



Pengendalian kualitas *base oil* menggunakan metode *six sigma*

Achmad Bahauddin*, Muhammad Ridho Latif

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jenderal Sudirman KM.3 Cilegon, Banten 42435

ARTICLE INFO

Keywords:
Quality control
Six sigma
FMEA

ABSTRACT

Production quality is one of the factors that can be a source of company excellence to achieve efficiency and effectiveness in running its business. Good production quality can increase company competitiveness and consumer confidence, so that profits can also increase. PT ABC is one of the companies engaged in the processing of hazardous (B3) waste. The problems faced by PT ABC is the percentage of defects in base oil products which is still quite high at 57.79%, so improvements are needed in order to reduce the percentage of defects. This study aims to determine the critical to quality (CTQ) in the production of base oil at PT ABC, determine the value of sigma on base oil production at PT ABC, as well as providing suggestions for improvements to improve the production process at PT ABC. This research was conducted using the six sigma method using the DMAIC approach (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control). Based on the results of data processing obtained 6 criteria critical to quality (CTQ) in the production of base oil at PT ABC where the criteria for mixing the bleaching earth agent is not evenly distributed gets the highest score. The sigma value obtained in the production of base oil at PT ABC is 2,859 and can be classified as the industry average in Indonesia.

1. Pendahuluan

Setiap perusahaan berusaha untuk dapat meningkatkan kualitas produksinya agar dapat bersaing dengan perusahaan lainnya. Kebutuhan manusia yang terus meningkat menjadi salah satu faktor yang memicu pertumbuhan di sektor industri. Hal ini memicu persaingan yang semakin berat di sektor industri baik industri dalam skala kecil maupun skala besar. Kualitas produk merupakan faktor terpenting dalam suatu perusahaan. Kualitas produksi merupakan salah satu faktor yang dapat menjadi sumber keunggulan perusahaan untuk mencapai efisiensi dan efektivitas dalam menjalankan usahanya karena kualitas produksi yang baik dapat meningkatkan daya saing perusahaan dan kepercayaan konsumen, sehingga keuntungan yang di dapat pun dapat meningkat [1], [2], [3], [4].

Pengertian *six sigma* adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO atau *Defect Per Million Opportunities*) untuk setiap transaksi produk (barang dan/atau jasa). Dengan konsep *six sigma* perusahaan dapat mengharapkan 3,4 kegagalan per juta kesempatan atau diharapkan bahwa 99,99966% dari apa yang diharapkan oleh konsumen akan ada dalam produk tersebut [5], [6], [7], [8].

PT ABC bergerak di bidang pengolahan limbah bahan berbahaya beracun (B3), salah satunya adalah pemanfaatan kembali pelumas bekas hingga menjadi *base oil*. Kegiatan pengendalian kualitas dapat membantu mengendalikan tingkat kerusakan produk (*product defect*) sampai pada tingkat kerusakan nol (*zero defect*). Salah satu metode yang tepat digunakan untuk mengendalikan kualitas adalah dengan penerapan *six sigma* pada proses produksi PT ABC. *Base oil* dengan kualitas yang rendah tidak akan dilakukan proses tambahan, sehingga kualitas *base oil* harus tetap dijaga dalam kualitas yang tinggi untuk mempertahankan kepercayaan para pelanggan. Untuk itu perlu adanya pengendalian kualitas pada

PT ABC untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan supaya dapat memenuhi keinginan konsumen.

Penelitian terdahulu yang sejalan dan berkaitan dengan penelitian ini yaitu penelitian [9]. Pada penelitian tersebut dilakukan identifikasi permasalahan dengan siklus DMAIC dan dilakukan perhitungan kemampuan *sigma* serta penentuan faktor dominan penyebab permasalahan yang kemudian diberikan usulan kondisi optimal. Penelitian [10] juga sejalan dengan penelitian ini. Penelitian tersebut menggunakan metodologi *six sigma* yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas asbes yang rendah akibat proses pengasapan yang kecepatan prosesnya tidak diimbangi dengan peningkatan suhu yang tepat. Selain itu juga terdapat penelitian [11]. Penelitian tersebut bertujuan untuk menghasilkan *setting* mesin yang paling optimal untuk mesin air mineral kemasan menggunakan metode *six sigma*. Penelitian lain yang sejalan yaitu penelitian [12]. Pada penelitian tersebut dilakukan identifikasi *waste* pada pada proses produksi *speed roll* dan penentuan kondisi optimal mesin menggunakan metode *six sigma*. Penelitian lain yang menggunakan metode *six sigma* untuk meningkatkan efisiensi proses produksi pipa spiral [13]. Penggunaan *sux sigma* untuk menjaga kualitas proses *blowing* dilakukan oleh [14]. Selain itu, *six sigma* juga diimplementasikan pada rumah sakit [15].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *Critical to Quality* (CTQ) pada produksi *base oil* di PT ABC, mengetahui nilai DPMO, nilai *sigma*, dan kapabilitas proses pada produksi *base oil* di PT ABC, serta memberikan usulan perbaikan guna perbaikan proses produksi di PT ABC. Sejauh penelitian terdahulu yang telah dilakukan belum ada penelitian menggunakan metode *six sigma* untuk produk *base oil* sehingga peneliti ini dapat memperkaya penerapan metode *six sigma* secara teoritis.

