

Pengendalian Kualitas Produk Pupuk Phonska dengan Metode *Six Sigma* dan *Failure Mode Analysis*

Alvian Salakhudin Ihsan¹, Moh. Jufriyanto², Akhmad Wasiur Rizqi³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 05-03-2024

Direvisi : 15-03-2024

Diterima : 16-03-2024

Kata Kunci:

Pengendalian kualitas,
Produk cacat, *Six Sigma*,
FMEA.

Keywords :

Quality control, Product defects, Six Sigma, FMEA.

ABSTRAK

PT. XYZ adalah produsen pupuk terlengkap di Indonesia yang memproduksi bermacam-macam pupuk. Salah satu produk PT.XYZ yaitu pupuk phonska dengan standar spesifikasi kadar N₂O harus diantara 3.8% - 16.2%, P₂O₅ 9.2% - 10.8%, dan K₂O 11.0% – 13.0%. Selama proses produksi pada bulan Januari 2024 dengan total produksi sebanyak 510 kali terdapat produk *out of spec* sebanyak 264 kali dengan persentase produk *out of spec* sebesar 51.76%. Penelitian ini dilakukan untuk meminimasi variasi proses yang digunakan guna mengurangi kecacatan produksi dengan metode *six sigma* serta mengetahui solusinya dengan prioritas tindak perbaikan yang dilakukan dengan metode FMEA. Hasil dari analisis diketahui bahwa nilai sigma pada proses produksi pupuk phonska sebesar 2,44 dengan faktor yang mendominasi terjadinya kecacatan produk untuk ketiga indikator cacat disebabkan karena faktor mesin dikarenakan mesin tidak berfungsi dengan baik sehingga perlu dilakukan pengecekan dan kalibrasi berkala terhadap indikator mesin.

ABSTRACT

PT.XYZ is the most complete fertilizer producer in Indonesia which produces various kinds of fertilizer. One of PT. During the production process in January 2024 with a total production of 510 times, there were 264 out of spec products with a percentage of out of spec products of 51.76%. This research was conducted to minimize variations in the processes used to reduce production defects using the six sigma method and to find out the solution with priority corrective actions carried out using the FMEA method. The results of the analysis show that the sigma value in the Phonska fertilizer production process is 2.44 with the factor that dominates the occurrence of product defects for the third indicator. Defects are caused by machine factors because the machine is not functioning properly so it is necessary to periodically check and calibrate the machine indicators.

Corresponding Author :

Alvian Salakhudin Ihsan

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik, Indonesia

Jl. Sumatera No.101, Gn. Malang, Randuagung, Kec. Kebomas, Kabupaten Gresik

Email: vianboy123@gmail.com

PENDAHULUAN

Keadaan pasar industri sangat dipengaruhi oleh pesatnya perkembangan industri dan teknologi. Setiap perusahaan mengutamakan menjaga atau meningkatkan kualitas barangnya (Gusniar & Ramadhan, 2022). Kualitas merupakan faktor penting dalam menilai daya saing. Membangun lingkungan yang kompetitif sangat penting untuk menegakkan tolok ukur kualitas

tinggi. Jika perusahaan tidak dapat mempertahankan operasinya dalam kondisi saat ini, mereka akan berhenti bersaing dengan perusahaan lain. Meningkatkan kualitas barang atau jasa perusahaan secara konstan dapat meningkatkan efisiensi organisasi secara keseluruhan. Kualitas mengacu pada atribut unik suatu produk atau layanan yang disesuaikan untuk memenuhi persyaratan spesifik dalam lingkungan klien tertentu (Ansyah & Sulistiyowati, 2022)

Diakui secara umum bahwa peningkatan kualitas suatu produk merupakan faktor penting yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap kemakmuran suatu usaha (Irawan, 2020). Salah satu komponen kunci dalam meningkatkan kepuasan pelanggan tertentu adalah hadirnya produk premium untuk dijual (Bayu Nirwana et al., 2022). Oleh karena itu, membangun manajemen kualitas produk yang efisien sangat penting untuk mendapatkan keunggulan kompetitif dibandingkan pesaing lainnya (Alfadilah et al., 2022). Sistem kendali mutu harus ditetapkan yang secara khusus menargetkan pencegahan ketidaksesuaian atau kebocoran dalam proses manufaktur guna meningkatkan mutu produk. Sistem kendali mutu yang mapan diperlukan (Zakariya et al., 2020).

Perusahaan yang berhasil menerapkan prosedur pengendalian kualitas secara menyeluruh akan melihat peningkatan profitabilitas melalui output produk yang lebih tinggi dan lebih sedikit limbah produk (Fadhlirobbi et al., 2022). Untuk mencapai dan menjamin kebahagiaan pelanggan, pengendalian secara bersama-sama bertanggung jawab atas pencapaian tujuan yang jelas dan efektif sepanjang fase operasional (Rozi & Nugroho, 2022). Mengalokasikan sumber daya untuk upaya kualitas dalam organisasi akan menghasilkan hasil yang bermanfaat, yaitu melalui pengurangan biaya produksi dan peningkatan pendapatan atau profitabilitas perusahaan (Hasna & Purnama, 2021).

