

PENERAPAN *SEVEN TOOLS* UNTUK MENGIDENTIFIKASI KADAR LIMBAH CAIR (POME) DI PERUSAHAAN KELAPA SAWIT

Dimas Akmarul Putera¹⁾, Abdul Rahim Matondang²⁾, Meilita Tryana Sembiring³⁾, dan Aulia Agung Dermawan⁴⁾

^{1,4)} Manajemen Rekayasa, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Batam

^{2,3)} Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

E-mail: dimas.a.p@iteba.ac.id¹⁾, matondangrahim@gmail.com²⁾, [meilita tryana@yahoo.co.id](mailto:meilita_tryana@yahoo.co.id)³⁾, agung@iteba.ac.id⁴⁾

ABSTRAK

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guinensis*, Jacq) dikenal sebagai tanaman primadona oleh perusahaan maupun petani saat ini. Indonesia merupakan negara dengan industri kelapa sawit terbesar di dunia. Limbah cair pabrik kelapa sawit adalah limbah cair yang berminyak dan tidak beracun, hasil pengolahan minyak sawit. Seiring dengan peningkatan produktivitas kelapa sawit, maka akan diikuti juga peningkatan limbah yang dihasilkan. Setiap pabrik kelapa sawit membuang limbah cair yang dikenal *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Permasalahan limbah menjadi hal yang sangat penting untuk segera diatasi karena kerugian yang ditimbulkan tidaklah sedikit, Jika kadar limbah hasil produksi perusahaan melebihi parameter yang sudah ditentukan perusahaan dapat dikenakan sanksi pencemaran lingkungan. Menghindari melebihnya kadar limbah cair POME maka dilakukan penelitian untuk memperbaiki kadar limbah cair dengan melakukan identifikasi terhadap kadar limbah cair (POME) dengan metode *Seven Tools*.

Kata kunci: Identifikasi Kadar Limbah, *Palm Oil Mill Effluent*, BOD5 (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), *Seven Tools*.

ABSTRACT

Oil palm (Elaeis guinensis, Jacq) is recognized as a prima donna crop by companies and farmers today. Indonesia is a country with the largest palm oil industry in the world. Palm oil mill effluent is oily and non-toxic liquid waste, the result of palm oil processing. Along with the increase in oil palm productivity, it will also be followed by an increase in the waste generated. Every palm oil mill disposes of liquid waste known as Palm Oil Mill Effluent (POME). The problem of waste is very important to be addressed immediately because the losses incurred are not small. If the level of waste produced by the company exceeds the parameters that have been determined by the company, it can be subject to environmental pollution sanctions. To avoid excess levels of POME liquid waste, a study was carried out to improve the level of liquid waste by identifying the level of liquid waste (POME) with the Seven Tools method.

Keyword: Identification of Lime Concentration, Palm Oil Mill Effluent, BOD5 (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), Seven Tools.

1. PENDAHULUAN

Era saat ini membuat dunia bisnis mengalami perkembangan yang sangat pesat pada bidang manufaktur dan jasa terutama pada bisnis kelapa sawit [1]. Tekanan kompetisi serta kebutuhan pelanggan yang tinggi memaksa perusahaan-

perusahaan untuk melakukan berbagai perbaikan-perbaikan [2]. Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) merupakan salah satu sumber minyak nabati. Perkebunan kelapa sawit di Indonesia saat ini ditanam di 24 provinsi. Luas areal perkebunan kelapa sawit semakin meningkat dari tahun ke tahun. Pada 2019, total luas areal

kelapa sawit mencapai 14,7246 juta hektar. Luas tanam rakyat mencapai 6,0357 juta hektar atau 41% dari total luas. Peningkatan luas areal perkebunan kelapa sawit juga menyebabkan peningkatan produksi kelapa sawit itu sendiri. Produksi kelapa sawit pada tahun 2019 adalah 45.859.200 ton, 35% di antaranya berasal dari perkebunan rakyat [3].