2. Metode dan material

* Corresponding author.

Email: ibnumansur@yahoo.com

Received: 7 Maret 2022; Revision: 7 April 2022;

Accepted: 7 April 2022; Available online: 8 April 2022

<http://dx.doi.org/10.36055/jiss.v7i2.14401>



2.1. Six sigma

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode six-sigma, dimana tahapannya adalah DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Berikut ini adalah tahap-tahap penelitian yang dilakukan.

Pada tahap *Define* dilakukan identifikasi proyek yang potensial, mendefinisikan peran orang-orang yang terlibat dalam proyek *six sigma*, mengidentifikasi karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan dan menentukan tujuan [16]. Pada tahap ini dilakukan penjabaran proses produksi, persentase *defect*, penentuan karakteristik kualitas, dan mengetahui tanggapan konsumen.

Measure merupakan langkah kedua dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan yaitu: (1) Menentukan atau memilih karakteristik kualitas kritis CTQ, (2) mengembangkan rencana pengumpulan data, dan (3) melakukan pengukuran *baseline* kinerja output [17]. Beberapa hal yang dilakukan dalam tahap ini yaitu: menentukan cacat dominan yang merupakan CTQ dengan menggunakan diagram Pareto, mengukur nilai total DPMO dan tingkat *sigma* [18]. *Defect* adalah kegagalan untuk memberikan "apa yang diinginkan oleh pelanggan", sedangkan *Defect per Opportunities* (DPO) merupakan ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *six sigma*, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan. Tingkat *sigma* sering dihubungkan dengan kapabilitas proses, yang dihitung dalam *defect per milion opportunities*. Tabel 1 menunjukkan klasifikasi tingkat *sigma*.

Pada tahap ini juga dilakukan pengukuran kemampuan proses. Kemampuan proses merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses produksi mampu menghasilkan output sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan. Batas spesifikasi yang ditentukan berdasarkan kebutuhan pelanggan disebut juga dengan batas toleransi. Untuk mengukur pada tingkat mana output suatu proses berada pada nilai spesifikasi target kualitas yang diinginkan oleh pelanggan, maka digunakan C_{pm} .

Tabel 1.
Tingkat pencapaian *sigma* [3]

Spesifikasi	DPMO (unit)	Level <i>sigma</i>	Keterangan
31%	691.462	1	Sangat tidak kompetitif
69,20%	308.538	2	Rata-rata industri Indonesia
93,32%	66.807	3	Rata-rata industri Indonesia
99,379%	6.210	4	Rata-rata industri USA
99,977%	233	5	Rata-rata industri USA
99,9997%	3,4	6	Industri kelas dunia

Sedangkan C_{pmk} digunakan untuk menunjukkan seberapa baik suatu proses dapat memenuhi batas spesifikasi dengan mengukur jarak terdekat antara kinerja proses dan batas spesifikasi [19]. Apabila C_{pm} dan $C_{pmk} \geq 2,00$, proses sangat mampu memenuhi spesifikasi target kualitas yang ditetapkan oleh pelanggan. Jika nilai C_{pm} dan C_{pmk} antara 1-2, proses berada antara tidak mampu sampai cukup mampu memenuhi spesifikasi target kualitas yang ditetapkan oleh pelanggan. Nilai C_{pm} dan C_{pmk} yang kurang dari 1 dapat dikatakan bahwa proses sangat tidak mampu memenuhi spesifikasi target kualitas yang ditetapkan oleh pelanggan.

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *six sigma*, dengan mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan dalam proses [2]. *Tools* yang dapat digunakan pada tahap ini adalah diagram *fishbone* [17] dan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) [20].

Pengolahan data menggunakan metode FMEA dilakukan dengan empat tahapan, yang pertama adalah menentukan rating keparahan (*severity rating*), yang kedua adalah menentukan rating kejadian (*occurrence rating*), yang ketiga adalah menentukan rating deteksi (*detection rating*), dan terakhir adalah menghitung nilai prioritas resiko (*Risk Priority Number* atau *RPN*) [20]. Tabel 2, 3, dan 4 menunjukkan kategori dan kriteria dari *severity*, *occurrence*, dan *detection rating*. Nilai *RPN* merupakan perkalian dari *severity rating*, *occurrence rating*, dan *detection rating*.

