

Analisis Produktivitas Unit Produksi dengan Metode *Objective Matrix* dan *Root Cause Analysis*

Productivity Analysis of Production Units using Objective Matrix and Root Cause Analysis Methods

¹Ayyasy Nugroho*, ²Enny Aryanny

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur

^{1,2}Jl. Rungkut Madya No. 1, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294, Indonesia

*e-mail: ayyasyn25@gmail.com, enny.ti@upnjatim.ac.id

(received: 3 February 2025, revised: 8 February 2025, accepted: 9 February 2025)

Abstrak

PT XYZ adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri pengolahan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). Selama beberapa tahun terakhir perusahaan mengalami kendala fluktuasi produksi secara signifikan dari target yang telah ditetapkan. Masalah ini menyebabkan tingkat produktivitas menurun dari tahun-ketahun. Untuk mengatasinya, penelitian ini menerapkan metode *Objective Matrix* (OMAX) untuk menganalisis kinerja faktor yang menjadi ukuran perhitungan produktivitas LPG dari bulan Oktober 2023 hingga September 2024. Hasil perhitungan OMAX menunjukkan fluktuasi dengan pencapaian tertinggi terjadi pada bulan Agustus 2024 dengan nilai 961,8 dan terendah pada bulan Februari 2024 dengan nilai 173. Analisis RCA dilakukan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari penurunan produktivitas, didapati 3 kriteria yaitu bahan baku (rasio 1), jam kerja mesin (rasio 3), dan jam mesin menganggur (rasio 4) yang memiliki dampak terbesar terhadap penurunan produktivitas yang disebabkan oleh ketidakstabilan pasokan *Feed Gas*, banyaknya kontaminasi yang berdampak pada kualitas *Feed Gas*, *downtime* mesin, dan kurangnya pengawasan serta pelatihan karyawan. Sebagai langkah untuk meningkatkan produktivitas LPG di masa mendatang, penelitian ini merekomendasikan usulan pengembangan eksplorasi dan ekstraksi sumber gas, peningkatan sistem pemantauan kualitas bahan baku, perencanaan pemeliharaan dan *maintenance* yang lebih terstruktur, serta pelatihan intensif untuk pekerja.

Kata kunci: *liquefied petroleum gas*, *objective matrix*, produktivitas, *root cause analysis*

Abstract

PT XYZ is a company engaged in the liquefied petroleum gas (LPG) processing industry. In recent years, the company has faced significant fluctuations in production, deviating from its established targets. This issue has led to a decline in productivity over time. To address this, the study applies the *Objective Matrix* (OMAX) method to analyze key performance factors measuring LPG productivity from October 2023 to September 2024. The OMAX calculations reveal fluctuations, with the highest achievement recorded in August 2024 at 961.8 and the lowest in February 2024 at 173. Root Cause Analysis (RCA) was conducted to identify the primary causes of productivity decline, uncovering three critical factors: raw materials (Ratio 1), machine operating hours (Ratio 3), and idle machine hours (Ratio 4). These factors significantly contributed to reduced productivity due to unstable feed gas supply, high contamination levels affecting feed gas quality, machine downtime, and insufficient supervision and employee training. To enhance LPG productivity in the future, this study recommends several improvement strategies, including the development of gas exploration and extraction, strengthening raw material quality monitoring systems, implementing a more structured maintenance and repair plan, and providing intensive training programs for workers.

Keywords: *liquefied petroleum gas*, *objective matrix*, productivity, *root cause analysis*

1 Pendahuluan

Industri minyak dan gas bumi (migas) memainkan peran yang sangat penting dalam perekonomian Indonesia, terutama dalam penyediaan energi yang dibutuhkan oleh masyarakat [1]. Salah satu sektor yang krusial dalam industri ini adalah bahan bakar gas, yang digunakan secara luas sebagai sumber energi alternatif dan sangat dibutuhkan untuk berbagai keperluan, mulai dari bidang industri, komersial, hingga kebutuhan rumah tangga [2]. Peningkatan kebutuhan akan suatu produk dapat dinilai dari kinerja sistem industri secara keseluruhan dalam jangka waktu panjang. Kinerja sistem industri dapat dievaluasi melalui pengukuran produktivitas terhadap pemanfaatan sumber daya (*input*) dalam menghasilkan suatu produk atau jasa yang diinginkan (*output*) [3]. Produktivitas adalah alat manajemen untuk menganalisis segala kegiatan yang berjalan di perusahaan agar bernilai efektif dan efisien [4]. Pengelolaan dan pengukuran produktivitas yang baik dapat meningkatkan efisiensi sumber daya yang digunakan menjadi lebih baik lagi.

PT XYZ adalah salah satu perusahaan yang memiliki peran strategis dalam produksi dan menjaga stabilitas pasokan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) di Indonesia. Namun dalam produksinya selama beberapa tahun terakhir, perusahaan menghadapi tantangan serius terkait penurunan produktivitas akibat fluktuasi produksi yang signifikan dari target yang telah ditetapkan. Pada periode Oktober 2023 sampai September 2024 jumlah target Perusahaan adalah 125 Ton LPG per harinya, namun rata-rata yang dapat diproduksi hanya sebesar 105,94 Ton LPG sehingga didapat penyimpangan hasil produksi sebesar 15% atau penurunan sekitar 10-20 Ton setiap bulannya. Penurunan ini dapat diatribusikan terhadap berbagai faktor, termasuk kualitas bahan baku yang tidak konsisten, efisiensi tenaga kerja, dan kondisi mesin yang tidak optimal. Sehingga diperlukan suatu analisis komprehensif terhadap pengukuran produktivitas agar peningkatan produktivitas dapat terkendali dan sesuai dengan target perusahaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab penurunan produktivitas dan merumuskan solusi peningkatan kinerja unit produksi LPG menggunakan metode OMAX dan RCA. Metode OMAX adalah suatu sistem pengukuran parsial untuk mengevaluasi tingkat produktivitas di tiap bagian dengan kriteria yang sesuai dengan keberadaan bagian tersebut secara satu-persatu [5]. Sehingga dengan OMAX semua faktor yang mempengaruhi akan dihitung dan diukur indeks produktivitasnya (IP) [6]. Pengukuran produktivitas dengan metode OMAX juga melibatkan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam mendukung keputusan dengan menguraikan kriteria dan pembobotan setiap rasio [7]. Sementara RCA, digunakan untuk membuat prioritas penyelesaian masalah dan identifikasi penyebab utama dari masalah yang terjadi, sehingga perbaikan dapat diusulkan untuk mengurangi kesalahan maupun kerugian di masa yang akan datang [8] [9]. Dengan penerapan kedua metode ini, diharapkan dapat ditemukan strategi efektif untuk perusahaan dalam meningkatkan produktivitas di masa mendatang dan mencapai target kinerja yang diinginkan.

