ISSN 2338-7122

ANALISIS *OIL LOSSES* PADA *CENTRIFUGE* MENGGUNAKAN *STATISTICAL PROCESS CONTROL* PADA PT ABC

Sarikha Aq Malia[1]*, A.Amri[2]*

[1'2']Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
[1]Email: sarikha.230130142@mhs.unimal.ac.id
[2]Email: iramri@unimal.ac.id

Abstrak

Kehilangan minyak (*oil losses*) pada *Sludge centrifuge* di PMKS PT Karya Serasi Jaya Abadi merupakan salah satu indikator yang perlu dikendalikan karena berpengaruh terhadap efisiensi proses dan rendemen *Crude Palm Oil* (CPO). Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat dan kestabilan *oil losses* pada mesin *Sludge centrifuge* 1 dan 3 serta mengidentifikasi faktor penyebab variasi proses menggunakan *Statistical process control* (SPC). Analisis dilakukan menggunakan peta kendali Individual-Moving Range (I-MR), dilanjutkan dengan identifikasi akar penyebab menggunakan diagram sebab-akibat dan penyusunan usulan perbaikan 5W+1H. Hasil analisis awal menunjukkan bahwa proses masih mengalami variasi yang ditandai oleh adanya titik pengamatan di luar batas kendali. Setelah dilakukan evaluasi terhadap titik yang teridentifikasi sebagai penyebab khusus, parameter peta kendali dihitung kembali. Faktor penyebab yang diidentifikasi meliputi aspek manusia, mesin, material, dan metode. Usulan perbaikan diarahkan pada peningkatan pengawasan operator, *preventive maintenance* komponen kritis, pengendalian karakteristik umpan, serta standardisasi parameter operasi.

Kata kunci: Sludge centrifuge, *Kehilangan Minyak*, *Statistical process control (SPC), 5W+1H.*

I. Pendahuluan

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan dengan nilai ekonomi, terutama untuk menghasilkan minyak kelapa sawit yang dimanfaatkan di berbagai sektor, termasuk salah satu tulang punggung perekonomian negara [1]. Pemisahan antar material padat dapat dilakukan dengan menerapkan gaya sentrifugal, yaitu dengan memutar bahan pada laju tertentu, sehingga partikel padat yang lebih berat dapat dipisahkan [2].

Minyak yang dihasilkan dari proses pemisahan ini akan terkumpul di CST, sementara *Sludge* akan dialirkan ke kolam fat pit sehingga kadar minyak dalam *Sludge* yang tersisa tidak melebihi batas maksimum 1,0%. *Centrifuge* memiliki fungsi untuk memisahkan *Sludge* dari minyak menggunakan sistem pemisahan *centrifuge* dan perbedaan densitas melalui *nozzle*. Dalam *Sludge centrifuge*, terdapat dua produk hasil pemisahan, yaitu minyak (fase ringan) dan kotoran (fase berat) [3]. Masalah umum yang dihadapi oleh pabrik kelapa sawit adalah terjadinya penyumbatan pada sentrifugasi lumpur yang berdampak pada efektivitas pembersihan serta tingkat kehilangan minyak yang terjadi [4]. Prosedur ini memisahkan minyak dari air dan kotoran (densitas ≥ 1) pada suhu di atas 90°C menggunakan uap panas. Proses ini menghasilkan minyak yang ditampung kembali dan air drab (kandungan zat kering 7–10%), dengan komposisi lumpur yang bergantung pada *output* tangki lumpur. [5]. Alat ini beroperasi dengan gaya sentrifugal yang dihasilkan dari putaran mangkuk yang penuh dengan *Sludge*. *Sludge* dengan densitas lebih tinggi akan terlempar keluar melalui *nozzle*, sementara minyak dengan densitas lebih rendah akan terkumpul di bagian tengah mangkuk melalui pipa pembuangan untuk diteruskan ke tangki yang diambil kembali. Dalam *Sludge centrifuge*, terdapat dua produk hasil pemisahan, yaitu minyak (fase ringan) dan kotoran (fase berat) [6]. Di samping itu, bila temperatur umpan *Sludge centrifuge* tidak sesuai rekomendasi, akan muncul risiko peningkatan

ISSN 2338-7122

jumlah minyak dalam *Sludge* sebagai limbah, serta dapat menyebabkan terbentuknya asam lemak bebas [7]. Beberapa bagian dari minyak yang hilang tersebut terbuang bersama limbah padat seperti serat yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar di dalam boiler [8]. Besarnya kehilangan minyak berdampak negatif pada efektivitas proses produksi dan bisa mengakibatkan kerugian. Kehilangan minyak pada produksi minyak sawit mentah (CPO) telah menjadi isu penting bagi sektor pengolahan kelapa sawit, mengingat pengaruhnya terhadap efisiensi serta keuntungan [9].