PT. XYZ adalah produsen pupuk terkemuka di Indonesia, memproduksi berbagai macam pupuk dan produk tambahan untuk mendukung operasi di agroindustri. PT. XYZ tidak hanya memproduksi tetapi juga memasarkan pupuk. PT. XYZ berkomitmen untuk semakin berkembang dan maju bersama masyarakat, dengan tujuan mendorong tercapainya Ketahanan Pangan Nasional dan kemajuan di bidang pertanian. PT. XYZ mengoperasikan banyak kompartemen proses manufaktur. Salah satunya mengacu pada ruangan yang terletak di "pabrik II". Tanggung jawab pembuatan pupuk Phonska berada pada Bagian Produksi Pabrik II. Pengujian dilakukan pada barang yang diproduksi untuk mengatur dan menilai hasil produksi. Hasil pengujian produk pupuk Phonska disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekap Data Hasil Pengujian Terhadap Produk Pupuk Phonska Januari 2024

<i>Shift</i>	Total Pengujian			<i>Out Spec</i>			<i>Out Spec (%)</i>
	N_2O	P_2O_5	K_2O	N_2O	P_2O_5	K_2O	
1	57 kali	57 kali	57 kali	7 kali	38 kali	36 kali	
2	56 kali	56 kali	56 kali	7 kali	32 kali	45 kali	
3	57 kali	57 kali	57 kali	9 kali	39 kali	51 kali	
Total	170 kali	170 kali	170 kali	23 kali	109 kali	132 kali	
		510 kali			264 kali		51.76%

Sumber : PT. XYZ, 2023

Pengujian produk pupuk Phonska dilakukan dua kali sehari untuk mengetahui kadar N_2O , P_2O_5 , dan K_2O . Tabel 1 menunjukkan bahwa proporsi produk pupuk Phonska yang rusak (di bawah standar yang ditentukan) pada bulan Januari 2024 adalah sebesar 51,76%. Meningkatkan kualitas item-item ini dapat dicapai dengan menghilangkan kelemahan untuk mengurangi dampaknya terhadap kinerja dan profitabilitas perusahaan. Contoh ini menggarisbawahi permasalahan kualitas produk Pupuk Phonska. Variabel utama yang dipertimbangkan adalah konsentrasi N_2O , P_2O_5 , dan K_2O .

Proses Six Sigma dapat dimanfaatkan untuk menerapkan langkah-langkah pengendalian kualitas secara efektif. Pendekatan Six Sigma dalam peningkatan kualitas bertujuan untuk mencapai target 3,4 kesalahan per juta peluang, yang juga dikenal sebagai Defect Opportunities Per Million (DPMO). Tujuan utama penerapan Six Sigma adalah untuk meminimalkan terjadinya masalah (Ahmad, 2019). Pendekatan DMAIC digunakan untuk meningkatkan kualitas dalam metodologi Six Sigma. Siklus DMAIC, yang digunakan dalam kerangka peningkatan kualitas Six

Sigma, adalah strategi yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki masalah, menentukan akar penyebab masalah, dan memberikan solusi peningkatan yang efisien (Irwanto et al., 2020). Menurut penelitian yang diselesaikan oleh (Ahmad, 2019; Lestari et al., 2022; Nancy, 2023; Rozi & Nugroho, 2022). Pendekatan Six Sigma secara sistematis untuk pengendalian kualitas dapat secara efektif meminimalkan kesalahan di seluruh aktivitas operasional dalam suatu perusahaan.

Selanjutnya, investigasi FMEA (Mode Kegagalan dan Efek Investigasi) dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi, memulai, dan memitigasi risiko yang terkait dengan proses atau produk tertentu (Kusnanto & Sugianto, 2021). Penerapan pendekatan FMEA dengan memasukkan karakteristik pupuk Phonska akan memberikan banyak keuntungan. Jumlah cacat produk pada awalnya dapat dikurangi secara signifikan, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan penyempurnaan produk pupuk Phonska secara keseluruhan. Selain itu, penggunaan metodologi FMEA memungkinkan perusahaan mengumpulkan dan menganalisis data dengan cepat, sehingga mempercepat proses pengambilan keputusan mengenai peningkatan kualitas. Organisasi dapat mengurangi biaya produksi, meningkatkan kepuasan konsumen, dan mengatasi kekurangan produk (Kusnanto & Sugianto, 2021). Seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh (Cesaron & Tandianto, 2019; Kusnanto & Sugianto, 2021; Pratiwi & Santosa, 2021) Pendekatan FMEA dapat digunakan untuk mengelola kualitas produk dan meningkatkan profitabilitas perusahaan.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan mengintegrasikan pendekatan Six Sigma dan FMEA. Metodologi Six Sigma digunakan untuk mengelola kualitas secara efektif dengan mengurangi varians proses, sehingga mengurangi kesalahan produksi. Langkah-langkah pengendalian kualitas dapat meningkatkan proses produksi, menjadikannya lebih efisien dan pada akhirnya meningkatkan kepuasan pelanggan. Apabila diketahui bahwa nilai sigma terlampau rendah dikarenakan kerap kali terdapat produk yang tidak sesuai spesifikasi, kemudian diintegrasikan dengan menggunakan pendekatan FMEA untuk mengetahui solusi tindak perbaikan beserta prioritas tindak perbaikannya sehingga organisasi dapat melakukan proses perbaikan yang tepat guna mencegah masalah produk, dan tentunya dapat meningkatkan kepuasan pelanggan.

METODE PENELITIAN

Survei awal dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh pengetahuan secara utuh mengenai permasalahan yang perlu ditelaah dalam proses pembuatan pupuk Phonska di PT. XYZ. Penelitian ini diawali dengan tahapan pengumpulan data, dalam proses pengumpulan data digunakan sumber data primer dan data sekunder. Data primer mengacu pada informasi yang dikumpulkan secara langsung melalui observasi atau wawancara secara langsung kepada pihak perusahaan. Sedangkan data sekunder adalah informasi yang dikumpulkan dari catatan produk cacat / *defect* sebelumnya yang diterima oleh perusahaan tersebut. Informasi data yang dikumpulkan berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif mengacu pada informasi yang bersifat numerik seperti total frekuensi pengujian, *total defect*, sedangkan data kualitatif mengacu pada informasi yang mengandung sejumlah karakteristik yang terkait dengan berbagai topik. seperti klasifikasi barang yang *defect* dan faktor mendasar yang menyebabkan *defect* tersebut, data kualitatif didapatkan dari proses *brainstorming* dengan pihak perusahaan.