2 Tinjauan Literatur

Analisis produktivitas penting untuk dilakukan oleh setiap *unit* ekonomi atau badan usaha untuk meningkatkan keuntungan, meningkatkan efisiensi pada proses yang tidak efisien, perubahan *output* yang dihasilkan atau adanya perubahan *input* yang digunakan, dan penurunan profitabilitas [4]. Penelitian [10] PT. IGP Internasional Bantul melakukan pengukuran produktivitas menggunakan metode OMAX Dan Pendekatan RCA terhadap fluktuasi produksi *custom* barbie yang belum mencapai target produksi yang ditetapkan. Penurunan indeks produksi terendah adalah -35% disebabkan oleh dua masalah utama yang ditemukan yaitu kurangnya pelatihan untuk operator dan pemeliharaan mesin yang tidak memadai. Faktor lain seperti kelelahan, kebisingan, penumpukan produksi, dan penggunaan material yang tidak sesuai juga berkontribusi terhadap masalah produktivitas. Sehingga diusulkan perbaikan yang dapat dilakukan terkait pelatihan sumber daya manusia dan melakukan *maintenance* mesin secara berkala.

Penelitian kedua [11] membahas tentang penurunan hasil servis tabung gas pada PT Petrogas Prima Services yang bergerak di bidang jasa perbaikan dan perawatan tabung gas LPG 3kg. Penurunan terjadi pada tahun 2021 sebesar 13,6 % dengan hasil yang diperoleh sebesar 933.089, sedangkan target *planning* yang harus dipenuhi dalam satu tahun yaitu 1.060.328 tabung gas LPG 3Kg. Dilakukan pengukuran produktivitas dengan menggunakan metode *Objective Matrix* (OMAX) terhadap kriteria efisiensi waktu kerja, efisiensi pemakaian energi, efektivitas produksi, efektivitas produk cacat, dan efektivitas *output* dan *input*, untuk mengetahui apa dan bagaimana penyebab

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

kurangnya hasil servis tabung gas yang menurun. Diperoleh hasil perhitungan diketahui nilai terendah pada rasio 3 yaitu efektivitas tenaga kerja dengan nilai skor 46 dengan rata-rata 3,38. Penelitian ketiga [12] membahas perusahaan pengolahan coklat dengan biji kakao olahan yang berkepentingan untuk meningkatkan produktivitas agar dapat bersaing di pasar. Namun, kepentingan tersebut berbanding terbalik dengan fakta di lapangan karena muncul permasalahan pada produktivitas parsial karyawan pada tahun 2021. Rekomendasi yang diberikan untuk meningkatkan produktivitas mencakup implementasi lembar cek penimbangan material, penambahan jumlah *shift* untuk mengurangi lembur, perbaikan urutan proses produksi, pengurangan pencucian mesin, dan penetapan target baru yang lebih tinggi.

Dalam penelitian [13] melakukan pengukuran produktivitas dengan metode OMAX pada kriteria kinerja yang memiliki nilai bobot pengaruh terhadap masalah yang ada pada PT TI. PT TI merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri fasilitas tata udara, mengalami fase naik turun pada produktivitas perusahaan pada bulan Juni 2019 terjadi peningkatan permintaan dalam pekerjaan *maintenance chiller* dengan *main hours* yang rendah. Sedangkan pada bulan Mei 2019 perusahaan mengalami penurunan akibat *unit chiller* yang dikerjakan oleh teknisi cukup sedikit dan banyaknya *complaint* dari *customer* karena merasa tidak puas dengan pekerjaan yang di kerjakan oleh teknisi, sehingga dari hasil pengukuran yang didapat maka perusahaan memberikan penyuluhan pada setiap karyawan pada saat dilakukannya evaluasi kerja.

Keempat penelitian terdahulu berfokus pada perhitungan dan pengukuran produktivitas yang dilakukan dengan menggunakan metode *Objective Matrix* (OMAX) dengan tujuan yang telah direncanakan untuk meningkatkan produktivitas. Sehingga keempat penelitian tersebut dapat dijadikan acuan dalam penelitian ini untuk menghitung produktivitas. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu terletak pada objek yang digunakan serta kriteria yang digunakan dalam mengukur kinerja produktivitas.

3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT XYZ yang berlokasi di Jawa Timur pada bulan Juli 2024 hingga seluruh data yang diperlukan mencukupi guna memastikan keakuratan hasil yang diinginkan. Objek penelitian ini hanya pada lingkup unit produksi LPG PT XYZ. Adapun variabel terikat pada penelitian ini adalah tingkat produktivitas *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), sedangkan variabel bebas meliputi data jumlah produksi LPG, jumlah bahan baku (pasokan gas), jumlah tenaga kerja, jumlah jam kerja mesin, jumlah jam mesin menganggur, jumlah pemakaian energi listrik, dan jumlah kontaminan gas selama periode Oktober 2023 sampai September 2024. Data yang digunakan adalah data primer terkait wawancara, observasi, dan kuesioner kepada *top level* di bidang produksi, serta data sekunder terkait data *input* dan *output* perusahaan yang direkap selama 1 tahun pada bulan Oktober 2023 sampai dengan September 2024. Adapun data *input* dan *output* dalam unit produksi LPG dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data input dan output produksi LPG

Tahun	Periode (Bulan)	Bahan Baku (<i>Feed Gas</i>) (MMSCF)	Tenaga Kerja (Orang)	Jam Kerja Mesin (Jam)	Jam Mesin Menganggur (Jam)	Pemakaian Energi Listrik (MWh)	Kontaminan Gas (MMSCF)	Total LPG yang dihasilkan (MMSCF)
2023	Oktober	1.339	8	744	0	371.542	1.214	115
	November	1.302	8	720	0	333.797	1.083	177
	Desember	1.340	8	743,5	0,5	423.679	1.132	193
	Januari	1.220	8	722	22	443.256	1.032	169
	Februari	1.098	8	642	54	428.256	946	135
	Maret	1.201	8	728	16	375.340	1.040	166
	April	1.166	8	719,5	0,5	429.344	969	163
2024	Mei	1.220	8	744	0	421.684	1.039	167
	Juni	1.039	8	706	14	444.093	895	128
	Juli	1.194	8	744	0	395.517	1.028	154
	Agustus	1.205	8	744	0	408.699	989	190
	September	1.122	8	688	32	406.102	975	152

Dari data yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan teknik pengolahan data dengan menggunakan metode *Objective Matrix* (OMAX) dengan langkah-langkah meliputi penentuan kriteria produktivitas, penentuan rasio *performance*, penentuan nilai produktivitas rata-rata, nilai produktivitas tertinggi, nilai produktivitas terendah, nilai produktivitas realistis, penentuan bobot rasio menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan *software Expert Choice*, penentuan skor aktual, bobot dan nilai, pengukuran indeks produktivitas dan indikator performansi setiap bulannya, dan evaluasi hasil pengukuran produktivitas. Untuk mengetahui prioritas penyelesaian masalah dan faktor penyebab yang mempengaruhi penurunan produktivitas digunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA).

