan penyebab dari permasalahan mesin bubut yang tidak efektif [8]. Hasil analisis ditemukan 12 akar penyebab permasalahan yang menyebabkan OEE mesin bubut diawah standar global. Akar penyebab permasalahan dengan diagram RCA+ ditemukan 6 penyebab permasalahan yang tidak dapat diubah atau tidak memiliki kontradiksi, yaitu, ukuran *chuck* tidak pas dengan benda kerja, pemindahan daya dan putaran untuk mengatur kecepatan sebelum diteruskan ke *spindle*, tidak ada barang masuk, barang yang di *repair* besar, operator tidak menjalankan mesin sesuai SOP, dan welder pada perusahaan sedikit. Penyebab permasalahan yang memiliki kontradiksi atau yang menghasilkan efek positif akan menghentikan eksplorasi lebih lanjut pada rantai penyebab berikutnya. Jika satu penyebab menghasilkan lebih dari satu efek positif, hanya efek yang paling signifikan yang akan ditampilkan [9]. Kontradiksi dari penyebab permasalahan yang menyebabkan OEE mesin bubut diawah standar global yaitu:

1. Pemutaran *top slide* terlalu cepat dapat menyebabkan *toolpost* menabrak *chuck* namun dapat meminimalkan waktu setup.
2. Penguncian *chuck* terlalu kencang dapat menyebabkan *bracket* patah namun dapat meningkatkan produktivitas.
3. Pemakanan terlalu tebal menjadi penyebab *chuck* patah namun dengan penguncian yang kencang benda kerja tidak mudah goyang.
4. *Cross slide* terus menyala dapat menyebabkan jim pada *gearbox* tetapi dapat meminimalkan waktu setup.
5. Pemakaian jangka panjang pada mesin bubut dapat menyebabkan gear aus dan dudukan gear tidak sempurna namun dapat meminimalkan *cost* pembelian mesin bubut.
6. *Briefing* sebelum kerja terlalu lama menyebabkan jumlah output produk kurang namun dengan adanya *briefing* pekerjaan yang dikerjakan dapat berjalan sesuai dengan rencana. Rekomendasi perbaikan akan dicari rekomendasi berdasarkan 6 kontradiksi yang telah ditemukan.



Rata-rata OEE mesin bubut Magnum Tech CW62100B selama 10 hari adalah 75%, di bawah standar global 85%, sehingga tergolong masih tidak efektif. Ketidakefektifan ini dianalisis menggunakan RCA+ dan ditemukan enam akar masalah tanpa kontradiksi (ukuran *chuck* tidak pas, pemindahan daya, tidak ada barang masuk, barang *repair* besar, operator tidak sesuai SOP, dan kekurangan *welder*) dan enam akar masalah dengan kontradiksi (pemutaran *top slide* cepat, penguncian *chuck* kencang, pemakanan tebal, *cross slide* menyala terus, penggunaan mesin jangka panjang, dan *briefing* lama).

- [1] F. M. Taufik, G. N. Puri, M. Meidina, and R. M. Zidan, "Analisa Pengukuran Efektivitas Mesin Pada Proses Filling Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) & Six Big Losses Di Pt Sanbe Farma Bandung," *J. Ilm. Stat. dan Ekon.*, vol. 3, no. 1, pp. 28–37, 2023.
- [2] A. R. Joko Purnomo, Naufal Affandi, "ANALISIS PENERAPAN PERAWATAN MOTOR KONVEYOR MESIN XRAY DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE(RCM) PADA PT. TRISTAN ENGINEERING," *J. Taguchi*, vol. 1, no. 2, pp. 134–270, 2021.
- [3] E. Tammya and D. Herwanto, "Analisis Efektivitas Mesin Debarker Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PT. XYZ Kuningan, Jawa Barat," *J. Sains, Teknol. dan Ind.*,

- [4] O. Suseno and A. Prasetya Aji, "Analisis Produktivitas Mesin Pembuatan Asap Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Pada Pt Merapi Medika Solusindo," *JCI J. Cakrawala Ilm.*, vol. 1, no. 6, pp. 1609–1624, 2022, [Online]. Available: <http://bajangjournal.com/index.php/JCI>
- [5] F. N. Ramadhan, E. Budiasih, and A. Pamoso, "EVALUASI EFEKTIVITAS PEMANFAATAN MESIN CNC HURCO DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN OVERALL RESOURCE EFFECTIVENESS (ORE) EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF UTILIZING HURCO CNC MACHINE WITH OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) A," vol. 8, no. 5, pp. 7048–7057, 2021.
- [6] E. Febriyanti, A. Suhadi, and L. N. Sari, "IMPLEMENTATION OF ROOT CAUSE ANALYSIS METHOD TO INVESTIGATE FAILURE OF FRONT WALL TUBE BOILER PENERAPAN METODA ROOT CAUSE ANALYSIS UNTUK MENGINVESTIGASI," no. April, pp. 243–250, 2020.
- [7] A. Hariadi, I. Termawut, and A. Hafid, "Analisis Resiko Kegagalan Jaringan Distribusi PLN Menggunakan Metode Fault Tree Analysis," *IJESPG J.*, vol. 1, no. 3, pp. 254–267, 2023, [Online]. Available: <http://ijespgjournal.org>
- [8] F. A. Pratikno, M. I. Zamzani, and N. O. Setiowati, "G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan Application of Root Conflict Analysis (RCA +) to Identify Contradiction," vol. 7, no. 2, pp. 722–729, 2023.
- [9] V. Souchkov, "Application of Root Conflict Analysis (RCA plus) to formulate inventive problems in the maritime industry," *Sci. Journals Marit. Univ. Szczecin-Zeszyty Nauk. Akad. Morskiej W Szczecinie*.

- vol. 51, no. 123, pp. 9–17, 2017, doi: 10.17402/225.
- [10] C.-B. Yang, *THE APPLICATION OF OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) AS A MEASURE FOR IMPROVING PRODUCTIVITY AND EFFICIENCY IN A TYPICAL FACTORY ENVIRONMENT*. 1995.
- [11] B. Aprina, “ANALISA OVERALL RESOURCE EFFECTIVENESS UNTUK MENINGKATKAN DAYA SAING DAN OPERATIONAL EXCELLENCE Pasar konstruksi dan sektor bahan bangunan Indonesia telah berkembang secara signifikan , didorong oleh pesatnya,” *JITMI (Jurnal Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 2, 2019.
- [12] A. Suwarno, A. Rusdi Widya, K. A. Winelda, and F. Marhaban, “PELITA INDUSTRI Meningkatkan Nilai OEE Mesin Cutting Pada Line 6 Finishing Dengan Metode RCA di PT. XYZ,” *Pelita Ind. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–18, 2021.
- [13] and A. A. T. A. Wisnubroto, “UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED),” *Ind. Eng. Online J.*, vol. 4, 2016.
- [14] H. Suliantoro, N. Susanto, H. Prastawa, I. Sihombing, and A. Mustikasari, “Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Fault Tree Analysis (Fta) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng,” *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 12, no. 2, p. 105, 2017, doi: 10.14710/jati.12.2.105-118.
- [15] H. Hartono and L. Hadi, “Peningkatan Produktivitas Mesin Adroit S-90 Dengan Pendekatan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Produksi Tissue (Studi Kasus di PT. Etica Sari Pratama Tangerang),” *J. Ind. Manuf.*, vol. 7, no. 1, p. 21, 2022, doi: 10.31000/jim.v7i1.5964.