Tanaman kelapa sawit memiliki banyak kegunaan. Hasilnya banyak digunakan dalam industri makanan, biodiesel, kosmetik, tekstil dan farmasi. Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas pertanian utama selain kelapa dan karet. Minyak sawit Indonesia memberikan kontribusi yang signifikan bagi pasar internasional. Pada tahun 2016, produksi minyak sawit Indonesia menyumbang 32% dari minyak sawit dunia [3].

Dampak pesatnya dari pertumbuhan produksi minyak sawit mentah adalah limbah cair kelapa Minyak sawit, biasa disebut POME. Air Limbah Pabrik Kelapa Sawit (POME) Ya Limbah cair berminyak tidak beracun yang mengandung bahan organik sangat tinggi. Meskipun tidak beracun, limbah cair dapat menyebabkan bencana Saat dibuang ke kolam terbuka, sejumlah besar gas dilepaskan Metana dan gas berbahaya lainnya yang berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca. melewati Oleh karena itu, jika teknologi fermentasi digunakan untuk menangkap emisi ini Dalam kondisi anaerobik, biogas yang ada dapat menggantikan fungsi *liquefied petroleum gas* (LPG).

Limbah yang dihasilkan dari proses produksi suatu perusahaan sangat berdampak terhadap lingkungan di sekitar perusahaan. Permasalahan limbah menjadi hal yang sangat penting untuk segera diatasi karena kerugian yang ditimbulkan tidaklah sedikit. Limbah cair adalah sumber utama permasalahan. Tidak sedikit perusahaan menghadapi masalah serius karena limbah yang menimbulkan kerugian perusahaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Indonesia merupakan produsen minyak sawit terbesar di dunia, dan industri ini menjadi tulang punggung perekonomian karena minyak sawit merupakan sumber devisa ekspor dari sektor pertanian. Pada tahun 2015, Indonesia

memproduksi lebih dari 31 juta ton minyak sawit (*crude palm oil* atau CPO) [3]. Sebagai sumber penting pengentasan kemiskinan, perkebunan kelapa sawit telah memberikan kontribusi besar bagi pembangunan daerah melalui penanaman dan pengolahan di hilir. udidaya kelapa sawit memberikan pendapatan yang dapat diandalkan bagi sebagian besar masyarakat miskin pedesaan di Indonesia, terutama di Sumatera dan Kalimantan. Industri perkebunan kelapa sawit Indonesia mampu menyediakan lebih dari 6 juta lapangan pekerjaan sebagai salah satu cara untuk mengentaskan kemiskinan di masyarakat. Perkebunan rakyat secara kolektif menghasilkan sekitar 11,44 juta ton minyak kelapa sawit, yang merupakan 42% dari total luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia. [4]. Ada beberapa alasan pesatnya perkembangan perkebunan kelapa sawit. Pertama, harga minyak sawit mentah dan minyak inti sawit naik tajam akibat meningkatnya konsumsi minyak dan lemak nabati di China dan India. Hal ini mendorong investor untuk mengembangkan perkebunan besar di lahan yang cocok di Sumatera dan Kalimantan. Sejauh ini, perluasan areal kelapa sawit belum dihadapkan pada masalah hama dan penyakit yang parah. Kedua, minyak kelapa sawit dan minyak inti sawit adalah minyak nabati yang memiliki pangsa pasar yang luas di industri makanan dan oleokimia. Selain itu, minyak sawit diketahui mengandung komponen yang sangat sehat untuk diet. Ketiga, kelapa sawit merupakan pesaing yang tangguh terhadap minyak nabati dari tanaman lainnya karena memiliki produktivitas per hektar yang paling tinggi dan efisien dalam penggunaan energi matahari menjadi minyak. Kelapa sawit yang dipelihara dengan baik menghasilkan minyak sawit yang produktivitasnya dapat mencapai enam kali lebih tinggi dari minyak yang dihasilkan oleh rapeseed [4].