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metodologi six sigma dan FMEA, pengolahan data ini diawali dengan proses six sigma yang terdiri dari DMAIC (*Define, Measure, Analysis, Improvement, dan Control*) (Maulana Zaki et al., 2023), Namun pada penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kualitas produk sehingga tahapan six sigma yang digunakan sampai pada tahapan *improvement*. Pada tahap *define* dilakukan untuk mengetahui target dan sasaran yang tepat, sekaligus mengevaluasi jumlah keseluruhan *defect* produk berdasarkan Ctical to quality (CTQ). Pada tahap *measure* dilakukan pembuatan control chart berdasarkan data primer yang diperoleh dari pihak perusahaan yang kemudian dilakukan penghitungan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) secara akurat untuk mengetahui besaran nilai sigma. Pada tahap *analysis* dilakukan penyelidikan masalah guna menemukan sumber permasalahan, dan menetapkan

penyebab mendasarnya. Peningkatan yang cukup besar dalam efektivitas proses penyelesaian masalah dapat dicapai melalui penggunaan diagram tulang ikan. Akar masalah yang telah teridentifikasi tersebut kemudian dilakukan analisis solusi dan prioritas tindak perbaikannya pada tahap *improve* dengan bantuan metode FMEA. Pada saat ini, tujuan utamanya adalah memperbaiki proses dengan mengurangi atau menghilangkan ketidaksesuaian, sekaligus memberikan opsi baru dan menerapkan strategi perbaikan (Wahyudi et al., 2021). Dalam penentuan angka prioritas risiko (RPN), analisis FMEA dilakukan dengan mempertimbangkan sejumlah kriteria, antara lain peluang terjadinya, efisiensi deteksi, dan tingkat kerusakan. Penting juga untuk memastikan bahwa nilai-nilai ini digunakan dan diprioritaskan untuk kegiatan-kegiatan penting yang ditargetkan untuk meminimalkan ancaman yang diketahui. Karakteristik tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi termasuk dalam kriteria yang telah ditetapkan (Suherman & Cahyana, 2019).

Tabel 2. Pedoman Nilai Rating Saverity

Angka	Rating	Keterangan
1 – 3	Rendah	Hal ini mengakibatkan terganggunya prosedur selanjutnya.
4 – 6	Moderat	Akibatnya, mungkin terjadi pemeliharaan atau kerusakan yang tidak terduga pada peralatan.
7 – 8	Tinggi	Pengaruh kegagalan proses sebelumnya pada proses berikutnya.
9 – 10	Sangat Tinggi	Dampaknya terhadap keselamatan.

Sumber: (Saputro & Basuki, 2022)

Tabel 3. Pedoman Nilai Rating Occurance

Angka	Rating	Keterangan
1	Peluang kecil	Kemungkinannya 0,01%.
2 – 5	Kemungkinan kecil	Kemungkinannya adalah 0,001.
6 – 7	Kemungkinan sedang	Kemungkinannya bervariasi dari 1 dalam 20 hingga 1 dalam 200.
8 – 9	Kemungkinan besar	Kemungkinannya bervariasi dari 1 dalam 100 hingga 1 dalam 20.
10	Kemungkinan sangat besar	Kemungkinannya bervariasi dari 1 dalam 100 hingga 1 dalam 20.

Sumber: (Saputro & Basuki, 2022)

Tabel 4. Pedoman Nilai Rating Detection

Angka	Rating	Keterangan
1	Sangat tinggi	Pendekatan pendeteksian menunjukkan tingkat kehandalan yang meningkat secara signifikan, diperkirakan berada di sekitar 100%.
2 – 5	Tinggi	Pendekatan pendeteksian diperkirakan memiliki tingkat diam sebesar 99,8%.
6 – 8	Sedang	Pendekatan deteksi ini memiliki tingkat presisi yang tinggi, dengan perkiraan tingkat akurasi sekitar 98%.
9	Rendah	Pendekatan pendeteksian diperkirakan memiliki tingkat diam sebesar 90%.
10	Sangat rendah	Pendekatan deteksi memiliki tingkat reliabilitas kurang dari 90%.

Sumber: (Saputro & Basuki, 2022)

Penting untuk menetapkan parameter Keparahan, Kejadian, dan Deteksi untuk menangani kegagalan dalam mode prioritas. Parameter-parameter ini, jika digabungkan, akan menghasilkan Nomor Prioritas Risiko, yang lebih dikenal dengan RPN. Perhitungan RPN dihasilkan dengan mengalikan komponen-komponen yang mewakili tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi peristiwa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Define

Produk yang dipilih terutama ditujukan untuk meningkatkan kualitasnya secara keseluruhan. Berdasarkan data empiris disimpulkan bahwa terdapat hambatan yang menghambat kualitas produk. Adanya defisiensi N_2O , P_2O_5 , dan K_2O , yang tidak memenuhi standar yang ditetapkan perusahaan merupakan akar penyebab permasalahan produk. Tabel 5 menyajikan parameter CTQ produk pupuk Phonska.

Tabel 5. Parameter CTQ Proses Produksi Pupuk Phonska Januari 2024

No	Parameter	Critical to Quality (CTQ)	Frekuensi Pengujian / hari	Total pengujian / Bulan	Jumlah Cacat / out of spec	Persentase cacat
1	N_2O	13.8% - 16.2%	6	170	23	13,53%
2	P_2O_5	9.2% - 10.8%	6	170	109	64,12%
3	K_2O	11.0% - 13.0%	6	170	132	77,65%

Sumber : PT. XYZ, 2023

Pada Tabel 5 diketahui bahwa terdapat 3 parameter CTQ pada produk pupuk phonska dengan spesifikasi kadar N_2O harus diantara 3.8% - 16.2%, P_2O_5 9.2% - 10.8%, dan K_2O 11.0% - 13.0%. pada parameter N_2O persentase cacat pada bulan januari sebesar 13,53%, parameter P_2O_5 sebesar 64,12%, dan parameter K_2O sebesar 77,65%.