4 Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil dari penelitian yang dilakukan di PT XYZ, yang berfokus pada produktivitas unit produksi *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) dengan menggunakan metode *Objective Matrix* (OMAX) dan *Root Cause Analysis* (RCA).

4.1 Pengolahan Data dengan Metode OMAX

Setelah data yang dibutuhkan terkumpul, selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan metode *Objective Matrix* (OMAX).

1) Penentuan kriteria produktivitas

Langkah pertama yang dilakukan dalam pengukuran metode OMAX adalah mengidentifikasi kriteria produktivitas yang sesuai dengan unit kerja produksi. Terdapat enam kriteria yang digunakan dalam pengukuran produktivitas LPG yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kriteria produktivitas

Kriteria	Rasio Pengukuran
Kriteria 1 (Bahan baku (<i>Feed Gas</i>))	$Performance = \frac{\text{Total LPG yang dihasilkan (MMSCF)}}{\text{Jumlah Bahan Baku (Feed Gas) (MMSCF)}} \times 100\%$
Kriteria 2 (Tenaga kerja)	$Performance = \frac{\text{Total LPG yang dihasilkan (MMSCF)}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja (orang)}}$
Kriteria 3 (Jam kerja mesin)	$Performance = \frac{\text{Total LPG yang dihasilkan (MMSCF)}}{\text{Jumlah Jam Kerja Mesin (Jam)}} \times 100\%$
Kriteria 4 (Jam mesin menganggur)	$Performance = \frac{\text{Total LPG yang dihasilkan (MMSCF)}}{\text{Jumlah Jam Mesin Idle (Jam)}} \times 100\%$
Kriteria 5 (Pemakaian energi listrik)	$Performance = \frac{\text{Total LPG yang dihasilkan (MMSCF)}}{\text{Jumlah Pemakaian Energi Listrik (MWh)}} \times 100\%$
Kriteria 6 (Kontaminan gas)	$Performance = \frac{\text{Jumlah Kontaminan Gas (MMSCF)}}{\text{Total LPG yang dihasilkan (MMSCF)}} \times 100\%$

2) Penentuan rasio *performance*

Tahap berikutnya adalah mengkuantifikasi rasio keenam kriteria produktivitas berdasarkan persamaan yang dirumuskan pada Tabel 2. Adapun hasil rekap rasio produktivitas LPG dari masing-masing kriteria pada bulan Oktober 2023 sampai September 2024 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi rasio keenam kriteria

Tahun	Periode (Bulan)	Bahan Baku (<i>Feed Gas</i>) (%)	Tenaga Kerja (MMSCF/Orang)	Jam Kerja Mesin (%)	Jam Mesin Menganggur (%)	Pemakaian Energi Listrik (%)	Kontaminan Gas (%)
2023	Oktober	8,59	14,38	15,46	0,00	0,031	9,48
	November	13,59	22,13	24,58	0,00	0,053	16,34
	Desember	14,40	24,13	25,96	0,07	0,046	17,05
	Januari	13,85	21,13	23,41	3,05	0,038	16,37
	Februari	12,30	16,88	21,03	8,41	0,032	14,27
	Maret	13,82	20,75	22,80	2,20	0,044	15,97
	April	13,98	20,38	22,65	0,07	0,038	16,82
	Mei	13,69	20,88	22,45	0,00	0,040	16,08
	Juni	12,32	16,00	18,13	1,98	0,029	14,31
	Juli	12,90	19,25	20,70	0,00	0,039	14,98
	Agustus	15,77	23,75	25,54	0,00	0,046	19,22
	September	13,55	19,00	22,09	4,65	0,037	15,59

Contoh perhitungan rasio 1 bahan baku (*Feed Gas*) periode Oktober 2023 dilihat pada persamaan 1:

$$Rasio\ 1 = \frac{\text{Total LPG yang dihasilkan (MMSCF)}}{\text{Jumlah Bahan Baku (Feed Gas) (MMSCF)}} \times 100\% \quad (1)$$

$$= \frac{115}{1.339} \times 100\% = 8,59\% =$$

Hasil perhitungan rasio pada periode Oktober 2023 meliputi rasio 1 sebesar 8,59%, rasio 2 sebesar 14,38 MMSCF/Orang, rasio 3 sebesar 15,46%, rasio 4 sebesar 0,00%, rasio 5 sebesar 0,031%, dan rasio 6 sebesar 9,48%.

3) Penentuan nilai produktivitas rata-rata, tertinggi, terendah, dan realistis

Setelah melakukan perhitungan rasio dari masing-masing kriteria, selanjutnya dilakukan penentuan nilai produktivitas standar atau rata-rata dari setiap kriteria (level 3), nilai produktivitas tertinggi dari hasil kinerja terbaik (level 10), nilai produktivitas terendah dari hasil kinerja terburuk (level 0), dan nilai produktivitas realistis.