Kegiatan operasional di Pabrik Kelapa Sawit menghasilkan produk utama berupa CPO (*Crude Palm Oil*), PKO (*Palm Kernel Oil*) dan PK (*Palm Kernel*), serta produk sampingan berupa limbah padat, limbah cair, dan polutan ke udara bebas. Dibandingkan dengan limbah jenis lain, limbah cair pabrik kelapa sawit/*Palm Oil Mill Effluent* (POME) adalah salahsatu limbah utama dari industri kelapa sawit dengan potensi pencemaran lingkungan yang paling besar [5]. Potensi pencemaran limbah cair jugaberasal dari jumlah

limbah yang dihasilkan, sebanyak 1 ton minyak sawit mentah produksi yang membutuhkan 5-7,5 ton air; lebih dari 50% nya berakhir sebagai POME [5]. POME adalah cairan dengan konsistensi yang kental dengan warna kecoklatan, yang memiliki kandungan air (95-96%), minyak (0,6- 0,7%), dan 4-5% total padatan yang terutama berasal puing-puing dari buah dengan nilai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang sangat tinggi (nilai COD sering lebih besar dari 80.000 mg/l) [5]. Apabila limbah tersebut dibuang langsung ke lingkungan, sebagian akan mengendap, terurai secara perlahan, mengkonsumsi oksigen terlarut dalam air, menimbulkan kekeruhan, mengeluarkan bau yang tajam dan merusak ekosistem.. Di lain pihak, aplikasi metode- metode pengolahan POME yang sudah ada memiliki banyak kekurangan seperti kebutuhan ruang dan fasilitas yang besar dan lamanya waktu tunggu hidrolis (HRT) [5]. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan limbah POME yang relatif murah dan cukup efisien. Beberapa metode yang berpotensi untuk dicoba adalah filtrasi dan fitoremediasi.

Pengendalian mutu adalah kegiatan pengawasan yang dilakukan oleh berbagai departemen dalam suatu perusahaan untuk meningkatkan dan mempertahankan produksinya agar produk yang dihasilkan memenuhi standar mutu. Dalam pengendalian proses statistik, metode tujuh alat sudah dikenal. Metode ini adalah salah satu cara grafis termudah untuk memecahkan masalah. Untuk *seven tools* dapat dilihat sebagai berikut:

Check Sheet (lembar pemeriksaan) adalah lembar yang dibuat secara sederhana yang berisi daftar hal-hal yang dibutuhkan untuk mencatat data-data dengan tujuan agar pengumpulan data dapat dilakukan secara mudah, sistematis, dan sesuai aturan pada saat data tersebut muncul di lokasi kejadian. Data dalam *check sheet* baik berbentuk data kuantitatif maupun kualitatif dapat dianalisa secara cepat dan tepat.

Berikut Contoh gambar Check Sheet dapat di lihat pada Gambar 1 berikut ini [6]:

Check Sheet
 Vehicle Breakdown Maintenance Check Sheet

Name of operator: David Sheet Number: 12
 Date: 04-Nov-2020
 Place: Amherst, Ohio

Defect Types	Frequency					Total
	Vehicle 1	Vehicle 2	Vehicle 3	Vehicle 4	Vehicle 5	
Brake pads worn out	X		X			2
Fuel tank leakage		X				1
Steering locked				X		1
Engine oil seepage		X	X			2
AC not working	X			X		2
Battery darined out			X			1
Lights not working	X				X	2
Total	3	2	3	2	1	



Sumber: <https://www.wallstreetmojo.com/>
 Gambar 1. Contoh Check Sheet

Stratifikasi (Run Chart). Stratifikasi adalah suatu *tools* untuk menjabarkan atau mengklasifikasikan permasalahan menjadi kelompok atau golongan yang lebih kecil dan spesifik atau menjadi unsur-unsur tunggal dari permasalahan.