Measure

Dalam proses pembuatan pupuk phonska, ada tiga faktor Kualitas Kritis (CTQ) yang menjadi pertimbangan. Selain itu, peta kendali juga digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap kemampuan produksi pupuk Phonska pada suatu perusahaan manufaktur tertentu. Tabel berikut ini memberikan gambaran permasalahan produk yang terjadi pada proses produksi pupuk Phonska dan tidak memenuhi kriteria yang diharapkan.

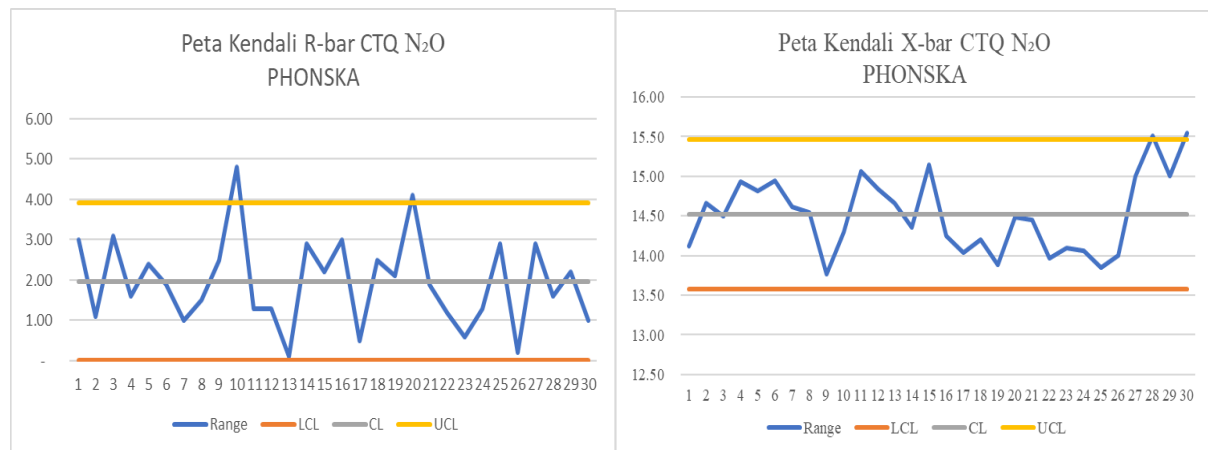
Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Out Of Spec dari Proses Produksi Phonska Selama Bulan Januari 2024

Tanggal	Parameter N_2O	Parameter P_2O_5	Parameter K_2O
	Hasil Analisis Out Of Spec (%)		
01	12.3, 12.7	12.1, 11.0, 12.3, 13.5, 12.0, 11.0	17.9, 16.4
02	-	11.3, 11.5, 10.9, 11.5	14.4, 13.9
03	12.5	11.6, 12.1, 11.7, 11.6, 13.1	14.3, 13.8, 10.2, 19.4, 10.4, 10.0
04	-	11.0, 12.4, 12.5	9.9, 10.1
05	13.5	12.0, 11.7, 11.5, 14.3	10.5, 10.5, 16.6, 14.0, 9.1
06	16.3	11.0, 12.2, 10.9, 10.9	9.5, 14.8, 13.6, 9.8
07	-	11.2, 10.9	13.7, 13.5, 14.0
08	-	11.3, 10.9	14.6, 8.9, 15.0, 13.3
09	12.6, 12.9	-	15.4, 12.0, 13.5, 16.4, 16.4
10	12.1, 16.9, 16.3, 12.7	11.0, 11.8, 12.6, 10.9	18.3, 5.7, 6.9, 14.8, 15.2, 14.3
11	-	11.3, 11.6, 11.9, 11.0, 12.5	9.0, 14.6
12	-	10.1, 10.9, 11.6, 11.0	12.2, 12.4, 10.2
13	-	14.9, 14.1, 11.4	10.4, 10.6, 13.1
14	-	11.6, 11.0, 11.9	9.2, 10.5, 15.7, 14.2
15	-	10.9	9.9, 9.3, 9.8, 13.9
16	12.5	10.9, 11.4, 11.3, 12.8, 12.0, 11.0	15.7, 10.3, 10.5, 17.7
17	-	11.2, 13.2, 12.3, 11.9, 11.9	15.8, 13.2, 14.6, 19.6, 14.4
18	12.8	11.0, 10.9, 11.3, 14.7	16.1
19	13.6, 13.1	14.1, 11.1, 11.5, 11.3	13.2, 13.8, 14.3, 16.9
20	16.5, 12.4, 12.9	11.1, 12.5, 12.0, 10.9	6.8, 10.4, 17.6, 15.8, 8.3
21	-	11.8, 11.1, 12.8, 11.3	13.2, 13.5, 14.5

22	13.3	11.0, 12.1, 12.6	14.4
23	-	12.9, 13.1, 12.9, 12.1	-
24	13.5	13.0, 14.3, 13.6, 13.5, 11.1	14.2
25	13.1, 11.9	12.8, 11.5, 12.0, 12.7	14.0, 19.1
26	-	12.3, 13.2, 14.5	-
27	-	11.2, 11.6, 11.7, 12.1	8.1
28	16.4	11.9, 13.0, 11.9, 11.5,	9.2, 8.5
29	-	11.5, 12.0, 13.5	8.9, 10.3
30	-	11.4, 8.6	9.5, 9.4