Dengan menggunakan alat statistik seperti grafik pengendalian, perusahaan dapat secara langsung memantau kestabilan proses, menemukan dan mengontrol angka kerugian, meningkatkan efisiensi, kualitas, dan mengurangi biaya pada komponen yang dapat dikendalikan [10]. *Statistical process control* (SPC) memiliki peralatan statistik penting yang bisa dimanfaatkan sebagai alat bantu dalam pengendalian mutu seperti histogram, lembar pemeriksaan, grafik kendali, diagram pareto, diagram penyebab akibat, diagram sebar, serta diagram alir [11].

Kendali proses secara statistik ini terdiri dari 7 alat pengendalian kualitas yang lebih dikenal dengan istilah *seven tools* berikut:

1. *Checksheet* (Lembar Periksa) berfungsi untuk mengumpulkan informasi yang disusun dalam format tabel, mencakup jumlah produksi serta jenis ketidaksesuaian dan totalnya.
2. Histogram adalah grafik yang menunjukkan distribusi frekuensi, digunakan untuk mengevaluasi kualitas data (hasil produksi), dengan menampilkan nilai rata-rata sebagai acuan mutu serta distribusi sebaran data tersebut [12].
3. *Control Chart* (Peta Kendali) merupakan metode pengendalian proses pada jalur sering digunakan untuk meneliti kemungkinan proses yang bisa menyebabkan masalah, sehingga penyelidikan dan evaluasi terhadap proses dapat dilakukan sebelum banyak unit yang diluar batas kendali [13].
4. Diagram Pareto dibuat untuk mencari atau memahami masalah atau faktor penyebab yang menjadi kunci proses penyelesaian masalah dan perbandingan dengan keseluruhannya.
5. Diagram pencar (*scatter diagram*) berfungsi menganalisis hubungan atau keterkaitan suatu faktor penyebab yang berlanjut dengan karakteristik kualitas dari hasil kerja.
6. Diagram sebab akibat (*cause and effect diagram*) bermanfaat mengevaluasi dan mengidentifikasi elemen-elemen berpengaruh besar dalam menetapkan ciri-ciri kualitas hasil kerja.
7. Diagram Alur menyajikan sebuah proses atau sistem dengan menggunakan kotak bernotasi dan garis yang berhubungan. Biasanya diagram alur akan memperlihatkan sebuah prosedur ataupun langkah-langkah untuk menunjukkan urutan suatu proses yang berlangsung [14].

Nilai Cp dan Cpk merupakan indeks kapabilitas proses yang tidak memiliki satuan sehingga tidak dinyatakan dalam persen (%). Pada penelitian ini, batas spesifikasi yang digunakan adalah batas maksimum *oil losses* sebesar 1,0%. Karena perusahaan hanya menetapkan batas spesifikasi atas (Upper Specification Limit/USL) dan tidak menetapkan batas spesifikasi bawah (Lower Specification Limit/LSL), maka evaluasi kapabilitas proses dilakukan menggunakan indeks Cpu. Indeks Cpu digunakan untuk mengetahui kemampuan proses dalam memenuhi batas spesifikasi atas dengan mempertimbangkan rata-rata proses dan simpangan baku proses.

Nilai Cpu yang lebih besar dari 1,00 menunjukkan bahwa proses secara potensial mampu memenuhi batas spesifikasi atas, sedangkan nilai Cpu kurang dari 1,00 menunjukkan bahwa proses belum mampu memenuhi batas spesifikasi atas secara memadai.

Kapabilitas proses merupakan suatu ukuran yang digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu proses dalam memenuhi batas spesifikasi yang telah ditetapkan. Indeks kapabilitas proses yang digunakan meliputi Cp dan Cpk yang menunjukkan proses mampu

ISSN 2338-7122

menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang diterapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan [15]:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

$$C_{pk} = (1 - k)\, C_p$$

$$k = \frac{|(USL + LSL)/2 - \overline{X}|}{(USL - LSL)/2}$$

$$\sigma = \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

Keterangan:

C_p = Indeks kapabilitas proses potensial

USL = *Upper Specification Limit* (batas maksimal toleransi yang ditetapkan perusahaan/pabrik)

LSL = *Lower Specification Limit* (batas maksimal toleransi yang ditetapkan perusahaan/pabrik)

C_{pk} = Indeks kapabilitas proses aktual

C_{pu} = Indeks kapabilitas untuk batas atas (*upper*)

C_{pl} = Indeks kapabilitas untuk batas bawah (*lower*)

min = perintah matematis untuk memilih nilai minimum

$\overline{X}$ = rata-rata riil seluruh data aktual

Kriteria interpretasi nilai kapabilitas proses (Cp dan Cpk) diklasifikasikan:

1. Cp > 1,33: Kapabilitas proses sangat baik.
2. Cp / Cpk < 1,00: Proses tidak kapabel (*not capable*) dan berisiko menghasilkan produk di luar spesifikasi.
3. Cp = Cpk: Distribusi proses berada tepat di tengah batas spesifikasi.
4. Cpk = 1,0: Variasi proses bersinggungan dengan salah satu batas spesifikasi.
5. Cpk ≤ 0: Rata-rata proses berada tepat pada atau sepenuhnya di luar batas spesifikasi.

II. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di area Stasiun Klarifikasi PMKS PT Karya Serasi Jaya Abadi (Desa Binjai, Serdang Bedagai, Sumatera Utara) selama satu bulan, dari tanggal 12 Januari sampai 12 Februari 2026. Fokus kajian mengevaluasi persentase kehilangan minyak (*oil losses*) pada Mesin *Sludge centrifuge* 1 dan Mesin 3. Data kuantitatif yang digunakan merupakan data sekunder berupa rekapitulasi harian dari Departemen Laboratorium sebanyak 27 hari kerja. Pengambilan sampel *oil losses* dilakukan sebanyak satu kali dalam satu hari selama 27 hari operasional, sehingga diperoleh 27 data pengamatan untuk masing-masing mesin. Sampel diambil menggunakan botol berkapasitas 150 ml dan selanjutnya dilakukan ekstraksi kadar minyak menggunakan N-Heksan.

Analisis data mengadopsi kerangka kerja *Statistical process control* (SPC). Fluktuasi harian dievaluasi menggunakan Peta Kendali *Individual-Moving Range* (I-MR). Langkah-langkah pembuatan peta kendali I-MR adalah sebagai berikut:

1. Menghitung Rata-rata Nilai Individual:

$$\overline{X} = \frac{\Sigma \overline{X}}{n}$$

2. Menghitung nilai *Moving range* (MR_i) sebagai selisih absolut antara data hari ke-i dengan hari sebelumnya:

$$MR_i = |X_i - X_{i-1}|$$

3. Menghitung rata-rata peta *moving range* (MR):

$$CL_{MR} = \overline{MR} = \frac{\sum MR_i}{n-1}$$

4. Menghitung Batas Kendali Peta Individual (I-*Chart*):

$$UCL_X = \overline{X} + 3\frac{\overline{MR}}{d_2}$$

$$LCL_X = \overline{X} - 3\frac{\overline{MR}}{d_2}$$

Di mana konstanta untuk ukuran subgrup n = 2 adalah $d_2 = 1{,}128$.

5. Menghitung Batas Kendali Peta *Moving range* (MR-*Chart*):

$$UCL_{MR} = D_4\overline{MR}$$

$$LCL_{MR} = D_3\overline{MR}$$

Di mana konstanta untuk n = 2 adalah $D_4 = 3{,}267$ dan $D_3 = 0$.

III. Hasil dan Pembahasan

1. Analisis Peta Kendali I-MR

Berdasarkan rekapitulasi data selama 27 hari operasional, analisis difokuskan pada Tingkat kehilangan minyak (*oil losses*) di mesin *Sludge centrifuge* 1 dan 3. Secara deskriptif awal, rata-rata *oil losses* pada Mesin 1 adalah 0,737%, dan Mesin 3 adalah 0,755%. Meskipun rata-rata ini tampak berada di bawah standar perusahaan (<1%), evaluasi menggunakan Peta Kendali (*Control Chart*) menemukan beberapa titik (*out of control*) fluktuasi diatas norma perusahaa, didapatkan parameter batas kendali inisial sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter Batas Kendali I-MR Mesin 1 dan Mesin 3

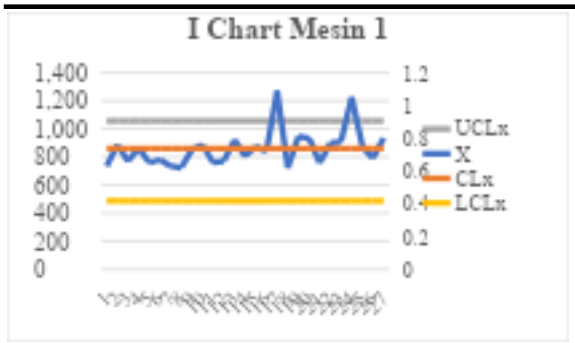
Peta Kendali	Mesin 1	Mesin 3
UCL_x	1,057%	1,018%
CL_x	0,737%	0,755%
LCL_x	0,417%	0,491%
UCL_{MR}	0,392%	0,323%
CL_{MR}	0,120%	0,099%
LCL_{MR}	0	0