Histogram adalah grafik batang yang menampilkan dispersi data dan distribusi frekuensi. Distribusi frekuensi menunjukkan seberapa sering setiap nilai yang berbeda dalam dataset terjadi. Grafik juga memberikan analisis karakteristik dan penyebab dispersi data. Data dalam histogram dibagi ke dalam kategori, dan pengamatan untuk setiap kategori ditampilkan pada sumbu x.

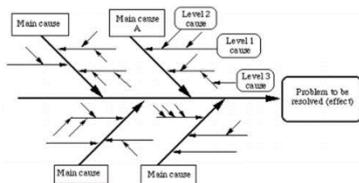
Scatter Diagram (Diagram Pencar). *Scatter Diagram* digunakan untuk membuat dan melihat korelasi atau hubungan antara suatu faktor-faktor dengan karakteristik satu sama lain atau sebab dan akibat dari sebuah sistem tersebut. Jika variabel-variabel tersebut saling berkorelasi, titik-titik koordinat akan ditandai atau di ceklis di sepanjang garis atau kurva. Semakin baik korelasi antar variabel tersebut, semakin sempit titik-titik tersebut mendekati garis pada diagram pencar tersebut.

Control Chart. *Control chart* atau peta kontrol adalah peta yang digunakan untuk mengidentifikasi proses perubahan seiring waktu. Dengan peta kontrol tersebut akan dapat diketahui apakah proses tersebut bekerja dengan stabil atau kurang stabil. Tampilan dan cara kerja grafik ini adalah adanya sepasang batas kendali (batas atas dan batas bawah), sehingga dari data yang dikumpulkan akan dapat terdeteksi kondisi proses yang nyata.

Pareto charts (Bagan Pareto). Bagan pareto adalah bagan yang berisi diagram batang dan garis. Bagan batang menunjukkan kategorisasi

dan nilai data, sedangkan bagan garis menunjukkan total data kumulatif. Kategori data diurutkan dalam urutan peringkat. Peringkat tertinggi adalah yang membutuhkan resolusi paling cepat. Prinsip bagan pareto sesuai dengan hukum pareto yang menyatakan bahwa suatu kelompok selalu memiliki nilai persentase terkecil (20%) atau memiliki pengaruh terbesar (80%). Bagan Pareto mengidentifikasi 20% penyebab utama masalah untuk mencapai 80% peningkatan keseluruhan.

Diagram sebab dan akibat. Diagram sebab akibat atau yang biasa dikenal dengan diagram tulang ikan adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi berbagai penyebab potensial dari suatu dampak atau masalah dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi curah pendapat. Masalah akan dipecah menjadi beberapa kategori terkait, termasuk orang, bahan, mesin, prosedur, kebijakan, dll. Setiap kategori memiliki alasan yang perlu dijelaskan melalui sesi *Brainstorming*. Berikut contoh diagram sebab-akibat yang di tampilkan pada gambar 2 berikut [7]:



Sumber: <https://sis.binus.ac.id/>
 Gambar 2 Fishbone Diagram

3. METODE PENELITIAN

Objek Penelitian adalah kadar limbah cair *Palm Oil Mill Effluent* (POME) hasil produksi PT. XYZ. Jenis penelitian dengan kategori seperti ini disebut sebagai *Applied Scientific Research*. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan sumber yang diperoleh dari arsip perusahaan yaitu berupa data sekunder. Data kadar limbah cair hasil produksi dari Januari 2020 sampai Desember 2020 yaitu :

1. BOD 5, *Biological Oxygen Demand*, atau kebutuhan oksigen biologis untuk memecah (mendegradasi) bahan buangan didalam air limbah oleh mikroorganismenya.

2. COD, *Chemical Oxygen Demand*, atau kebutuhan oksigen kimia untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan didalam air.
3. pH, Nilai pH berkisar 6-9.
4. Minyak dan Lemak.