Sumber : PT. XYZ, 2024

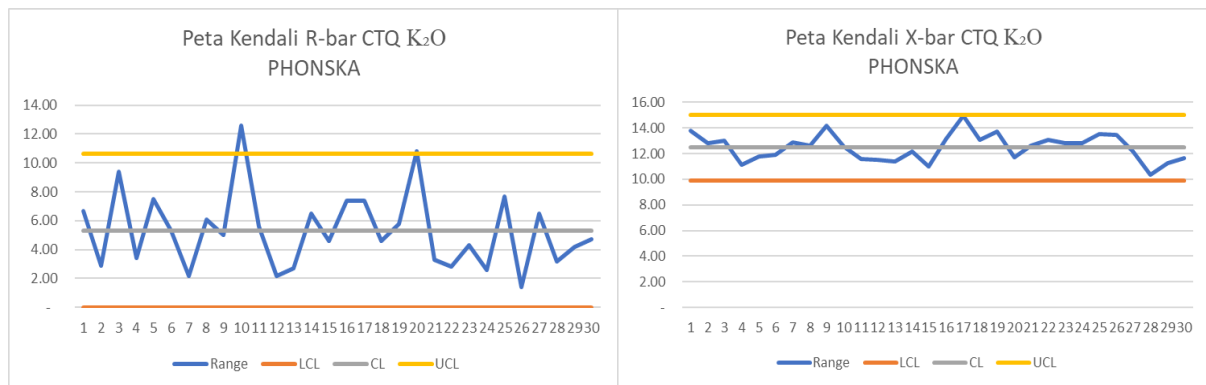
Tabel 6 memberikan ringkasan temuan analisis data yang tidak memenuhi kriteria yang ditentukan. Selanjutnya, peta kendali dibuat dengan menggunakan semua data yang dikumpulkan, termasuk data normal dan di luar spesifikasi. Peta kendali adalah perangkat grafis yang digunakan untuk menggambarkan batasan kendali atas dan bawah dalam lingkungan tertentu (Saputra & Slamet, 2020). Saat ini, prosedurnya melibatkan pembuatan peta kendali menggunakan pendekatan Bagan \bar{x} -R. Untuk ukuran sampel $n < 10$, standar deviasi tidak diperlukan untuk mendeteksi perbedaan dalam peta kendali. Nilai rentang digunakan untuk membuat diagram kendali. Peta kendali disebut sebagai Bagan \bar{x} -R, terdiri dari bagan \bar{x} dan bagan R. Simbol \bar{x} mewakili mean sampel dan R mewakili rentang. Rentang adalah perbedaan numerik antara nilai terendah dan terbesar dalam suatu sampel, yang memberikan wawasan tentang variabilitas data. R-chart dirancang untuk mengelompokkan interval variasi data ke dalam interval tertentu untuk mencapai kurva distribusi normal. Bagan Xbar dibuat untuk menyelaraskan median data bagan R dengan median distribusi normal (Purnamasari, 2022). Berikut merupakan peta kendali \bar{x} - R tiap parameter.



Sumber : Olah Data Primer, 2024

Gambar 1. Control chart \bar{x} - R parameter N₂O

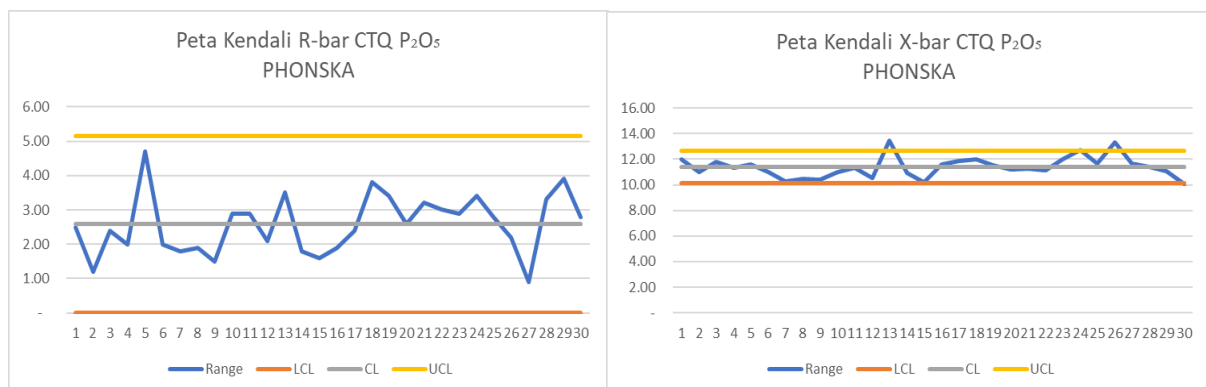
Berdasarkan diagram kendali \bar{x} - R chart untuk kadar N₂O, terdapat kejadian ketika data batang X melebihi batas kendali atas (UCL) pada 28-01-2024 dan 30-01-2024. Selain itu, diagram kendali R-bar CTQ juga menunjukkan variasi kadar N₂O. Selain itu, terdapat dua kejadian data yang melebihi batasan peraturan, yaitu pada 09-01-2024 dan 20-01-2024. Gambar 2 menampilkan diagram kendali parameter K₂O.



Sumber : Olah Data Primer, 2024

Gambar 2. Control chart \bar{x} - R parameter K_2O

Berdasarkan diagram kendali \bar{x} - R chart untuk level K_2O , terdapat kejadian data batang X yang tidak terkontrol yang melebihi batas kendali atas (UCL) pada dua tanggal: 09-01-2024 dan 20-01-2024. Namun, diagram kendali R-bar CTQ menunjukkan bahwa semua level K_2O dikelola dengan baik. Gambar 3 menampilkan diagram kendali untuk parameter P_2O_5 .