Tabel 4. Nilai produktivitas rata-rata, nilai terendah, dan nilai tertinggi tiap kriteria

Kriteria	Level 0	Level 3	Level 10
Bahan Baku (<i>Feed Gas</i>) (MMSCF)	8,59	13,23	15,77
Tenaga Kerja (Orang)	14,38	19,89	24,13
Jam Kerja Mesin (Jam)	15,46	22,07	25,96
Jam Mesin <i>Idle</i> (Jam)	8,41	1,70	0,00
Pemakaian Energi Listrik (MWh)	0,029	0,039	0,053
Kontaminan Gas (MMSCF)	9,48	15,54	19,22

Penentuan nilai produktivitas realistis diperoleh dengan cara interpolasi skala kenaikan level 1-2, dan kenaikan level 4-9 dengan rumus sebagai berikut [14]:

Kenaikan atau interval level 1 dan 2 dilakukan dengan cara interpolasi:

$$\text{Interpolasi Level 1 - 2} = \frac{(\text{Level 3} - \text{Level 0})}{3 - 0}$$

(2)

Kenaikan level 4 sampai dengan level 9 dilakukan dengan cara interpolasi:

$$\text{Interpolasi Level 4 - 9} = \frac{(\text{Level 10} - \text{Level 3})}{10 - 3}$$

(3)

Contoh perhitungan interpolasi pada rasio 1 bahan baku (*Feed Gas*) berdasarkan persamaan 2 dan persamaan 3 adalah sebagai berikut:

$$\text{Interpolasi (1 - 2)} = \frac{(13,23 - 8,59)}{3} = 1,55$$

(4)

$$\text{Interpolasi (4 - 9)} = \frac{(15,77 - 13,23)}{7} = 0,36$$

(5)

$$\text{Level 1} = \text{nilai Level 0} + 1,55 = 8,59 + 1,55 = 10,14$$

$$\text{Level 4} = \text{nilai Level 3} + 0,36 = 13,23 + 0,36 = 13,59$$

Berdasarkan perhitungan nilai skala kenaikan pada persamaan 4 dan persamaan 5 didapatkan skala kenaikan level 1 sampai 2 dilakukan dengan nilai level sebelumnya ditambah dengan 1,55, sedangkan nilai skala kenaikan level 4 sampai 9 dilakukan dengan nilai level sebelumnya ditambah dengan 0,36. Adapun rekap kalkulasi semua kriteria dari level 0 sampai level 10 dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Rekap kalkulasi level 0 sampai level 10 produktivitas realistis LPG

Level	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	Kriteria 4	Kriteria 5	Kriteria 6						
Interval	1,55	0,36	1,84	0,61	2,20	0,56	-2,24	-0,24	0,003	0,002	2,02	0,53
10	15,77	24,13	25,96	0,00	0,053	19,22						
9	15,40	23,53	25,41	0,25	0,051	18,70						
8	15,04	22,93	24,85	0,50	0,049	18,17						
7	14,67	22,32	24,30	0,74	0,047	17,65						
6	14,31	21,71	23,74	0,98	0,045	17,12						
5	13,95	21,11	23,18	1,22	0,043	16,60						
4	13,59	20,50	22,63	1,46	0,041	16,07						
3	13,23	19,89	22,07	1,70	0,039	15,54						
2	11,69	18,06	19,86	3,93	0,035	13,52						
1	10,14	16,22	17,66	6,17	0,032	11,50						
0	8,59	14,38	15,46	8,41	0,029	9,48						

Tabel 5 merupakan hasil rekap kalkulasi terhadap nilai produktivitas rata-rata, produktivitas tertinggi, produktivitas terendah, dan produktivitas realistis pada produksi *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) selama periode Oktober 2023 sampai September 2024. Terdiri dari 6 kriteria dimana rekapitulasi dimulai dari level 0 sampai level 10. Perhitungan didasarkan pada 2 interval pada masing-masing rasio produktivitas. Level 0 sampai level 3 menunjukkan performansi buruk, sedangkan level 4 sampai level 10 menunjukkan performansi yang baik.

4) Penentuan bobot rasio menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Berdasarkan kuesioner yang telah disebar kepada 2 orang (*top level*) bidang produksi menggunakan skala perbandingan *pairwise* (*Pairwise Comparison Scale*), selanjutnya dapat diketahui bobot tingkat kepentingan berdasarkan nilai prioritas dari masing-masing kriteria pengukuran produktivitas *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) tiap periodenya dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dengan bantuan *software Expert Choice*. Penetapan bobot rasio berguna untuk mengetahui nilai kepentingan dari masing-masing kriteria yang diukur. Semakin penting suatu kriteria bagi perusahaan, maka semakin tinggi bobot yang diberikan perusahaan terhadap rasio tersebut [3]. Adapun hasil perhitungan bobot tiap kriteria dengan *Software Expert Choice* ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Bobot Kriteria Produktivitas LPG

Berdasarkan pada hasil *Software Expert Choice* didapatkan nilai persentase bobot kriteria 1 sampai kriteria 6 berturut-turut adalah 34,6%; 5,0%; 22,1%; 20,2%; 3,7%; dan 14,4%. Hasil uji konsistensi CR adalah 0,02 yang berada dalam skala $CR \leq 0,1$ sehingga dapat dikatakan *valid* dan nilai pembobotan telah konsisten atau dapat diterima.

5) Penentuan skor aktual, bobot dan nilai, dan indikator performansi

Tahap ini merupakan tahap penentuan skor, bobot, dan nilai performansi, dan indikator performansi berdasarkan perhitungan tiap level dari masing-masing kriteria dari bulan Oktober 2023 sampai dengan bulan September 2024. Skor aktual, ditentukan berdasarkan hasil pengukuran rasio masing-masing kriteria setiap periode yang diperoleh dengan melihat nilai skor performansi yang mendekati aktual. Penentuan skor aktual menunjukkan tingkat kemungkinan tercapainya target peningkatan dengan situasi dan kondisi perusahaan sekarang. Bobot adalah tingkat kepentingan dari metode AHP yang ditetapkan sebelumnya. Nilai (*Value*) diperoleh dengan perkalian antara skor dengan bobot dari setiap kriteria yang diukur yang terdapat pada persamaan 6. Berikut rumus yang digunakan untuk perhitungan nilai performansi [15]:

$$\text{Nilai Performansi} = \text{Skor Aktual} \times \text{Bobot} \quad (6)$$

Selanjutnya menentukan Indikator produktivitas (*Performance Indicator*) (IP) menggunakan hasil pengukuran kenaikan atau penurunan produktivitas terhadap indeks produktivitas dengan indikator produktivitas periode sekarang, dan indikator produktivitas periode sebelumnya yang ditentukan berdasarkan rumus:

$$\text{Indeks Produktivitas} = \frac{IP_i - IP_{i-1}}{IP_{i-1}} \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan:

IP_i = Indikator performansi pada suatu periode (bulan ke-i)

IP_{i-1} = Indikator performansi periode sebelumnya

$$\text{Indikator produktivitas sekarang} = \sum \text{Nilai tiap rasio} \quad (8)$$

Contoh pengukuran produktivitas menggunakan OMAX pada periode Oktober 2023 berdasarkan persamaan 7 dan 8 adalah sebagai berikut.

$$\text{Nilai performansi Rasio 1} = 0 \times 34,6 = 0$$

$$\text{Nilai performansi Rasio 2} = 0 \times 5,0 = 0$$

$$\text{Nilai performansi Rasio 3} = 0 \times 22,1 = 0$$

Nilai performansi Rasio 4 = $10 \times 20,2 = 202$

Nilai performansi Rasio 5 = $1 \times 3,7 = 3,7$

Nilai performansi Rasio 6 = $0 \times 14,4 = 0$

Nilai indikator produktivitas sekarang = $0 + 0 + 0 + 202 + 3,7 + 0 = 205,7$

Indikator produktivitas sebelumnya periode 1 (Oktober 2023) adalah 0 karena merupakan periode dasar.