Pada Gambar 1 ditampilkan blok diagram pengolahan data sebagai mana berikut:



Gambar 3. Blok Diagram Pengolahan Data

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Arsip limbah perusahaan dimulai bulan Januari 2020 sampai Desember 2020. Data pengamatan kadar limbah cair hasil produksi PT. XYZ

Tabel 1. Data Kadar Limbah Cair POME (*Palm Oil Mill Effluent*)

No.	Bulan	Kadar Limbah Cair POME			
		BOD 5	COD	pH	Minyak dan Lemak
1	Januari	3773	8398	7,29	21,2
2	Februari	3812	8439	7,32	22,3
3	Maret	3903	8528	7,35	23,1
4	April	3705	8598	7,29	22
5	Mei	175	318	7,18	1,0
6	Juni	3798	8662	7,31	22,6
7	Juli	4815	9857	7,34	14,3
8	Agustus	4794	9221	7,27	13,9
9	September	4737	9110	7,33	13,3

10	Oktober	3519	7821	6,85	7,8
11	November	4794	9221	7,27	10,3
12	Desember	4662	8967	7,77	14,2

4.1 Pembahasan

Efek samping dari proses pengolahan kelapa sawit tandan buah segar yakni limbah. Limbah yang dihasilkan terbagi menjadi dua macam, yakni limbah padat dan limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan dari pengolahan berupa air dan sludge.

Sesuai dengan keputusan pemerintah peraturan menteri lingkungan hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air limbah. Limbah cair hasil keluaran produksi kelapa sawit harus sesuai dengan kriteria dan parameter yang telah di tentukan. Untuk data baku mutu air limbah bagi usaha dan kegiatan industri minyak sawit dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Data Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Kegiatan Industri Minyak Sawit

Parameter	Kadar Paling	Beban Pencemaran
	Tinggi (mg/L)	Paling Tinggi Kg/Ton
BOD 5	4000	10
COD	8500	21,37
pH		6,0-9,0
Minyak dan Lemak	25	0,63

Check Sheet adalah lembaran pemeriksaan yang berisi untuk menjamin bahwa data dikumpulkan secara hati-hati dan akurat oleh personel operasi untuk mengontrol proses dan untuk pengembalian keputusan. Untuk *Check Sheet* kadar limbah cair dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Check Sheet Kadar Limbah Cair

No	Bulan	Jumlah	Frekuensi	Jumlah
		Kadar	Kelebihan Kadar	
1	Januari	4	-	0
2	Februari	4	-	0
3	Maret	4	-	0

4	April	4	-	0
5	Mei	4	-	0
6	Juni	4	-	0
7	Juli	4	II	2
8	Agustus	4	II	2
9	September	4	II	2
10	Oktober	4	-	0
11	November	4	II	2
12	Desember	4	I	1

Stratifikasi adalah usaha pengelompokkan data ke dalam kelompok-kelompok yang mempunyai karakteristik yang sama. Berdasarkan data yang didapatkan dari pengumpulan data maka dalam stratifikasi ini kriteria yang ditetapkan. Untuk stratifikasi jenis kadar limbah cair dapat dilihat pada Tabel 4, 5, dan 6 sebagai berikut:

Tabel 4. Stratifikasi Jenis Kadar Limbah Cair

No	Bulan	Kadar Limbah Cair POME				Jumlah
		BOD 5	COD	pH	Minyak dan Lemak	
1	Januari	-	-	-	-	0
2	Februari	-	-	-	-	0
3	Maret	-	-	-	-	0
4	April	-	-	-	-	0
5	Mei	-	-	-	-	0
6	Juni	-	-	-	-	0
7	Juli	√	√	-	-	2
8	Agustus	√	√	-	-	2
9	September	√	√	-	-	2
10	Oktober	-	-	-	-	0
11	November	√	√	-	-	2
12	Desember	√	-	-	-	1