Sumber : Olah Data Primer, 2024

Gambar 3. Control chart \bar{x} - R parameter P_2O_5

Berdasarkan grafik kendali \bar{x} - R chart CTQ untuk level P_2O_5 , masih terdapat titik data X-bar yang tidak terkontrol dan melebihi batas kendali atas (UCL) pada dua tanggal tertentu: 13-01-2024 dan 27-01-2024. Namun, grafik kendali R-bar CTQ menunjukkan bahwa semua level P_2O_5 diatur dengan benar. Untuk menilai posisi kompetitif suatu perusahaan di sektor industri, penting untuk menentukan nilai sigma, yaitu standar yang diterima secara luas yang digunakan untuk menilai kualitas manufaktur pupuk. Teks berikut menguraikan pendekatan dan representasi matematis yang digunakan untuk menghitung Cacat Per Juta Peluang (DPMO) dan nilai sigma (Maulana Zaki et al., 2023) :

$$TOP \text{ (Total Opportunities)} = \text{Jumlah Produksi} \times CTQ \tag{1}$$

$$DPO \text{ (Defect Per Opportunities)} = \text{Jumlah Cacat} / TOP \tag{2}$$

$$DPMO \text{ (Defect Per Million Opprotunities)} = DPO \times 1000000 \tag{3}$$

$$\text{Sigma (Ms. Excel)} = NORM.S.INV((1000000-DPMO)/1000000) + 1.5 \tag{4}$$

Pada penelitian ini terjadinya *waste defect* terdapat pada proses *grading*, *cutting*, dan *marker* sehingga terdapat 3 macam *Critical To Quality* terdapat pada proses produksi.

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Nilai Sigma

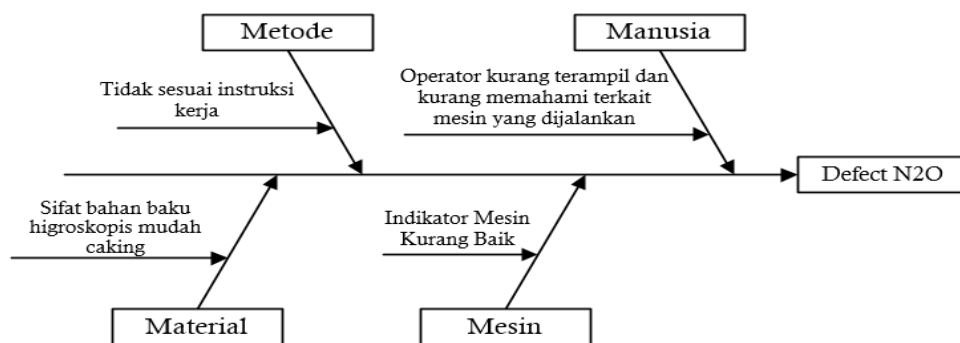
Produk	Jumlah Produksi (kali)	Jumlah Cacat (kali)	CTQ	TOP	DPO	DPMO	Sigma
Pupuk Phonska	510	264	3	1530	0,173	172549	2,44

Sumber : Olah Data Primer, 2024

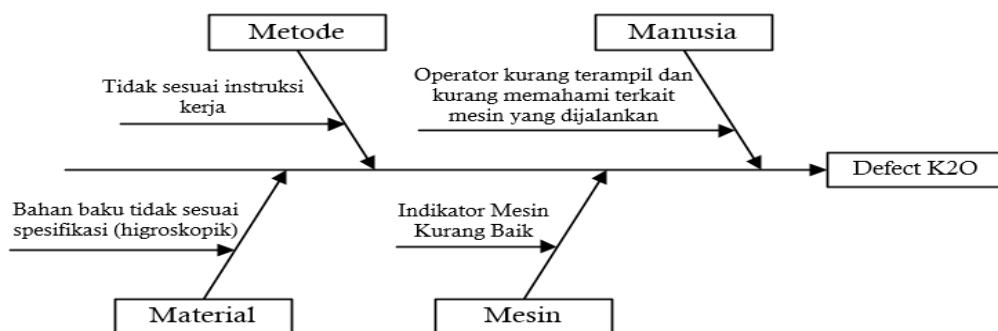
Berdasarkan Tabel 7 terlihat rata-rata nilai DPMO periode Januari 2024 terhadap produk pupuk phonska adalah sebanyak 172549 dengan nilai sigma sebesar 2,44,

Analysis

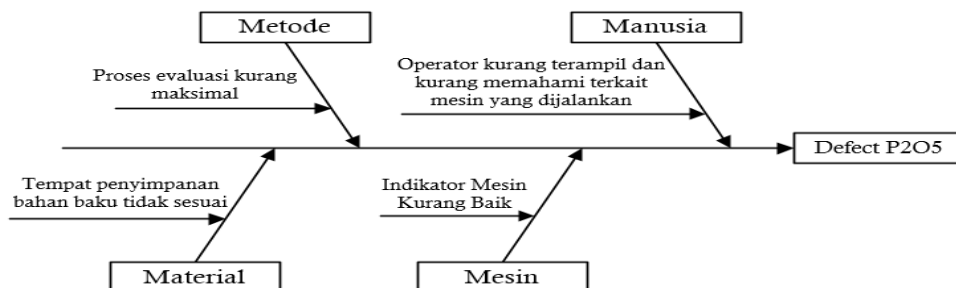
Langkah analisisnya meliputi melakukan kajian untuk mengungkap kelemahan yang melekat dalam proses produksi pupuk phonska berdsarkan tiga indicator yaitu N₂O, K₂O, dan P₂O₅. Serta menentukan faktor-faktor mendasar yang berkontribusi terhadap kesalahan dalam pembuatannya. Tingkat penyelidikan ini memerlukan penggunaan Diagram Tulang Ikan.



Gambar 4. Diagram Tulang Ikan Defect N₂O



Gambar 5. Diagram Tulang Ikan Defect K₂O



Gambar 6. Diagram Tulang Ikan Defect P₂O₅

Pada gambar 4 hingga gambar 6 diketahui bahwa terdapat beberapa penyebab yang dapat menyebabkan terjadinya produk *out of spec*, beberapa penyebab tersebut kemudian dilakukan analisis solusi tindak perbaikan serta prioritas dilakukannya tindak perbaikan dengan metodologi FMEA.