Setelah perhitungan selesai dilakukan selanjutnya yaitu pembentukan matriks mencakup indikator-indikator yang telah ditentukan sebelumnya. Berikut ini adalah matriks untuk periode Oktober 2023.

Tabel 6. Matriks indikator performansi periode oktober 2023

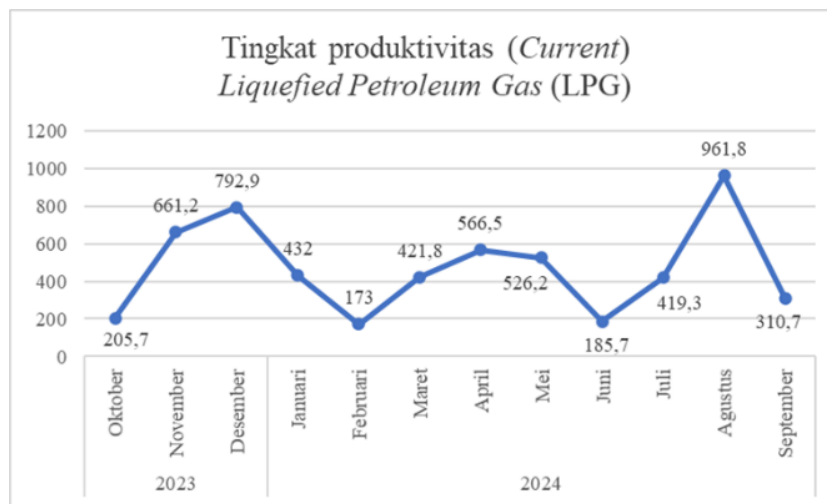
Rasio	Rasio 1	Rasio 2	Rasio 3	Rasio 4	Rasio 5	Rasio 6
Nilai Aktual	8,59	14,38	15,46	0,00	0,031	9,48
Skor						
Level	Nilai Performansi Tiap Level					
Level 10	15,77	24,13	25,96	0,00	0,053	19,22
Level 9	15,40	23,53	25,41	0,25	0,051	18,70
Level 8	15,04	22,93	24,85	0,50	0,049	18,17
Level 7	14,67	22,32	24,30	0,74	0,047	17,65
Level 6	14,31	21,71	23,74	0,98	0,045	17,12
Level 5	13,95	21,11	23,18	1,22	0,043	16,60
Level 4	13,59	20,50	22,63	1,46	0,041	16,07
Level 3	13,23	19,89	22,07	1,70	0,039	15,54
Level 2	11,69	18,06	19,86	3,93	0,035	13,52
Level 1	10,14	16,22	17,66	6,17	0,032	11,50
Level 0	8,59	14,38	15,46	8,41	0,029	9,48
Skor Aktual	0	0	0	10	1	0
Persentase Bobot	34,6	5,0	22,1	20,2	3,7	14,4
Nilai Performansi	0	0	0	202	3,7	0
					Sekarang	205,7
					Sebelum	-
					Indeks	0%

Keterangan: Angka yang bercetak tebal merupakan nilai level 0, level 3, dan level 10 serta kotak berwarna kuning merupakan nilai level yang mendekati nilai performansi.

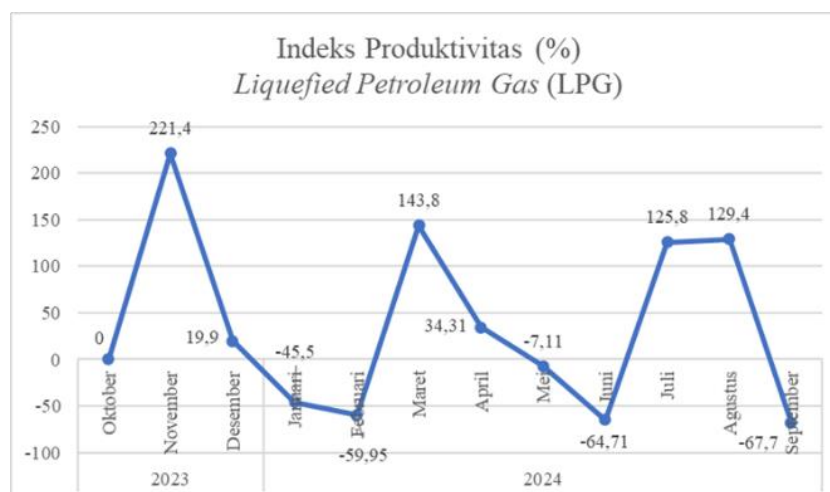
Tabel 6 adalah matriks performansi pada periode Oktober 2023, memiliki performansi paling rendah dengan skor 0 pada rasio 1 (bahan baku (*Feed Gas*)), rasio 2 (tenaga kerja), rasio 3 (jam kerja mesin), dan rasio 6 (kontaminan gas), sementara rasio 4 (jam mesin menganggur) mengalami performansi tertinggi dengan skor 10. Dari hasil pengukuran diperoleh tingkat produktivitas LPG periode Oktober 2023 yaitu 205,7 dan indeks produktivitas sebesar 0% karena periode Oktober 2023 merupakan periode awal pengukuran tingkat produktivitas LPG.