Sumber: Pengolahan Data

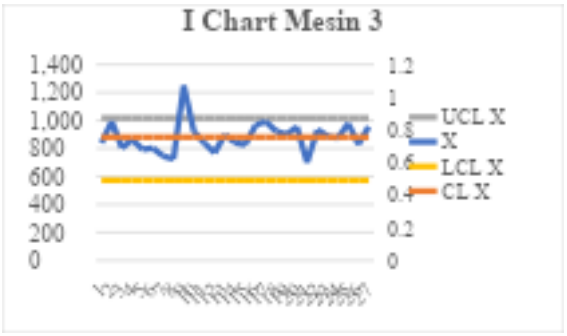
Berdasarkan Tabel 1, diperoleh parameter batas kendali statistik untuk peta I-MR pada kedua mesin *Sludge centrifuge*. Pada Mesin 1, nilai rata-rata tingkat *oil losses* (CL_X) tercatat sebesar 0,737% dengan batas kendali atas (UCL_X) sebesar 1,057% dan batas kendali bawah (LCL_X) sebesar 0,417%. Sementara itu, rata-rata variasi antar pengamatan (CL_{MR}) berada pada angka 0,120% dengan batas rentang bergerak (UCL_{MR}) sebesar 0,392%. Pada Mesin 3, nilai rata-rata *oil losses* (CL_X) sedikit lebih tinggi, yaitu 0,755%, dengan rentang batas kendali individu dari LCL_X sebesar 0,491% hingga UCL_X sebesar 1,018%. Nilai rerata variasi CL_{MR} Mesin 3 tercatat sebesar 0,099% dengan UCL_{MR} sebesar 0,323%. Kedua mesin menunjukkan nilai LCL_{MR} sama dengan 0 karena konstanta D_3 untuk ukuran subgrup n=2 bernilai nol.

Berdasarkan hasil parameter inisial pada Tabel 1, dilakukan pengamatan mendalam melalui grafik peta kendali *Individual Chart* (I-*Chart*) untuk mendeteksi adanya titik yang keluar dari batas kendali (*out of control*) akibat variasi penyebab khusus (*special cause variation*). Proses evaluasi dan perbaikan variabilitas data dilakukan melalui dua tahap eliminasi data *out of control* (revisi) hingga proses mencapai kondisi terkendali secara statistik. Adapun Peta kontrol Mesin 1 dan Mesin 3 dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut:

ISSN 2338-7122

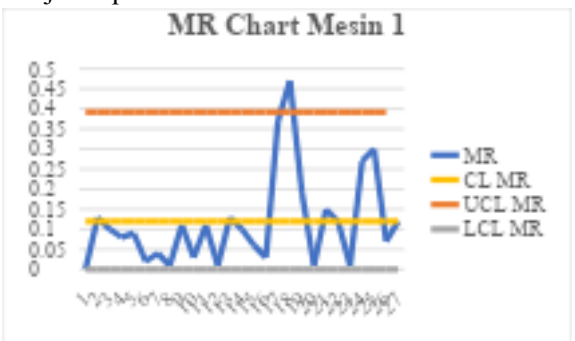


Gambar 1. Grafik *I-Chart* Mesin 1

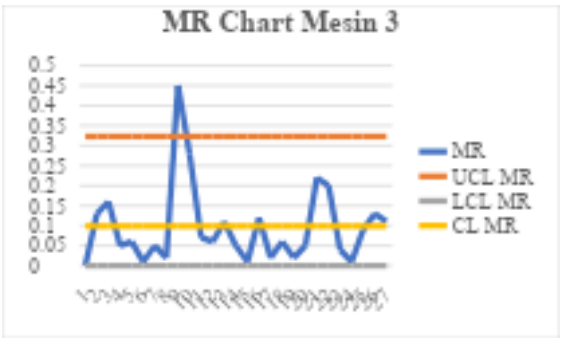


Gambar 2. Grafik *I-Chart* Mesin 3

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2, dapat diidentifikasi keberadaan titik sampel yang berada di luar batas kendali (*out of control*) pada peta I-*Chart*. Pada Mesin 1, terdapat dua titik yang melampaui Batas Kendali Atas (UCL_X = 1,057%), yaitu pada pengamatan hari ke-8 (31 Januari) sebesar 1,09% dan hari ke-17 (9 Februari) sebesar 1,05%. Sementara pada Mesin 3, teridentifikasi satu titik *out of control* di atas UCL_X = 1,018%, yaitu pada pengamatan hari ke-8 (31 Januari) sebesar 1,09%. Guna melengkapi analisis variabilitas dan memantau besarnya fluktuasi antar dua pengamatan berurutan, evaluasi dilanjutkan dengan menganalisis Peta Kendali *Moving Range* (MR-*Chart*). Adapun grafik MR-*Chart* awal untuk Mesin 1 dan Mesin 3 disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut:



Gambar 3. Grafik *MR-Chart* Mesin 1



Gambar 4. Grafik *MR-Chart* Mesin 3

ISSN 2338-7122

Setelah titik data yang teridentifikasi berada di luar batas kendali pada pengamatan awal dieliminasi, dilakukan perhitungan ulang parameter batas kendali sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Nilai rata-rata *oil losses* (CLx) sebesar 0,715% pada Mesin 1 dan 0,738% pada Mesin 3. UCLx dan LCLx masing-masing sebesar 0,905% dan 0,524% pada Mesin 1, 0,942% dan 0,534% Mesin 3. Sementara, nilai UCLMR sebesar 0,234% pada Mesin 1 dan 0,251% pada Mesin 3. Hasil ini menunjukkan batas kendali menjadi lebih sempit setelah eliminasi variasi penyebab khusus. Selanjutnya, kondisi proses diverifikasi kembali melalui I-Chart dan MR-Chart Revisi 1.