Tabel 5. Stratifikasi Jenis Kadar Limbah Cair

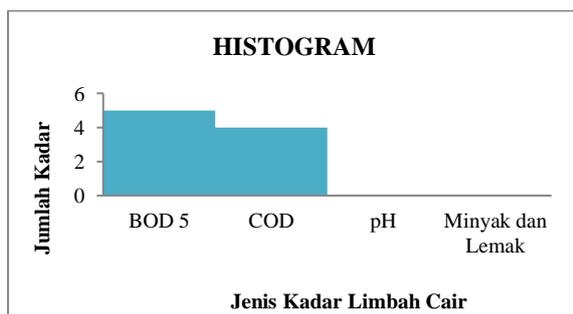
No	Bulan	Jumlah Kadar	Kadar Limbah Cair POME			
			BOD 5	COD	pH	Minyak dan Lemak
1	Januari	4	0	0	0	0

2	Februari	4	0	0	0	0
3	Maret	4	0	0	0	0
4	April	4	0	0	0	0
5	Mei	4	0	0	0	0
6	Juni	4	0	0	0	0
7	Juli	4	1	1	0	0
8	Agustus	4	1	1	0	0
9	September	4	1	1	0	0
10	Oktober	4	0	0	0	0
11	November	4	1	1	0	0
12	Desember	4	1	0	0	0
Total		48	5	4	0	0

Tabel 6. Pengurutan Kadar Limbah Cair

N	Jenis Kadar	Jumlah Kadar Berlebih	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	BOD 5	5	55.56	55.56
2	COD	4	44.44	100.00
3	pH	0	0.00	100.00
4	Minyak dan Lemak	0	0.00	100.00
Jumlah		9	100	

Histogram berdasarkan frekuensi kadar limbah cair yang berlebih dari parameter dengan total jumlah pengamatan. Untuk *histogram* kadar limbah cair dapat dilihat pada Gambar 4 berikut:

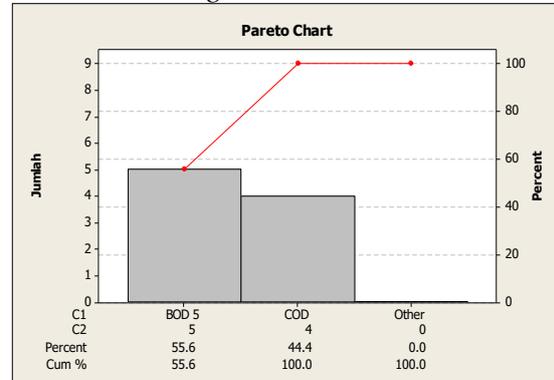


Gambar 4. *Histogram* Kadar Limbah Cair

Pareto Diagram, hal pertama yang dilakukan adalah mengurutkan setiap jenis kadar limbah dari jumlah kadar limbah terbesar hingga yang terkecil. Setelah itu dihitung persentase kadar limbah dan persentase kumulatif dari masing-

masing jenis kadar limbah. Untuk *pareto diagram* dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini:

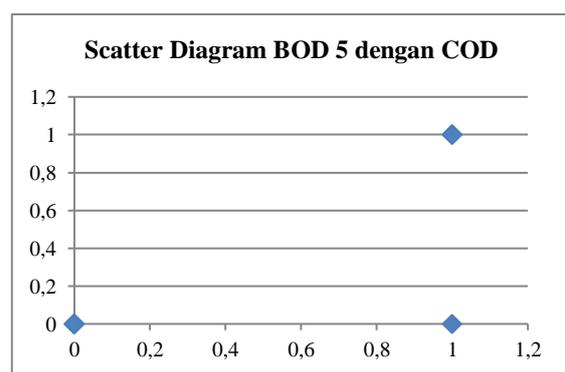
Pareto diagram kadar limbah cair.