6) Evaluasi hasil pengukuran produktivitas

Langkah terakhir pengukuran dengan menggunakan metode OMAX adalah mengevaluasi hasil pengukuran produktivitas dengan membandingkan tingkat dan indeks produktivitas serta pencapaian skor dari setiap kriteria produktivitas LPG selama bulan Oktober 2023 sampai dengan bulan September 2024. Berikut adalah penggambaran tingkat produktivitas dan indeks produktivitas secara grafik dari hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Grafik tingkat produktivitas unit produksi LPG



Gambar 3. Grafik indeks produktivitas unit produksi LPG

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan grafik tingkat dan indeks produktivitas yang naik turun menyatakan adanya fluktuasi pada perusahaan dalam memproduksi *Liquefied Petroleum Gas (LPG)* selama periode Oktober 2023 sampai September 2024. Tingkat produktivitas tertinggi terjadi pada bulan Agustus 2024 dengan nilai 961,8, hal ini disebabkan karena terdapat tiga rasio produktivitas yang berada pada level 10 yaitu rasio bahan baku (*Feed Gas*), jam kerja mesin, dan kontaminan gas. Sedangkan tingkat produktivitas terendah terjadi pada bulan Februari 2024 dengan nilai 173, yang disebabkan oleh semua kriteria berada pada level di bawah nilai *performance* standar. Nilai indeks produktivitas LPG dalam beberapa periode masih menunjukkan IP < 100%, artinya produktivitas menurun dari periode sebelumnya. Peningkatan produktivitas tertinggi terjadi pada bulan November 2023 sebesar 221,4% dikarenakan rasio jam mesin menganggur dan pemakaian energi listrik berada di level 10, untuk rasio lainnya tenaga kerja, jam kerja mesin, dan kontaminan gas berada di level dengan rentang 5 sampai 8, dan rasio bahan baku (*Feed Gas*) berada di pencapaian terendah dengan skor atau level 4. Sedangkan penurunan produktivitas paling tinggi terjadi pada bulan September 2024 sebesar 67,7% dikarenakan rasio jam mesin menganggur dan pemakaian energi listrik berada di pencapaian terendah dengan skor atau level 2, sementara rasio lainnya tenaga kerja, jam kerja mesin, dan kontaminan gas berada di level 3, dan rasio bahan baku (*Feed Gas*) berada di level 4. Hasil perhitungan indeks produktivitas menunjukkan adanya penurunan produktivitas pada bulan Januari, Februari, Mei, Juni, dan September tahun 2024.

Tabel 7. Rekapitulasi skor tiap kriteria produktivitas LPG

Tahun	Periode (Bulan)	Bahan Baku (<i>Feed Gas</i>)	Tenaga Kerja	Jam Kerja Mesin	Jam Mesin Menganggur	Pemakaian Energi Listrik	Kontaminan Gas
-------	-----------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	--------------------------	----------------

2023	Oktober	0	0	0	10	1	0
	November	4	7	8	10	10	5
	Desember	6	10	10	10	7	6
2024	Januari	5	5	5	2	3	5
	Februari	2	1	3	0	1	2
	Maret	5	4	4	3	6	4
	April	5	4	4	10	3	5
	Mei	4	5	4	10	4	4
	Juni	2	1	1	3	0	2
	Juli	3	3	2	10	3	3
	Agustus	10	9	9	10	7	10
	September	4	3	3	2	2	3
	Jumlah	50	52	53	80	47	49
	Rata-rata	4,17	4,33	4,42	6,67	3,92	4,08

Setelah mengevaluasi tingkat dan indeks produktivitas, maka selanjutnya dilakukan analisis terhadap pencapaian skor setiap indikator produktivitas LPG selama periode Oktober 2023 sampai September 2024 yang dapat dilihat pada Tabel 7. Adanya peningkatan dan penurunan indeks produktivitas disebabkan oleh naik turunnya nilai skor dari masing-masing kriteria setiap periode. Berdasarkan hasil evaluasi terdapat banyaknya rasio yang masih berada di bawah nilai *performance* standar yang terletak diantara level 0 sampai level 3, sehingga diperlukan adanya perbaikan.

4.2 Analisis Penyebab dengan Metode RCA

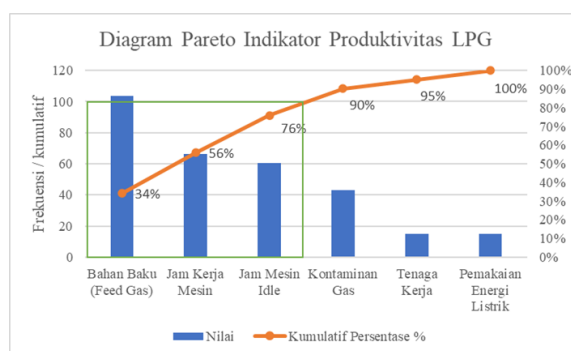
Analisis RCA untuk mengetahui faktor penyebab penurunan produktivitas pada unit produksi LPG selama periode Oktober 2023 sampai September 2024 menggunakan diagram pareto dan 5 *whys analysis* sebagai berikut. Indikator yang memiliki frekuensi paling tinggi akan difokuskan dalam analisis penyebab utama permasalahan.

1) Diagram Pareto

Diagram pareto akan menentukan tingkat kritisnya produktivitas dengan memprioritaskan kategori kejadian berdasarkan jumlah skor yang dibawah standar (level 0 sampai level 2) dari yang tertinggi ke terendah sehingga dapat diketahui kriteria yang paling dominan yang dapat dilihat pada Tabel 8. Prinsip pareto dengan aturan 80/20 yang dapat diartikan bahwa dipilih jenis kegagalan dengan kumulatif mencapai 80% dengan asumsi bahwa dengan 80% tersebut dapat mewakili seluruh jenis cacat yang terjadi [16].

Tabel 8. Indikator penurunan produktivitas kumulatif

Indikator	Jumlah Kriteria Dibawah Standar	Bobot	Nilai	Persentase %	Kumulatif Persentase %
Bahan Baku (<i>Feed Gas</i>)	3	34,6	103,8	34%	34%
Jam Kerja Mesin	3	22,1	66,3	22%	56%
Jam Mesin Mengganggu	3	20,2	60,6	20%	76%
Kontaminan Gas	3	14,4	43,2	14%	90%
Tenaga Kerja	3	5	15	5%	95%
Pemakaian Energi Listrik	4	3,7	14,8	5%	100%
Total	19	100	303,7	100%	



Gambar 4. Diagram pareto indikator produktivitas

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa untuk mencapai dampak perbaikan sebesar 80% dan lebih dari 20%, maka ditentukan rasio-rasio yang paling dominan harus diperbaiki yaitu pada rasio 1 bahan baku (*Feed Gas*) dengan persentase kumulatif 34%, rasio 3 jam kerja mesin dengan persentase kumulatif 56%, dan rasio 4 jam mesin menganggur dengan persentase kumulatif 76%. Dari ketiga prioritas perbaikan, kemudian dilakukan analisa penyebab masalah menggunakan *5 why's analysis*.