Tabel 2.
Severity rating

Rank	Category	Criteria
1	Minor	Unreasonable to expect that the minor nature of this failure would cause any real effect on the product and/or service. Customer will probably not even notice the failure.
2-3	Low	Low severity ranking due to nature of failure causing only a slight customer annoyance. Customer probably will notice a slight deterioration of the product and/or service. A slight inconvenience in the next process, or minor rework action.
4-6	Moderate	Moderate ranking because failure cause some dissatisfaction. Customer is made uncomfortable or is annoyed by the failure. May cause the use of unscheduled repairs and/or damage of equipment
7-8	High	High degree of customer dissatisfaction due to the nature of the failure such an inoperable product or inoperative convenience. Does not involve safety issues or government regulation. May cause disruptions to subsequent processes
9-10	Very High	Very high severity is when the failure affects safety and involves non-compliance with government regulations.

Tabel 3.
Occurrence rating

Rank	Category	Criteria
1	Unlikely	Failure is unlikely (less than 1 in 1.000.000)
2	Very Low	Process in statistical control. Isolated failure exist (1 in 20.000)
3	Low	Process is in statistical control. Isolated failure occur sometimes (1 in 4,000)
4-6	Moderate	Process in statistical control with occasional failure but not in major proportion (1 in 1000 to 1 in 800)
7-8	High	Process no in statistical control. Have failure often (1 in 40 to 1 in 20)
9-10	Very High	Failure are inevitable

Tabel 4.
Detection rating

Rank	Category	Criteria
1	Very High	Remote likelihood that the product or service will be delivered. The defect is Functionally obvious and readily detected. Detection reliability at least 99,99%.
2-5	High	Low likelihood that the product would be delivered with defect. The defect is obvious. Detection reliability at least 99,80%.
6-8	Moderate	Moderate likelihood that the product will be delivered with defect. The defect is easily identified. Detection reliability at least 98,00%.
9	Low	High likelihood that the product would be delivered with defect. The defect is subtle. Detection reliability at greater than 90%
10	Very Low	Very likelihood that the product and/or service will be delivered with defect. Item is usually not check or not checkable. Quite often the defect is latent and would not appear during the process or service. Detection reliability 90% or less.

Tabel 5.
Data jenis kegagalan

Hari	Grade rendah	Kriteria						Total
		1	2	3	4	5	6	
1	10	5	-	2	3	-	-	10
2	8	2	-	1	3	-	2	8
3	5	-	2	1	1	1	-	5
4	4	3	-	1	-	-	-	4
5	6	4	1	-	1	-	-	6
6	7	2	2	1	-	-	2	7
7	9	1	-	3	2	3	-	9
8	4	1	-	1	-	2	-	4
9	10	1	3	2	2	2	-	10
10	6	1	-	1	-	3	1	6
11	4	-	3	-	1	-	-	4
12	5	-	-	1	2	1	1	5
13	7	2	2	-	-	3	-	7
14	7	1	1	4	1	-	-	7
15	4	2	-	1	-	-	1	4
16	5	3	1	-	-	1	-	5
17	9	-	-	5	1	-	3	9
18	1	-	-	1	-	-	-	1
19	7	1	2	-	3	-	1	7
20	9	1	-	3	-	2	3	9
21	9	1	-	5	2	1	-	9
22	8	1	2	1	-	3	1	8
23	10	2	1	3	2	-	2	10
Total	154	34	20	37	24	22	17	154

Tahap selanjutnya adalah *improve*. Tahap *improve* adalah tahapan yang digunakan sebagai perencanaan perbaikan atau usulan yang akan diaplikasikan pada proses produksi untuk meningkatkan kualitas produk. Pada tahap ini rencana perbaikan ditetapkan berdasarkan rencana tindakan (*action plan*) yang diperoleh dari hasil pengolahan data menggunakan metode FMEA.

Selanjutnya dilakukan tahap *control*. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data setelah perbaikan, pembuatan peta kendali setelah perbaikan, menghitung DPMO dan *sigma quality level* dan membandingkan tingkat kualitas sebelum dan setelah perbaikan dengan melakukan uji hipotesis [21]. Pada penelitian ini tahap *control* tidak dilakukan dan penelitian hanya sampai pada tahap *improve*.

3. Hasil dan pembahasan

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data hasil uji laboratorium pada produk base oil daur ulang dan data jenis kegagalan. Data hasil uji laboratorium, jenis kegagalan dan persentase defect selama kegiatan penelitian dilaksanakan dapat dilihat di Tabel 5. Dari data tersebut terdapat total 276

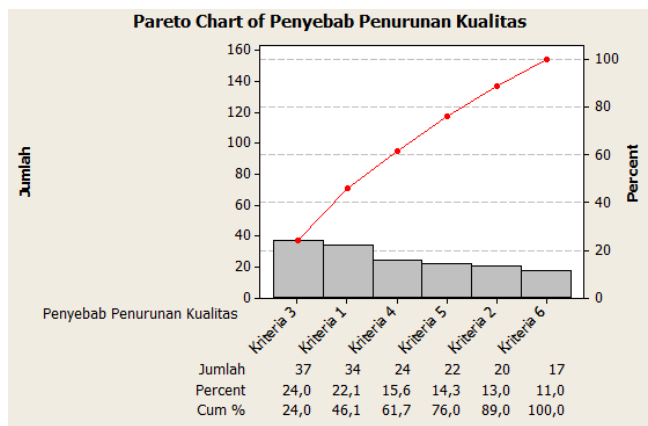
sampel yang diuji dengan 154 sampel yang memiliki grade rendah. Selanjutnya adalah data jenis kegagalan yang dapat dilihat di Tabel 6.