Gambar 5. *Pareto Diagram* Kadar Limbah Cair

Berdasarkan aturan 70-30 dapat dilihat bahwa terdapat satu jenis kadar limbah yang memiliki persentase kesalahan kumulatif di bawah 70 % yaitu BOD 5. Hasil diagram Pareto menunjukkan bahwa jenis kadar limbah yang harus dianalisis lebih lanjut penyebab terjadinya permasalahan adalah BOD 5.

Scatter Diagram dibuat untuk mengidentifikasi korelasi yang mungkin ada antara karakteristik kualitas dan faktor yang mungkin mempengaruhinya. Berdasarkan *Pareto Diagram* dapat dilihat bahwa karakteristik kualitas yang paling banyak berpengaruh adalah BOD5 dan COD.



Gambar 6. *Scatter Diagram* Kadar Limbah Cair

Perhitungan korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kadar limbah retak dengan proses produksi yang berlangsung.

Tabel 7. Perhitungan Korelasi

No	Jumlah BOD 5 (X)	Jumlah COD (Y)	X ²	Y ²	XY
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1
10	0	0	0	0	0
11	1	1	1	1	1
12	1	0	1	0	0
Total	5	4	5	4	4

Perhitungan korelasi pada Tabel 5.4. dapat ditunjukkan sebagai berikut

$$r = \frac{N \times \sum XY - (\sum X \times \sum Y)}{\sqrt{[N \times \sum X^2 - (\sum X)^2] \times [N \times \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

$$= \frac{12 \times 4 - (5 \times 4)}{\sqrt{[12 \times 5 - (5)^2] \times [12 \times 4 - (4)^2]}}$$

$$= 0,8368$$

Nilai korelasi yang didapat adalah sebesar 0,8368 yang berarti terdapat hubungan korelasi positif antara semakin tinggi jumlah limbah cair maka akan semakin tinggi juga jumlah kadar limbah cair yang BOD 5 dan COD.

Peta kontrol C menggambarkan banyaknya ketidaksesuaian atau kecacatan dalam sampel yang berukuran konstan, untuk melihat apakah jumlah kesalahan yang terjadi pada setiap subgrup masih dalam batas kewajaran atau tidak.

Perhitungan kadar BOD5 (*Biological Oxygen Demand*) batas kontrol atas (UCL) dan batas kontrol bawah (LCL) dengan menggunakan rumus dan perhitungan sebagai berikut :

$$CL = \bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^k P_1}{k} = \frac{5}{12} = 0,4166$$

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 0,4166 + 3\sqrt{0,4166} = 2,5329$$

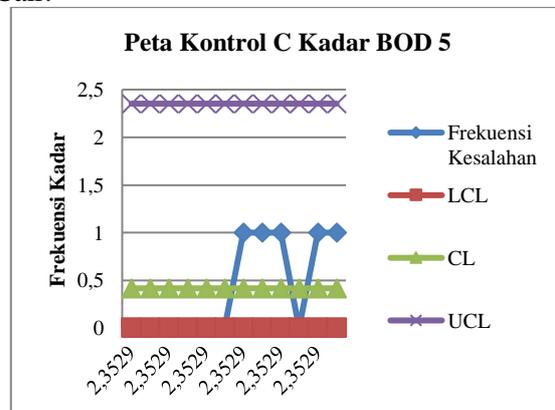
$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 0,4166 - 3\sqrt{0,4166} = -1,5197 \approx 0$$

Nilai pada LCL yang minus dibuat menjadi 0 karena tidak ada limbah mg/L yang minus jumlahnya. Minimal limbah mg/L adalah 0 sehingga angka minus diganti dengan 0. Hasil data frekuensi dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 7. Frekuensi Kadar BOD 5

No	Frekuensi	LCL	CL	UCL
1	0	0	0.4166	2.3529
2	0	0	0.4166	2.3529
3	0	0	0.4166	2.3529
4	0	0	0.4166	2.3529
5	0	0	0.4166	2.3529
6	0	0	0.4166	2.3529
7	1	0	0.4166	2.3529
8	1	0	0.4166	2.3529
9	1	0	0.4166	2.3529
10	0	0	0.4166	2.3529
11	1	0	0.4166	2.3529
12	1	0	0.4166	2.3529
Total	5			

Peta kontrol untuk produk Kadar Limbah Cair.