Improve

Digunakan metodologi FMEA untuk menilai setiap langkah proses produksi dapat membantu dalam mengidentifikasi sumber kegagalan yang paling mungkin terjadi. Tim proyek Six Sigma yang berpengalaman mengetahui bahwa dari tiga elemen yang membentuk jumlah potensi risiko (deteksi, tingkat keparahan, dan kejadian), penanganan kejadian akan mempunyai dampak terbesar pada pelanggan (Edalati & Prakash, 2023), oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan perancangan FMEA guna menanggulangi tiap permasalahan.

Rencana perbaikan diimplementasikan untuk variabel-variabel yang mempunyai kapasitas untuk menyebabkan kelemahan, sebagaimana ditentukan oleh pemeriksaan diagram tulang ikan. Pada tahap ini, analisis dilakukan menggunakan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi penyebab utama masalah tersebut. Selain itu, tindakan perbaikan juga ditentukan dan prioritas kegiatan tersebut ditetapkan berdasarkan nilai Angka Prioritas Risiko (RPN). Tabel 8 menampilkan analisis FMEA.

Tabel 8. Analisis FMEA Out Of Spec Pupuk Phonska

<i>Mode Of Failure</i>	<i>Effect Of Failure</i>	<i>S</i>	<i>Cause Of Failure</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>
Tidak sesuai spesifikasi	Defect Produk karena kadar K ₂ O	2	Material Sifat bahan baku mudah larut air	4	Diletakkan di tempat penyimpanan yang sesuai	2	16
		8	Mesin Indikator mesin kurang baik	5	Dilakukan pengecekan dan kalibrasi berkala terhadap indikator mesin	4	180
		2	metode Tidak sesuai instruksi kerja	2	Dilakukan pembacaan instruksi kerja sebelum melaksanakan pekerjaan	2	8
		2	Manusia Operator kurang terampil dan kurang memahami terkait mesin yang dijalankan	2	Operator diberikan pelatihan atau sertifikasi sesuai kompetensi yang dibutuhkan.	2	8
Tidak sesuai spesifikasi	Defect Produk karena kadar N ₂ O	3	Material Sifat bahan baku higroskopis Mudah caking	2	Dilakukan pengecekan secara berkala terhadap kondisi bahan baku	3	18
		8	Mesin Indikator mesin kurang baik	5	Dilakukan pengecekan dan kalibrasi berkala terhadap indikator mesin	4	180

Tidak sesuai spesifikasi	Defect Produk karena kadar P ₂ O ₅	2	metode	Tidak sesuai instruksi kerja	2	Dilakukan pembacaan instruksi kerja sebelum melaksanakan pekerjaan	2	8
		2	Manusia	Operator kurang terampil dan kurang memahami terkait mesin yang dijalankan	2	Operator diberikan pelatihan atau sertifikasi sesuai kompetensi yang dibutuhkan	2	8
		2	Material	Tempat penyimpanan bahan baku tidak sesuai	4	Dilakukan pengecekan berkala terhadap penyimpanan bahan baku	2	16
		8	Mesin	Indikator mesin kurang baik	5	Dilakukan pengecekan dan kalibrasi berkala terhadap indikator mesin	4	180
		2	metode	Proses evaluasi kurang maksimal	2	Dilakukan evaluasi pekerjaan setiap mau memulai pekerjaan	2	8
		2	Manusia	Operator kurang terampil dan kurang memahami terkait mesin yang dijalankan	2	Operator diberikan pelatihan atau sertifikasi sesuai kompetensi yang dibutuhkan.	2	8

Pada tabel 8 diketahui bahwa terdapat beberapa akar masalah yg didapatkan berdasarkan diagram tulang ikan, kemudian berdasarkan analisis FMEA diketahui bahwa prioritas tindak perbaikan pada ketiga indikator terletak pada permasalahan yang terdapat pada faktor mesin yang menunjukkan indikator mesin kurang baik, permasalahan tersebut perlu diprioritaskan dikarenakan pada memiliki nilai RPN tertinggi masing-masing sebesar 180. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis perbaikan berdasarkan skala prioritas atau ranking dari hasil analisis FMEA tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa CTQ prduk pupuk phonska pada penelitian ini adalah Kadar N₂O dengan target 13.8% - 16.2%, P₂O₅ dengan target 9.2% - 10.8%, dan K₂O dengan target 11% – 13%. Pada proses produksi ini kerap kali terjadi produk cacat dengan nilai DPO sebanyak 172549 sehingga mendapatkan nilai sigma pada produksi pupuk phonska sebesar 2,44. Terjadinya cacat produksi pupuk phonska tersebut disebabkan karena bahan baku tidak sesuai spesifikasi dan kondisi penyimpanan bahan baku kurang baik, selain itu dikarenakan operator kurang terampil dan kurang memahami terkait mesin yang dijalankan, pada faktor mesin dikarenakan indikator mesin kurang baik dan screen yang berlubang, pada faktor metode dikarenakan tidak terdapat instruksi kerja yang jelas. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa nilai RPN tertinggi pada ketiga indikator yaitu pada faktor mesin yang menunjukkan indikator mesin kurang baik sehingga dapat dilakukan tindak perbaikan berupa pengecekan dan kalibrasi

berkala terhadap indikator mesin, Selanjutnya tindak perbaikan lainnya dapat dilakukan berdasarkan urutan RPN dari tertinggi ke terendah.

Saran

PT. XYZ diharapkan untuk mengevaluasi ide-ide berdasarkan temuan studi dan melaksanakan kebijakan yang sesuai, dengan tujuan menghasilkan keuntungan di masa depan. Selain itu, penting untuk menghitung beban staf untuk mengelola kelelahan secara efektif, yang memerlukan tugas-tugas seperti penjadwalan, sertifikasi, dan mempekerjakan personel tambahan bila diperlukan. Langkah-langkah pengendalian kualitas yang ketat diterapkan, dan penyimpanan bahan mentah dioptimalkan hingga tingkat tertinggi. Jalankan instruksi kerja saat ini dengan tekun dan lakukan aktivitas pengendalian secara teratur.