Dari tabel diatas diketahui terdapat 6 kriteria kegagalan dengan total masing-masing secara terurut adalah 34, 20, 37, 24, 22, dan 17. Pada tahap *define* digunakan metode persentase *defect* untuk mengetahui persentase defect rata-rata produksi. Tabel 6 adalah hasil uji laboratorium dan perhitungan persentase *defect* yang telah dilakukan. Selanjutnya dijelaskan proses produksi daur ulang oli bekas menjadi *base oil*. Pada proses awal kedatangan, oli bekas akan ditampung dalam tangki dan di simpan pada tempat penyimpanan bahan baku. Setelah itu tangki akan dialirkan *thaland thermal* untuk dipanaskan dan selanjutnya akan dialirkan kembali ke tangki pencampuran.

Pada tangki pencampuran, oli bekas akan dicampurkan dengan *activated bleaching earth* untuk dicampurkan selagi tetap dipanaskan sehingga kotoran yang menempel pada oli bekas akan terpisahkan. Setelah terpisahkan antara oli dan kotoran yang ada di dalamnya, kemudian oli akan dilakukan penyaringan yang kemudian akan dialirkan kembali untuk disimpan pada tangki besar hingga pelanggan datang. Berikut ini adalah masalah utama yang menimbulkan penurunan kualitas pada produk *base oil*.

Tabel 6.
Data hasil uji laboratorium

Hari	Sampel	Grade rendah	Defect
1	12	10	83,3%
2	12	8	66,7%
3	12	5	41,7%
4	12	4	33,3%
5	12	6	50%
6	12	7	58,3%
7	12	9	75%
8	12	4	33,3%
9	12	10	83,3%
10	12	6	50%
11	12	4	33,3%
12	12	5	41,7%
13	12	7	58,3%
14	12	7	58,3%
15	12	4	33,3%
16	12	5	41,7%
17	12	9	75%
18	12	1	8,3%
19	12	7	58,3%
20	12	9	75%
21	12	9	75%
22	12	8	66,7%
23	12	10	83,3%
Total	276	154	55,797%

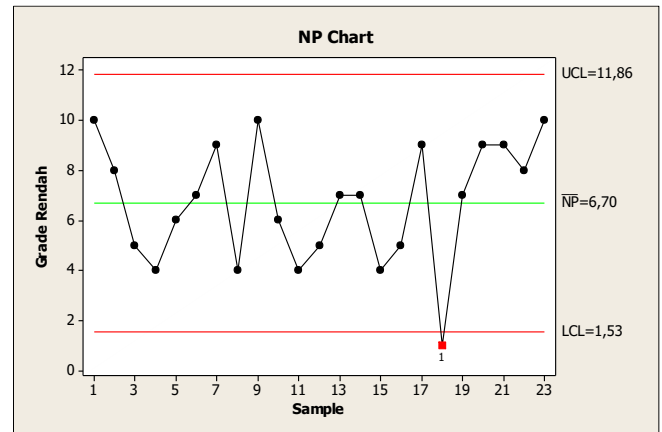


Gambar 1. Diagram Pareto penyebab penurunan kualitas *base oil*

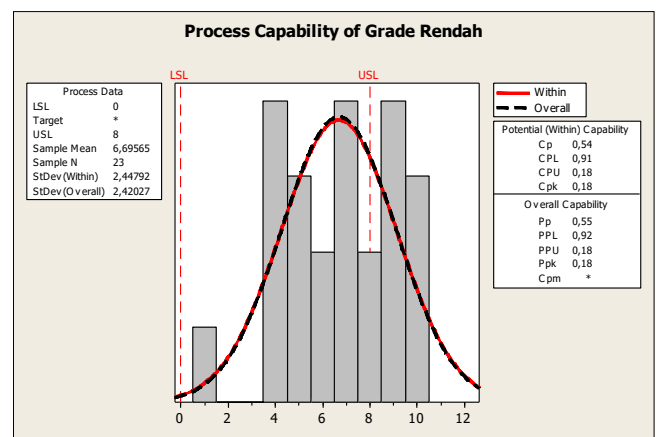
Penyebab terjadi penurunan kualitas *base oil* adalah pencampuran *bleaching earth agent* tidak merata (Kriteria 1), pemanasan pada *talend thermal* tidak stabil (Kriteria 2), perbandingan *bleaching earth agent* tidak sesuai (Kriteria 3), bahan baku tidak bagus (Kriteria 4), kualitas *bleaching earth agent* tidak bagus (Kriteria 5), dan terdapat endapan pada saat proses transfer (Kriteria 6). Diagram Pareto dari penyebab penurunan kualitas *base oil* disajikan pada Gambar 1. Dari Gambar 1 diketahui bahwa perbandingan *bleaching earth agent* tidak sesuai (Kriteria 3) menjadi penyebab yang paling mempengaruhi kualitas *base oil* dengan jumlah 37 sampel dan menyumbang persentase *defect* sebanyak 24%.