2) 5 Whys Analysis

Berdasarkan diagram pareto pada Gambar 4, analisis faktor penyebab masing-masing kriteria dengan *5 why's analysis* dilakukan dengan hanya berfokus pada tiga kriteria permasalahan turunnya produktivitas pada produksi *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) yaitu kriteria 1, kriteria 3, dan kriteria 4 pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. 5 Whys analysis penurunan produktivitas

<i>Problem Identified</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
Penurunan produktivitas Rasio 1 (Bahan Baku (<i>Feed Gas</i>))	Kualitas mutu <i>Feed Gas</i> yang digunakan rendah atau tidak konsisten.	Komposisi <i>Feed Gas</i> dari sumur tidak ideal (gas kotor).	Tingginya kontaminasi dalam <i>Feed Gas</i> sehingga kandungan propana dan butana dalam <i>Feed Gas</i> menurun.	Kurangnya pengujian standar kualitas dan <i>monitoring</i> komposisi <i>Feed Gas</i> secara akurat.	Kurangnya perhatian dan manajemen dalam pemantauan <i>Feed Gas</i> .
	Ketidak-stabilan pasokan <i>Feed Gas</i> dari sumur.	Habisnya stok material di sumur sehingga kemampuan produksi sumur berkurang.	Sumur gas sudah berproduksi dalam waktu lama (sudah tua) sehingga cadangan gas semakin menipis.	Proses filtrasi tidak berjalan dengan baik.	Sistem tidak bekerja secara efektif.
	Hasil <i>output</i> pada beberapa proses tidak sesuai standar.	Kesalahan pengukuran dan pencatatan data bahan baku.	Ketidakteelitian, kelelahan dan kurangnya konsentrasi pekerja. Alat ukur yang digunakan sudah tidak akurat atau tidak presisi lagi.	Kurangnya pemantauan dan pengawasan terhadap pekerja. Alat ukur sudah tidak berumur ekonomis.	Kurangnya SOP dan evaluasi kontrol yang dilakukan perusahaan terhadap pekerja dan peralatan kerja.
Penurunan produktivitas Rasio 3 (Jam Kerja Mesin)	Mesin tidak beroperasi penuh atau jam kerja mesin berkurang.	Sering terjadi <i>downtime</i> mesin saat melakukan kegiatan produksi.	Mesin mengalami masalah teknis atau kegagalan yang tidak terduga.	Suhu dan tekanan <i>Feed Gas</i> yang tidak stabil (berubah-ubah) membuat mesin <i>overhead</i> . Alat dan mesin kotor akibat terlalu banyak kontaminan pada <i>Feed Gas</i> .	Kurangnya investasi teknologi yang efektif dalam <i>monitoring</i> dan deteksi masalah mesin lebih awal, kurangnya pembaruan pada mesin, dan kurangnya perawatan preventif pada mesin.
		Waktu <i>set up</i> yang lama pada mesin saat akan melakukan kegiatan produksi.	Pekerja kurang optimal dalam melakukan perbaikan dan <i>setting</i> mesin.	Kurang ketelitian dan keterampilan pekerja dalam pengaturan mesin.	Kurangnya sistem manajemen dalam pengawasan, evaluasi kinerja, dan alokasi tenaga ahli dalam <i>setting</i> mesin, serta kurangnya pelatihan atau edukasi untuk pekerja.
Penurunan produktivitas Rasio 4 (Jam Mesin Menganggur)	Jam mesin <i>menganggur</i> meningkat/tinggi karena mesin tidak bekerja secara optimal atau berhenti beroperasi.	Meningkatnya frekuensi kegagalan mesin atau gangguan teknis.	Alat dan mesin yang digunakan sudah tidak berumur ekonomis sehingga membutuhkan perbaikan atau penggantian. Alat dan mesin kotor mengakibatkan mesin harus berhenti untuk pembersihan.	Pemeliharaan dan penggantian peralatan tidak terjadwal dengan baik atau kurang efisien karena tidak ada evaluasi alat secara berkala. Kualitas bahan baku yang buruk mengandung terlalu banyak kontaminan.	Tidak ada prioritas dari manajemen dalam pemeliharaan dan penggantian mesin dan peralatan. Terdapat masalah dalam sistem kontrol atau proses filtrasi tidak berjalan dengan baik.
		Terdapat masalah pada proses <i>downstream</i> (penyimpanan)	Mesin mengalami <i>overhead</i> akibat suhu dan tekanan <i>Feeding Gas</i> yang berubah-ubah diluar kapasitas mesin sehingga	Fluktuasi pasokan bahan baku berakibat pada perubahan parameter operasional.	Kurangnya investasi teknologi dan sistem kontrol/ <i>monitoring</i> dalam memprediksi perubahan dan

Problem Identified	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
	dan pengolahan).	memerlukan waktu lebih lama untuk mesin mencapai kondisi optimal.			kurangnya optimasi perencanaan proses produksi yang baik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas unit produksi LPG mengalami fluktuasi yang signifikan. Bulan Agustus 2024 mencatat produktivitas tertinggi, di mana hampir semua kriteria berada pada level optimal. Sebaliknya, bulan Februari 2024 mencatat produktivitas terendah dikarenakan semua kriteria berada dibawah level standar. Didapati hasil penurunan produktivitas terjadi pada beberapa bulan antara lain bulan Januari, Februari, Mei, Juni, dan September tahun 2024. Hal ini disebabkan oleh banyaknya kontaminasi terhadap kualitas *Feed Gas*, ketidakstabilan pasokan *Feed Gas*, kurangnya pengawasan serta pelatihan karyawan, *downtime* mesin, dan kurangnya investasi teknologi. Sebagai langkah untuk meningkatkan produktivitas LPG di masa mendatang, penelitian ini merekomendasikan usulan pengembangan eksplorasi dan ekstrasi sumber gas, peningkatan sistem pemantauan kualitas bahan baku, pelatihan intensif untuk pekerja, perencanaan pemeliharaan dan *maintenance* yang lebih terstruktur baik perbulan, per tiga bulan, per enam bulan, atau sekali dalam setahun dalam upaya memaksimalkan pemakaian mesin, penggantian mesin yang sudah tidak berfungsi dengan baik. Kelebihan penelitian ini terletak pada penggunaan metode OMAX yang memungkinkan pemetaan secara sistematis terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas. Selain itu, kombinasi antara OMAX dan RCA membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah secara lebih mendalam. Penelitian ini juga menunjukkan keunikan dalam pendekatan pengukuran produktivitas yang mengaitkan hasil dengan kriteria spesifik, seperti pemakaian energi dan kontaminan gas, yang sering kali diabaikan dalam penelitian sebelumnya. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengelolaan dan perbaikan proses produksi LPG di masa mendatang.