REFERENSI

- Ahmad, F. (2019). Six Sigma Dmaic Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada Ukm. *Jisi Um*, 6(1), 7. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi/article/view/4061>
- Alfadilah, H., Hadining, A. F., & Hamdani, H. (2022). Pengendalian Kualitas Produk Cacat Piece Pivot pada PT. Trijaya Teknik Karawang Menggunakan Seven tool dan Analisis Kaizen. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1), 2814–2822. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i1.3667>
- Ansyah, N. A., & Sulistiyowati, W. (2022). Analysis of Quality Control of Shrimp Crop Products with Seven Tools and FMEA Methods (Case Study : UD. Djaya Bersama). *Procedia of Engineering and Life Science*, 2(2). <https://doi.org/10.21070/pels.v2i2.1303>
- Bayu Nirwana, I. A., Rizqi, A. W., & Jufryanto, M. (2022). Implementasi Metode Failure Mode Effect and Analisis (FMEA) Pada Siklus Air PLTU. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 8(2), 110. <https://doi.org/10.24014/jti.v8i2.19369>
- Cesaron, D., & Tandianto. (2019). Penerapan Metode Six Sigma Dengan Pendekatan Dmaic Pada Proses Handling Painted Body Bmw X3 (Studi Kasus: Pt. Tjahja Sakti Motor). *Jurnal PASTI*, IX(3), 248–256.
- Edalati, A., & Prakash, R. A. (2023). *Develop a Process for the Selection of New Continuous Improvement Projects* [Malardalen University Sweden]. <https://sixsigmastudyguide.com/failure-mode-effects-analysis-fmea/>
- Fadhlirobby, Sopiandi, A., Suliah, L., Savitri, & Sunarya, E. (2022). Analisa Pengendalian Kualitas (Quality Control) Dalam Meningkatkan Kualitas Produk (Studi Kasus Rumah Produksi Tempe Azaki). *JIP Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(10), 3269–3272.
- Gusniar, I. N., & Ramadhan, D. N. (2022). Pengendalian Kualitas Menggunakan Seven Tools dan Kaizen pada Part PLG di PT Naratama Sayagai Indonesia. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4), 3655–3663. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i4.4647>
- Hasna, N. A., & Purnama, R. A. (2021). Pengaruh Biaya Produksi dan Biaya Kualitas Terhadap Harga Jual yang Terdapat di PT Akasha Wira International Tbk. *Jurnal Mahasiswa Akuntansi*, 2(1), 214–231.
- Irawan, D. (2020). Peningkatan Daya Saing Usaha Micro Kecil dan Menengah Melalui Jaringan Usaha. *Coopetition: Jurnal Ilmiah Manajemen*, X(2), 103–116.
- Kusnanto, K., & Sugianto, W. (2021). Analisis Keandalan Pneumatic System Pada Pesawat Penumpang Di Pt Abc. *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, 4(1), 38–47. <https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal/article/view/3078>
- Lestari, R. C., Handayani, K. F., Firmansyah, G. G., & Fauzi, M. (2022). Upaya Meminimalisasi Cacat Produk Dengan Implementasi Metode Lean Six Sigma (Studi Kasus Perusahaan PT. XYZ). *Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometrika*, 2(1), 82–93.
- Maulana Zaki, F., Ismiyah, E., & Wasiur Rizqi, A. (2023). Analisis Kualitas Produksi Leaf Spring Type Volvo Dengan Metode Six Sigma Pada PT. XYZ. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4),

- 6938–6948. <https://doi.org/10.32672/jse.v8i4.5948>
- Nency, A. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Dengan Metode Lean Six Sigma Untuk Meminimalisir Cacat Produk Pada PT Adi Satria Aadi. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 2(7), 2973–2808.
- Pratiwi, A. I., & Santosa, R. Y. (2021). Pengendalian Kualitas Pada Proses Penerimaan Barang Untuk Menurunkan Defect Product Dengan Pendekatan Six Sigma. *Industry Xplore*, 6(1), 12–21. <https://doi.org/10.36805/teknikindustri.v6i1.1381>
- Purnamasari, E. R. G. (2022). Implementasi Pengendalian Kualitas Statistik (Grafik Kendali X - R) Untuk Sifat Utama Produk Kerosine Di PPSDM Cepu. *NUCLEUS*, 3(2), 123–127.
- Rozi, F., & Nugroho, A. J. (2022). Upaya Perbaikan Kualitas Produk Batik Di Batik Allusian Menggunakan Metode Six Sigma Dan New Seven Tools. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 1(11), 2971–2982.
- Saputra, D., & Slamet, A. S. (2020). Implementasi “ Control Chart” Untuk Meningkatkan Mutu Layanan Publik Dibidang Internet Pada Pt. Telkomsel. *Jurnal Sosial Dan Humanis Sains*, 5(1), 13–21.
- Saputro, M. B., & Basuki, M. (2022). Risk Assessment K3 Pada Divisi Kapal Niaga Pt. Pal Indonesia Menggunakan Metode Fmea (Failure Mode and Effect Analysis). *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMITAN)*, 1(1), 203–213. <https://doi.org/10.31284/j.semitan.2022.3240>
- Suherman, A., & Cahyana, B. J. (2019). Pengendalian Kualitas dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya. *Jurnal UMJ*, 16, 1–9.
- Wahyudi, M. R., Baihaqi, I., & Prihananto, P. (2021). Implementasi Six Sigma untuk Perbaikan Proses Bisnis dan Perancangan Prosedur Operasional Standar: Studi Kasus pada Nasi Krawu Bu Tiban Gresik. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.54031>
- Zakariya, Y., Mu'tamar, M. F. F., & Hidayat, K. (2020). Analisis Pengendalian Mutu Produk Air Minum dalam Kemasan Menggunakan Metode New Seven Tools (Studi Kasus di PT. DEA). *Rekayasa*, 13(2), 97–102. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i2.5453>