Dari hasil tersebut didapatkan rata-rata nilai DPMO pada produksi 23 hari terakhir adalah 92995,169 dengan tingkat sigma 2,859475, dimana berdasarkan penelitian [16] dapat dikategorikan sebagai rata-rata industri di Indonesia. Hal ini dikonfirmasi dengan penelitian yang dilakukan oleh Rosyidasari dan Iftadi [22] dimana nilai sigma yang diperoleh adalah sebesar 3,7065 untuk produk *Refined Bleached Deodorized Palm Oil*. Penelitian Sari [23] juga mengkonfirmasi nilai sigma pada Produksi Palm Kernel Oil (PKO) di PT. Socfin

Indonesia sebesar 2,4796.



Gambar 2. Peta kendali produksi



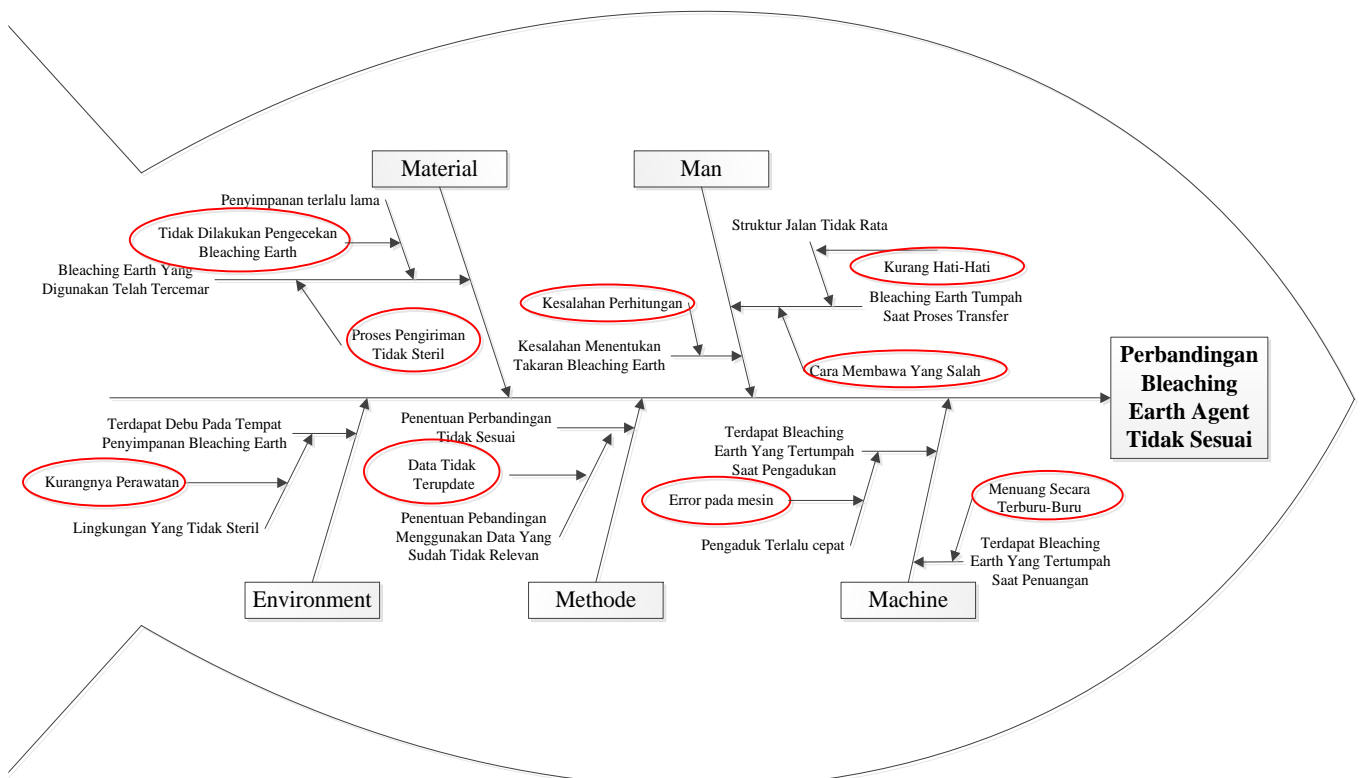
Gambar 3. Kapabilitas proses

Pada tahap *analyze* digunakan peta kendali NP. Peta kendali NP digunakan karena data yang didapatkan berupa data atribut dan memiliki jumlah sampel yang sama pada setiap pengujiannya. Selain menggunakan peta kendali, pada penelitian ini pun dilakukan analisa kapabilitas proses. Dari hasil perhitungan kapabilitas proses yang telah dilakukan didapatkan nilai C_{pm} sebesar 0,54 dan C_{pmk} sebesar 0,18. Selanjutnya dilakukan analisa diagram *fishbone* untuk menentukan permasalahan utama pada proses daur ulang oli bekas menjadi *base oil*.