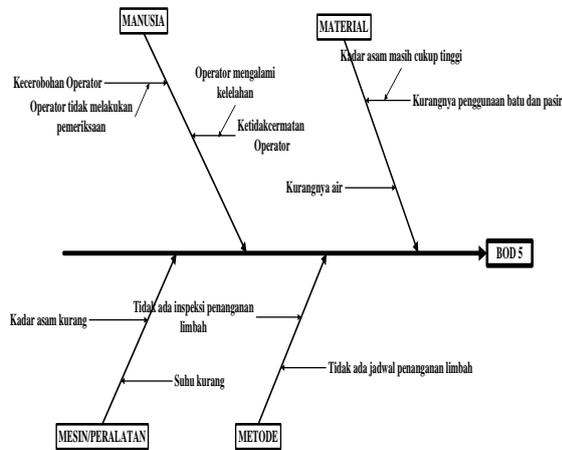


Gambar 5. Peta Kontrol BOD 5

Dari hasil peta kontrol tersebut, terlihat bahwa seluruh sub grup berada dalam batas kontrol (tidak ada data yang *out of control*). Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi kesalahan yang terjadi masih berada dalam batas yang diperbolehkan.

Sebelum dilakukan langkah-langkah perbaikan, maka terlebih dahulu harus dianalisa penyebab kadar limbah hasil produksi pabrik kelapa sawit dengan menggunakan diagram sebab

akibat. Diagram sebab akibat untuk mengidentifikasi kadar limbah yang tidak sesuai.



Gambar 7. Diagram sebab akibat kadar limbah

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengolahan data dan analisa pembahasan memberikan beberapa kesimpulan yaitu, Jenis peningkatan yang terjadi pada kadar limbah cair yaitu BOD 5 (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Kadar limbah yang paling tinggi dari limbah cair POME (*Palm Oil Mill Effluent*) adalah kadar BOD 5. Penyebab peningkatan kadar limbah cair disebabkan oleh manusia, mesin, peralatan, material dan metode kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dermawan, a. a. (2020). analisis faktor-faktor pengaruh keputusan pembelian produk kosmetik *skin care* melalui *offline* dan *online*. medan: usu.
- [2] Putera, D. A. (2021) Pengendalian Persediaan Beras Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis di Perum Bulog Divre Sumut. medan: usu
- [3] BPS. (2020). Statistik Indonesia - Statistical Yearbook of Indonesia 2020. Jakarta: Badan Pusat Statistik

- [4] Azahari, D.H. (2018). Sawit Indonesia yang Berkelanjutan, Tantangan dan Kebijakan yang Diperlukan. Ragam Pemikiran Menjawab Isu Aktual Pertanian. Jakarta: Penerbit IAARD Press.
- [5] Sudradjat. (2020). *Prospek Pengembangan dan Peningkatan Produktivitas*. Kota Bogor : Penerbit IPB Press.
- [6] adzani ghani ilmannafian, e. l. (2020). pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit dengan metode filtrasi dan fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok (*eichhornia crassipes*). *jurnal teknologi lingkungan* , vol. 21, no 2.
- [7] Thakur, M. (2022, May 1). *wallstreetmojo*. Retrieved from Check Sheet: <https://www.wallstreetmojo.com/check-sheet/>
- [8] Binus. (2022, May 1). *Universitas Binus*. Retrieved from Fishbone Analysis: <https://sis.binus.ac.id/2019/07/19/fishbone-analysis/>