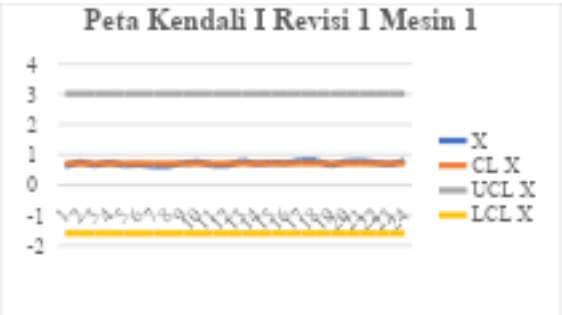
Adanya titik-titik di luar batas kendali pada I-*Chart* maupun MR-*Chart* menegaskan bahwa proses operasional kedua mesin *Sludge centrifuge* masih dipengaruhi oleh variasi penyebab khusus (*special cause variation*). Oleh karena itu, dilakukan tindakan eliminasi terhadap data outlier tersebut untuk merekalkulasi parameter batas kendali statistik yang baru, sebagaimana disajikan pada Tabel 2 berikut.

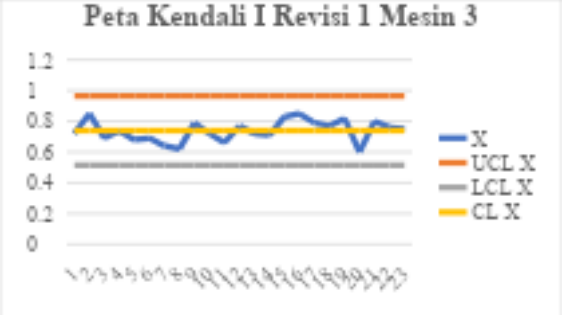
Tabel 2. Parameter Batas Kendali I-MR Revisi 1 Mesin 1 dan Mesin 3

Peta Kendali	Mesin 1	Mesin 3
UCL_x	3,02%	0,944%
CL_x	0,71%	0,74%
LCL_x	-1,6%%	0,515%
UCL_{MR}	0,284%	0,277%
CL_{MR}	0,087%	0,085%
LCL_{MR}	0	0

Sumber: Pengolahan Data

Pada Tabel 2 Mesin 1 tertulis UCL_x = 3,02% dan LCL_x = -1,6%. Rentang batas ini terhitung sangat lebar akibat d_2 atau pemisahan data pada formula spreadsheet. Namun untuk narasi Laporan/Jurnal tetap disesuaikan secara deskriptif ilmiah seperti di bawah ini:Setelah mengeliminasi titik-titik data *out of control* dari pengamatan awal, diperoleh parameter batas kendali revisi 1 seperti yang tercantum pada Tabel 2. Rata-rata persentase *oil losses* CL_x setelah revisi 1 tercatat sebesar 0,71% untuk Mesin 1 dan 0,74% untuk Mesin 3. Pada Mesin 3, batas kendali individual bergerak menjadi LCL_x = 0,515% dan UCL_x = 0,944%, dengan batas UCL_{MR} sebesar 0,277%.

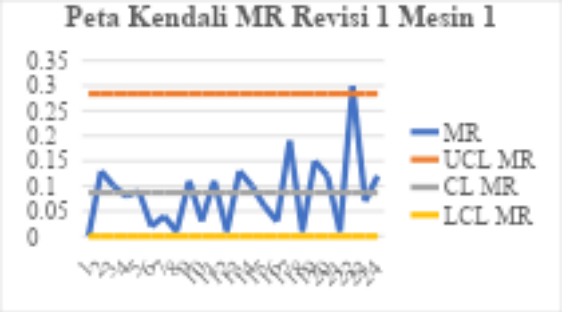


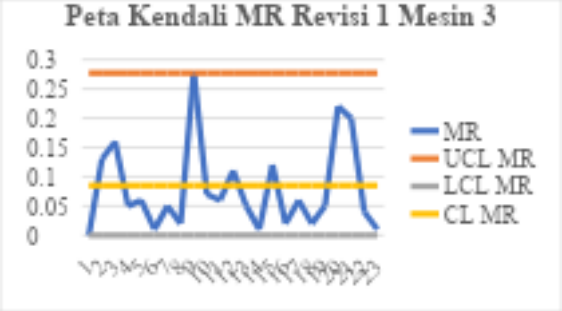


ISSN 2338-7122

Gambar 5. Grafik *I-Chart* Revisi 1 Mesin 1 Gambar 6. Grafik *I-Chart* Revisi 1 Mesin 3

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6, terlihat bahwa fluktuasi data harian X pada kedua mesin telah mengalami penyempitan variabilitas dan seluruh plot data pengamatan kini telah berada di dalam rentang batas kendali statistik LCL_x hingga UCL_x. Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses pemisahan minyak pada mesin *Sludge centrifuge* 1 dan 3 setelah eliminasi tahap pertama telah mencapai kondisi terkendali secara statistik (*in statistical control*).