Dari hasil analisa yang dilakukan, didapatkan sembilan permasalahan utama yang perlu dilakukan perbaikan. Untuk menentukan perbaikan yang sesuai dilakukan dengan menggunakan metode FMEA. Tahap *improve* adalah tahapan yang digunakan sebagai perencanaan perbaikan atau usulan yang akan diaplikasikan pada proses produksi. Rencana perbaikan diperoleh dari *action planning* pada Tabel 8. Berikut ini adalah perhitungan nilai RPN dan usulan perbaikan menggunakan metode FMEA. Berdasarkan Tabel 8 hasil pengolahan data menggunakan metode FMEA diperoleh urutan permasalahan yang menyebabkan perbandingan *bleaching earth agent* tidak sesuai adalah kurangnya perawatan lingkungan, kesalahan perhitungan takaran, data tidak terupdate, cara membawa *bleaching earth* yang salah, proses pengiriman tidak steril, tidak dilakukan pengecekan pada *bleaching earth*, kurang hati-hati saat proses transfer, menuang secara terburu-buru, dan error pada mesin. Rencana perbaikan untuk mengatasi permasalahan tersebut ditampilkan dalam Tabel 9.

Tabel 7.
Perhitungan DPMO dan nilai *sigma*

Hari	Sampel	Grade rendah	CTQ	DPU	DPO	DPMO	Nilai <i>sigma</i>
1	12	10	6	0,83	0,139	138888,89	2,585
2	12	8	6	0,67	0,111	111111,11	2,721
3	12	5	6	0,42	0,069	69444,44	2,980
4	12	4	6	0,33	0,056	55555,56	3,093
5	12	6	6	0,50	0,083	83333,33	2,883
6	12	7	6	0,58	0,097	97222,22	2,798
7	12	9	6	0,75	0,125	125000,00	2,650
8	12	4	6	0,33	0,056	55555,56	3,093
9	12	10	6	0,83	0,139	138888,89	2,585
10	12	6	6	0,50	0,083	83333,33	2,883
11	12	4	6	0,33	0,056	55555,56	3,093
12	12	5	6	0,42	0,069	69444,44	2,980
13	12	7	6	0,58	0,097	97222,22	2,798
14	12	7	6	0,58	0,097	97222,22	2,798
15	12	4	6	0,33	0,056	55555,56	3,093
16	12	5	6	0,42	0,069	69444,44	2,980
17	12	9	6	0,75	0,125	125000,00	2,650
18	12	1	6	0,08	0,014	13888,89	3,700
19	12	7	6	0,58	0,097	97222,22	2,798
20	12	9	6	0,75	0,125	125000,00	2,650
21	12	9	6	0,75	0,125	125000,00	2,650
22	12	8	6	0,67	0,111	111111,11	2,721
23	12	10	6	0,83	0,139	138888,89	2,585
Total	276	154		0,56	0,093	92995,169	2,859



Gambar 4. Diagram *Fishbone* produk *base oil*

Tabel 8.
Pengolahan data menggunakan metode FMEA

Failure mode	Effect of failure	Cause of failure	S	O	D	RPN	Rank
Bleaching earth tumpah pada saat proses transfer	Cara membawa yang salah Jalan tidak rata	Tidak adanya alat bantu	1	6	3	18	4
		Kurang hati-hati	2	4	1	8	7
Kesalahan menentukan takaran bleaching earth	Kesalahan perhitungan	Karyawan tidak teliti	5	2	2	20	3
Terdapat bleaching earth yang tumpah pada saat penuangan	Menuang secara terburu-buru	Kurang hati-hati	2	4	1	8	8
Terdapat bleaching earth yang tumpah pada saat pengadukan	Pengaduk terlalu cepat	Error pada mesin	6	1	1	6	9
Bleaching earth yang digunakan telah tercemar	Tidak dilakukan pengecekan bleaching earth Proses pengiriman tidak steril	Terlalu lama disimpan	3	3	1	9	6
		Bleaching earth kotor dan kualitasnya tidak bagus	3	3	2	18	5
Penentuan perbandingan tidak sesuai	Perhitungan perbandingan menggunakan data yang sudah tidak relevan	Data tidak terupdate	7	1	4	56	1
Terdapat debu pada tempat penyimpanan bleaching earth	Lingkungan yang tidak steril	Kurangnya perawatan	3	4	2	24	2

Keterangan: S: Severity, O: Occurrence, D: Detention

Tabel 9.
Action planning FMEA

Rank	Potencial Cause	Action Planning
1	Data tidak terupdate	Update secara berkala dalam selang waktu yang optimal
2	Kurangnya perawatan	Perawatan secara berkala
3	Karyawan tidak teliti	Pelatihan pada karyawan agar lebih teliti
4	Tidak adanya alat bantu	Pelatihan atau diberikan alat bantu
5	Proses pengiriman tidak steril	Pengecekan dan membersihkan bleaching earth yang baru saja sampai
6	Tidak dilakukan pengecekan bleaching earth	Menerapkan jadwal pengecekan rutin pada storage bleaching earth
7	Kurang hati-hati	Perataan jalan atau pemberian alat bantu
8	Kurang hati-hati	Lebih hati-hati saat penuangan ke dalam tangki pengadukan
9	Error pada mesin	Check-up mesin secara berkala

4. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data, didapatkan bahwa CTQ pada produksi base oil di PT ABC yaitu pencampuran bleaching earth agent tidak merata, pemanasan pada taland thermal tidak stabil, perbandingan bleaching earth agent tidak sesuai, bahan baku tidak bagus, kualitas bleaching earth agent tidak bagus, dan terdapat endapan pada saat proses transfer. Nilai DPMO yang didapat pada produksi base oil di PT ABC adalah sebesar 92.995,169. Dari hasil perhitungan kapabilitas proses yang telah dilakukan didapatkan nilai C_{pmk} sebesar 0,18. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi base oil tersebut menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi. Untuk meningkatkan kapabilitas proses produksi base oil di PT ABC diusulkan beberapa solusi yang dapat dilakukan yaitu melakukan update data secara berkala sehingga data yang dilakukan akan selalu relevan, dilakukan perawatan mesin secara berkala, dilakukan pelatihan pada karyawan agar lebih teliti dan hati-hati dalam bekerja, diberikan alat bantu pada saat membawa bleaching earth agent, dilakukan pengecekan dan membersihkan bleaching earth yang baru saja sampai, serta menerapkan jadwal pengecekan rutin pada storage bleaching earth. Nilai sigma yang diperoleh pada produksi base oil di PT ABC adalah sebesar 2,859 dan dapat dikategorikan implementasi six sigma di PT ABC masuk kedalam kategori rata-rata industri di Indonesia. Pada penelitian ini menggunakan metode FMEA untuk melakukan improvement, pada penelitian berikutnya dapat digunakan metode lain sehingga dapat memperkaya dari sisi teoritis.

References

- [1] A. Bahauddin and V. Arya, "Pengendalian kualitas produk tepung kemasan 20 kg menggunakan metode six sigma (Studi kasus pada PT. XYZ)," *Journal Industrial Serviss*, vol. 6, no. 1, pp. 66–77, Oct. 2020, doi: 10.36055/jiss.v6i1.9480.
- [2] L. Chemmalil et al., "Online/at-line measurement, analysis and control of product titer and critical product quality attributes (CQAs) during process development," *Biotechnology and Bioengineering*, vol. 117, no. 12, pp. 3757–3765, 2020, doi: 10.1002/bit.27531.
- [3] J. C. Sá et al., "A model of integration ISO 9001 with Lean six sigma and main benefits achieved," *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 33, no. 1-2, pp. 218–242, Jan. 2022, doi: 10.1080/14783363.2020.1829969.
- [4] M. S. Kaswan and R. Rathi, "Investigating the enablers associated with implementation of Green Lean Six Sigma in manufacturing sector using Best Worst Method," *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 22, no. 4, pp. 865–876, May 2020, doi: 10.1007/s10098-020-01827-w.
- [5] P. Pangestu and F. Fahma, "Implementasi Six sigma dalam peningkatan kualitas proses produksi LED TV di PT Sharp Electronics Indonesia," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 17, no. 2, Sep. 2018, doi: 10.20961/performa.17.2.30178.
- [6] A. Chiarini and M. Kumar, "Lean Six Sigma and Industry 4.0 integration for Operational Excellence: evidence from Italian manufacturing companies," *Production Planning & Control*, vol. 32, no. 13, pp. 1084–1101, Oct. 2021, doi: 10.1080/09537287.2020.1784485.
- [7] O. M. Ikumapayi, E. T. Akinlabi, F. M. Mwema, and O. S. Ogbonna,