5 Kesimpulan

Produktivitas pada produksi LPG di PT XYZ selama 12 periode dari Oktober 2023 sampai September 2024 cenderung fluktuatif. Penurunan terjadi signifikan pada bulan Januari, Februari, Mei, Juni, dan September tahun 2024 dengan tingkat produktivitas tertinggi terjadi pada bulan Agustus 2024, sedangkan tingkat produktivitas terendah terjadi pada bulan Februari 2024. Peningkatan produktivitas tertinggi terjadi pada bulan November 2023 dengan indeks sebesar 221,4%, sedangkan penurunan produktivitas paling tinggi terjadi pada bulan September 2024 dengan indeks -67,7% yang disebabkan oleh 3 rasio dominan yang harus diperbaiki yaitu kriteria 1, kriteria 3, dan kriteria 4. Hal ini dapat ditingkatkan dengan beberapa usulan meliputi pengembangan eksplorasi dan ekstrasi sumber gas, peningkatan sistem pemantauan kualitas bahan baku, pelatihan intensif untuk pekerja melalui *On The Job Training*, perencanaan pemeliharaan dan *maintenance* yang lebih terstruktur baik perbulan, per tiga bulan, per enam bulan, atau sekali dalam setahun dan penggantian mesin yang sudah tidak berfungsi dengan baik. Dengan menerapkan rekomendasi ini, PT XYZ memiliki kesempatan untuk memulihkan produktivitas ke level optimal dan mencapai target yang telah ditetapkan, serta mengurangi risiko penurunan di masa depan.

Referensi

- [1] S. Hutasoit, M. Yuwono dan E. Susilowati, "Analisis Implementasi dan Efektivitas Program Mitigasi di LEMIGAS Tahun 2023," *AKADEMIK Jurnal Mahasiswa Ekonomi & Bisnis*, vol. 4, no. 3, pp. 1065-1076, 2024.
- [2] A. Pawawoi, D. Wandu dan J. Ramadhan, "Rancangan Alat Konversi Bahan Bakar Minyak ke Bahan Bakar Gas Guna memenuhi Kebutuhan Gas Rumah Tangga," *Jurnal Andalas: Rekayasa dan Penerapan Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 76-81, 2021.
- [3] H. Effendy, B. R. Machmoed dan A. Rasyid, "Pengukuran dan Analisis Produktivitas menggunakan Metode *Objective Matrix* (OMAX)," *Jambura Industrial Review*, vol. 1, no. 1, pp. 40-47, 2021.
- [4] M. L. Singgih dan K. Gunarta, *Manajemen Produktivitas Perusahaan*, Surabaya: Tekno Sains Publisher, 2021.

- [5] Y. Indriani, R. K. Sari dan S. Marwa, "Analisis *Objective Matrix* (OMAX) untuk menentukan Produktivitas Produksi," *Journal of Engineering Science and Technology Management*, vol. 4, no. 1, pp. 27-32, 2024.
- [6] A. J. Nugroho, *Tinjauan Produktivitas dari Sudut Pandang Ergonomi*, Padang: PACE Padang, 2021.
- [7] J. Budhiawan, E. Rimawan, J. G. Ganap dan E. Mayasari, "Productivity Analysis using *Objective Matrix* (OMAX) and *Five Whys* Analysis Methods On Rubber Powder Production Line at PT Tiga Bintang Gautama," *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, vol. 6, no. 8, pp. 1216-1223, 2021.
- [8] I. W. Ardhyani, M. Anshori, N. Yucha, G. Adriansyah, A. Alfian dan R. A. Pramudita, "Analysis of GC Coffee Product Quality at PT. X," *IQTISHA Dequity Journal Management*, vol. 6, no. 1, pp. 74-83, 2023.
- [9] S. H. Sakdiyah, N. Eltivia dan A. Afandi, "Root Cause Analysis using *Fishbone Diagram*: Company Management Decision Making," *Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research (JABTER)*, vol. 1, no. 6, pp. 566-576, 2022.
- [10] F. Huda dan A. E. Apsari, "Pengukuran Produktivitas dalam Meningkatkan Hasil Produksi menggunakan Metode *Objective Matrix* dan Pendekatan *Root Cause Analysis*," *Jurnal Ilmiah Research Student*, vol. 1, no. 4, pp. 323-328, 2024.
- [11] A. Wicaksono dan A. Z. A. Faritsy, "Analisis Perhitungan dan Perbaikan Tingkat Produktivitas pada Area Servis Tabung Gas menggunakan OMAX," *Cosmic Jurnal Teknik*, vol. 2, no. 2, pp. 86-98, 2024.
- [12] A. Setyadi, "Partial Productivity Analysis of Production Divisions by OMAX Method," *DIJEFA: Dinasti International Journal of Economics, Finance and Accounting*, vol. 4, no. 2, pp. 314-325, 2023.
- [13] E. Maulana dan S. Perdana, "Analisis Produktivitas Departemen Servis pada PT TI dengan Metode *Objective Matrix* (OMAX)," *Jurnal IKRA-ITH TEKNOLOGI*, vol. 4, no. 3, pp. 21-30, 2020.
- [14] A. Wulandari, I. D. Anna dan I. Cahyadi, "Measurement And Strategy to Improve the Productivity of Madura's People's Salt Business with *Objective Matrix* (OMAX) and Traffic Light System (Case Study: People Salt Sumenep)," *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 21, no. 2, pp. 335-343, 2024.
- [15] A. Z. Fikri, D. Widada dan L. D. Fathimahhayati, "Implementation of *Objective Matrix* and *Root Cause Analysis* for Productivity Analysis PT. Indomarco Adi Prima SP Deket Lamongan," *IJIEM (Indonesian Journal Of Industrial Engineering & Management)*, vol. 4, no. 3, pp. 597-608, 2023.
- [16] R. Saputra dan D. T. Santoso, "Analisis Kegagalan Proses Produksi Plastik pada Mesin Cutting di PT. PKF dengan Pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* dan Diagram Pareto," *Barometer Jurnal Ilmu dan Aplikasi Teknik*, vol. 6, no. 1, pp. 322-327, 2021.