Gambar 7. Grafik *MR-Chart* Revisi 1Mesin 1 Gambar 8. Grafik *MR-Chart* Revisi 1 Mesin 3

Berdasarkan hasil eliminasi data outlier pada tahapan sebelumnya, diperoleh grafik Peta Kendali *Moving range* (MR) Revisi 1 seperti yang disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8. Pada Gambar 7 dan Gambar 8, terlihat bahwa seluruh titik data variabilitas pergerakan antar sampel (*Moving Range*) untuk Mesin 1 maupun Mesin 3 telah berada di dalam batas kendali ($LCL_{MR} \leq MR \leq UCL_{MR}$) Namun, guna memastikan keandalan rata-rata proses (*Individual Chart*), dilakukan perhitungan ulang parameter batas kendali pada tahapan Revisi 2. Ringkasan nilai batas kendali serta indeks kemampuan proses (*process capability*) setelah eliminasi data outlier disajikan pada Tabel 3 berikut:

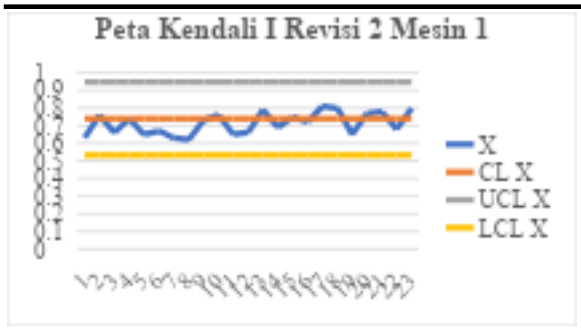
Tabel 3. Parameter Batas Kendali I-MR Revisi 2 Mesin 1 dan Mesin 3

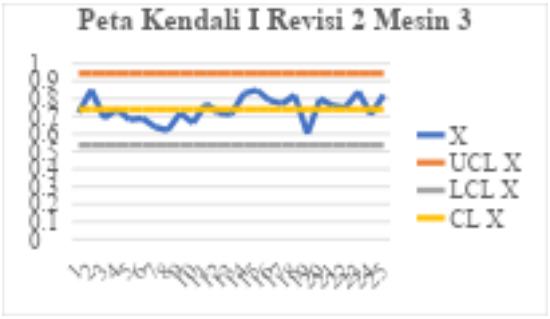
Peta Kendali	Mesin 1	Mesin 3
UCL_x	0,947%	0,944%
CL_x	0,74%	0,74%
LCL_x	0,533%	0,536%
UCL_{MR}	0,254%	0,251%
CL_{MR}	0,078%	0,077%
LCL_{MR}	0	0
σ	0,656	0,656
C_{pk}	0,13	0,13

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 3 di atas, dapat dilihat parameter batas kendali untuk Peta Kendali Individu (I-*Chart*) dan *Moving range* (MR-*Chart*) pada tahap Revisi 2. Nilai rata-rata proses CL_x untuk Mesin 1 maupun Mesin 3 berada pada level 0,74%. Adapun nilai batas kendali atas UCL_x Mesin 1 sebesar 0,947% dan Mesin 3 sebesar 0,944%, sedangkan batas kendali bawah LCL_x berturut-turut adalah 0,533% dan 0,536%.Visualisasi distribusi data terhadap batas-batas kendali tersebut disajikan pada Gambar 9 dan Gambar 10 berikut:

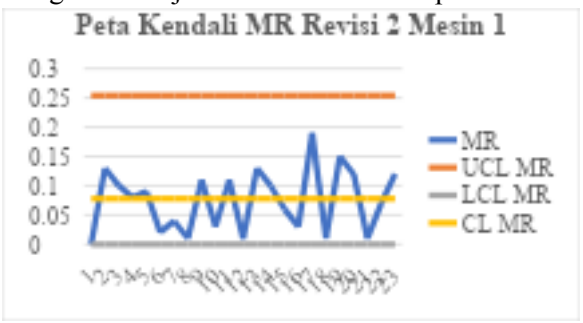
ISSN 2338-7122

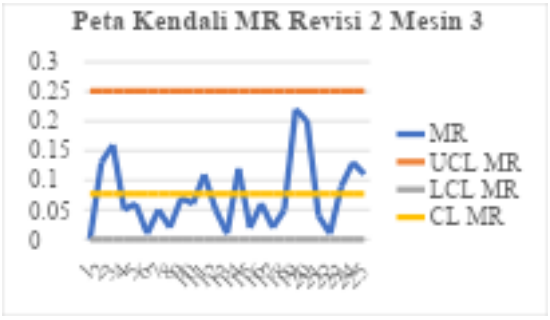




Gambar 9. Grafik *I-Chart* Revisi 2 Mesin 1 Gambar 10. Grafik *I-Chart* Revisi 2 Mesin 3

Berdasarkan Gambar 9 (Mesin 1) dan Gambar 10 (Mesin 3), grafik Individual *Chart* (I-*Chart*) pada tahap Revisi 2 menunjukkan pergerakan data *oil losses* harian yang stabil. Pada Mesin 1, seluruh plot data pengukuran berada di dalam rentang batas kendali LCL_x = 0,533% hingga UCL_x = 0,947%) dengan rata-rata proses CL_x sebesar 0,74%. Kondisi serupa terlihat pada Mesin 3, di mana seluruh data berfluktuasi secara teratur di antara LCL_x = 0,536% dan UCL_x = 0,944%. Hal ini mengindikasikan bahwa rata-rata *oil losses* pada kedua mesin tidak lagi mengalami lonjakan ekstrem akibat special cause variation.