- "Six sigma versus lean manufacturing – An overview," *Materials Today: Proceedings*, vol. 26, pp. 3275–3281, Jan. 2020, doi: [10.1016/j.matpr.2020.02.986](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.986).
- [8] M. Singh and R. Rathi, "Investigation and modeling of lean six sigma barriers in small and medium-sized industries using hybrid ISM-SEM approach," *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 12, no. 6, pp. 1115–1145, Jan. 2021, doi: [10.1108/IJLSS-09-2020-0146](https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2020-0146).
- [9] A. Ridwan, P. F. Ferdinant, and C. D. Octaviany, "Penggunaan peta kendali multivariat, fuzzy AHP dan perancangan eksperimen dalam mengendalikan dan memperbaiki mutu proses produksi pelat timah PT NLA," *Journal Industrial Servicess*, vol. 4, no. 1, Oct. 2018, doi: [10.36055/jiss.v4i1.4094](https://doi.org/10.36055/jiss.v4i1.4094).
- [10] I. A. Sari and M. Bernik, "Penggunaan new and old seven tools dalam penerapan six sigma pada pengendalian kualitas produk stay headrest," *E-Mabis: Jurnal Ekonomi Manajemen dan Bisnis*, vol. 19, no. 1, Jun. 2018, doi: [10.29103/e-mabis.v19i1.274](https://doi.org/10.29103/e-mabis.v19i1.274).
- [11] D. Rimantho and D. M. Mariani, "Penerapan metode six sigma pada pengendalian kualitas air baku pada produksi makanan," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 16, no. 1, pp. 1–12, Jul. 2017, doi: [10.23917/jiti.v16i1.2283](https://doi.org/10.23917/jiti.v16i1.2283).
- [12] I. Wulandari and M. Bernik, "Penerapan metode pengendalian kualitas six sigma pada heyjacker company," *EkBis: Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, vol. 1, no. 2, pp. 222–241, Nov. 2018, doi: [10.14421/EkBis.2017.1.2.1008](https://doi.org/10.14421/EkBis.2017.1.2.1008).
- [13] M. H. Kakaei-Lafdani, A. Karevan, K. F. Tee, and M. Yazdani, "Spiral welded pipe improvement by implementation of Six Sigma," *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 39, no. 4, pp. 881–901, Jan. 2021, doi: [10.1108/IJQRM-08-2020-0264](https://doi.org/10.1108/IJQRM-08-2020-0264).
- [14] N. A. Rahayu and S. Santoso, "Implementation of six sigma to minimize reject gusset difference and fold in the blowing process," *European Journal of Business and Management Research*, vol. 6, no. 4, pp. 1–6, Jul. 2021, doi: [10.24018/ejbmr.2021.6.4.913](https://doi.org/10.24018/ejbmr.2021.6.4.913).
- [15] M. Abid, O. M. Butt, Q. Aan, R. Bushra, and S. D. Nanthini, "Role of Critical Success Factors (CSF) in the implementation of six sigma in hospitals: A preliminary study in Pakistan," *Asia Pacific Journal of Health Management*, vol. 15, no. 1, pp. 5–13, doi: [10.3316/informit.057855394383163](https://doi.org/10.3316/informit.057855394383163).
- [16] D. Didiharyono, M. Marsal, and B. Bakhtiar, "Analisis pengendalian kualitas produksi dengan metode six-sigma pada industri air minum PT Asera Tirta Posidonia, Kota Palopo," *Sainsmat : Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, vol. 7, no. 2, pp. 163–176, Sep. 2018, doi: [10.35580/sainsmat7273702018](https://doi.org/10.35580/sainsmat7273702018).
- [17] A. R. Sofwani, "Penerapan six sigma dalam mengatasi hambatan proses pendidikan di Sekolah Dasar Luqman Al Hakim Surabaya," *Jurnal Kependidikan Islam*, vol. 12, no. 1, pp. 1–19, Feb. 2022, doi: [10.15642/jkpi.2022.12.1.1-19](https://doi.org/10.15642/jkpi.2022.12.1.1-19).
- [18] I. G. A. S. Deviyanti and I. Supriadi, "Penerapan six sigma pada pengendalian kualitas proses produksi Good Day Cappuccinno," *Matrik: Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, vol. 12, no. 2, pp. 67–74, Jul. 2018, doi: [10.30587/matrik.v12i2.392](https://doi.org/10.30587/matrik.v12i2.392).
- [19] A. A. Mahmudi, "Penerapan six sigma untuk menganalisa pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi pada UKM Batik Tulis Lasem," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, vol. 6, no. 1, pp. 19–26, Apr. 2020, doi: [10.35329/jiik.v6i1.134](https://doi.org/10.35329/jiik.v6i1.134).
- [20] A. Faturochman, I. Prakoso, A. A. Sibarani, and K. Muhammad, "Penerapan metode six sigma dalam analisis kualitas produk (Studi Kasus Perusahaan Pemroduksi Baja Tulang Beton)," *SPECTA Journal of Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 45–54, Jun. 2020, doi: [10.35718/specta.v4i2.189](https://doi.org/10.35718/specta.v4i2.189).
- [21] R. F. Anasrul, "Penerapan metode six sigma dan 5S untuk meningkatkan produktivitas dan efektivitas pada produksi batak (Studi kasus UMKM XYZ)," *Journal of Appropriate Technology for Community Services*, vol. 3, no. 1, pp. 14–23, Jan. 2022, doi: [10.20885/jattec.vol3.iss1.art2](https://doi.org/10.20885/jattec.vol3.iss1.art2).
- [22] A. Rosyidasari and I. Iftadi, "Implementasi six sigma dalam pengendalian kualitas produk refined bleached deodorized palm oil," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 6, no. 2, pp. 113–122, Dec. 2020, doi: [10.30656/intech.v6i2.2420](https://doi.org/10.30656/intech.v6i2.2420).
- [23] N. Sari, "Penerapan metode six sigma pada pengendalian kualitas produksi palm kernel oil (PKO) di PT. Socfin Indonesia," Skripsi Sarjana, Departemen Matematika, Universitas Sumatera Utara, Medan, <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/31665> 2021.