Gambar 11. Grafik *MR-Chart* Revisi 2 Mesin 1 Gambar 12. Grafik *MR-Chart* Revisi 2 Mesin 3

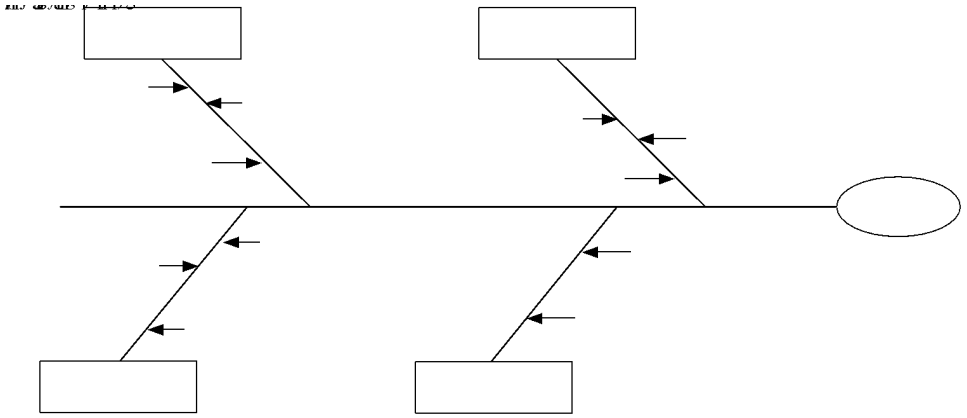
Sementara itu, Gambar 11 dan Gambar 12 memperlihatkan grafik Moving Range (MR-Chart) Revisi 2 untuk memantau variabilitas antar dua pengamatan berurutan. Seluruh nilai rentang bergerak MR pada Mesin 1 berada di bawah UCL_{MR} = 0,254% dengan CL_{MR} = 0,078%, sedangkan pada Mesin 3 seluruh nilai berada di bawah UCL_{MR} = 0,251% dengan CL_{MR} =

ISSN 2338-7122

0,077%. Tidak adanya titik yang melampaui batas kendali pada I-Chart maupun MR-Chart Revisi 2 menegaskan bahwa proses pemisahan minyak pada kedua mesin telah terkendali secara statistik (*in statistical control*). Meskipun demikian, pencapaian proses terhadap batas spesifikasi maksimum *oil losses* sebesar 1,0% tetap perlu dievaluasi melalui analisis kapabilitas proses. Hasil evaluasi tersebut menjadi dasar untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan tingginya *oil losses*. Selanjutnya, identifikasi akar penyebab dilakukan menggunakan Fishbone Diagram untuk mengelompokkan faktor yang memengaruhi *oil losses* berdasarkan aspek manusia, mesin, material, dan metode.

2. Identifikasi Akar Penyebab (*Fishbone Diagram*) dan Usulan 5W+1H

Berdasarkan hasil perhitungan indeks kapabilitas proses yang menghasilkan nilai (Cpk = 0,13 < 1,00), proses dikategorikan belum kapabel (*not capable*) dalam memenuhi batas spesifikasi *oil losses*. Rendahnya nilai C_{pk} secara ekstrem ini mendesak dilakukannya investigasi mendalam menggunakan *Fishbone Diagram* (Diagram Sebab-Akibat) guna membedah 4 (empat) penyebab utama kerugian finansial akibat *oil losses* pada stasiun klarifikasi.



Gambar 13. Diagram Sebab Akibat

Berdasarkan hasil analisis diagram sebab-akibat (*Fishbone*), ketidakstabilan proses yang memicu munculnya titik-titik di luar batas kendali (*out of control*) di stasiun klarifikasi dipengaruhi oleh empat faktor utama:

1. Bahan Baku (*Raw Material*): Ketidakseragaman tingkat kematangan Tandan Buah Segar (TBS) secara langsung mengubah viskositas dan komposisi cairan umpan. Kondisi ini diperparah oleh tingginya kadar *Non-Oil Solid* (NOS) seperti pasir akibat kurangnya pengawasan dan disiplin pada tahapan sortasi penerimaan buah, sehingga padatan lolos ke proses pengolahan.
2. Manusia (*Man*): Faktor kelelahan kerja menurunkan ketelitian operator dalam melakukan pengawasan berkala, yang berdampak pada keterlambatan deteksi fluktuasi parameter kritis (seperti penurunan temperatur). Selain itu, adanya variasi tingkat keahlian dan pemahaman antar-operator memengaruhi kecepatan pengambilan tindakan korektif di lapangan.
3. Mesin (*Machine*): Gesekan mekanis terus-menerus antara material padat (NOS/pasir) dengan komponen internal mengakibatkan keausan pada *nozzle centrifuge*, sehingga menurunkan daya pisah cairan. Masalah ini diikuti dengan penumpukan endapan *Sludge* yang menyumbat saluran akibat absennya pembersihan berkala serta jadwal *preventive maintenance* yang tidak teratur.
4. Metode (*Method*): Ketidakkonsistenan injeksi uap (*steam*) mengakibatkan temperatur umpan *Sludge* pada *buffer tank* berfluktuasi di bawah standar optimum (90°C–95°C),

ISSN 2338-7122

yang berujung pada peningkatan viskositas minyak. Fluktuasi laju umpan (*feed rate*) dan kecepatan putaran drum juga menyebabkan gaya sentrifugal pemisahan menjadi tidak stabil, sehingga menaikkan persentase *oil losses*.

Untuk meminimalkan variasi sebab khusus (*special cause variation*) dan menjaga stabilitas proses pemisahan minyak pada unit *Sludge centrifuge*, dirumuskan tindakan korektif yang terintegrasi lintas lini operasional:

1. Peningkatan Kapabilitas Perangkat Kerja (*Man*): Supervisor Klarifikasi bersama Operator menerapkan program pelatihan berkala, *briefing* sebelum kerja, dan evaluasi bulanan secara rutin di Stasiun Klarifikasi. Langkah ini bertujuan meningkatkan kompetensi, kedisiplinan, serta meminimalkan kesalahan pengaturan parameter operasi akibat kelalaian.
2. Optimalisasi Perawatan Mesin (*Machine*): Bagian Maintenance bersama Supervisor Klarifikasi memperketat jadwal *preventive maintenance* secara berkala maupun insidental saat performa menurun. Fokus utama ditekankan pada pemeriksaan rutin serta penggantian komponen kritis yang aus seperti *bowl, nozzle*, dan *bearing* untuk menjaga stabilitas putaran mesin.
3. Pengendalian Mutu Upan (*Material*): Operator Klarifikasi dan Tim Laboratorium melakukan pengujian karakteristik *feed Sludge* (kadar minyak, air, dan padatan) secara berkala sebelum masuk ke *centrifuge*. Hal ini krusial untuk mengontrol variasi karakteristik *Sludge* yang berpotensi menaikkan nilai kehilangan minyak.
4. Standardisasi Operasional (*Method*): Supervisor Produksi bersama Operator wajib mengawal jalannya proses secara *real-time* dengan menetapkan standar ketat pada debit umpan, temperatur uap, dan kecepatan putaran mesin sesuai dengan *Standard Operating Procedure* (SOP) perusahaan untuk memastikan kestabilan gaya sentrifugal selama produksi berlangsung.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan analisis *Statistical process control* (SPC), proses *oil losses* pada *Sludge centrifuge* 1 dan 3 pada pengamatan awal menunjukkan adanya variasi yang ditandai oleh titik pengamatan di luar batas kendali. Setelah evaluasi terhadap titik yang teridentifikasi sebagai special-cause variation, parameter peta kendali dihitung kembali. Hasil akhir menunjukkan bahwa interpretasi kapabilitas proses harus dilakukan berdasarkan dataset final dan batas spesifikasi perusahaan yang terdokumentasi. Karena batas perusahaan yang digunakan dalam penelitian adalah batas maksimum 1,0%, perhitungan kapabilitas perlu menggunakan indeks satu sisi (Cpu) apabila tidak terdapat batas spesifikasi bawah. Faktor penyebab yang teridentifikasi melalui diagram sebab-akibat meliputi manusia, mesin, material, dan metode. Usulan perbaikan diarahkan pada peningkatan pengawasan operator, *preventive maintenance* komponen kritis, pengendalian karakteristik umpan, serta standardisasi parameter operasi.

Saran untuk penelitian selanjutnya dengan meningkatkan kapabilitas proses dan menekan nilai *oil losses*, perusahaan disarankan menerapkan sistem perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) secara berkala, khususnya untuk memeriksa dan mengganti komponen *nozzle* yang rentan aus akibat gesekan kotoran. Selain itu, monitoring ketat terhadap stabilitas injeksi uap (steam) harus ditingkatkan agar suhu umpan *Sludge* tetap terjaga konsisten pada standar optimum 90℃–95℃ guna mengoptimalkan pemisahan minyak. Manajemen juga perlu memberikan pelatihan teknis berkala bagi operator stasiun klarifikasi untuk meminimalkan kelalaian kerja, serta memperketat sortasi Tandan Buah Segar (TBS) di loading ramp untuk memastikan bahan baku yang diolah memiliki tingkat kematangan yang seragam dan bersih dari kontaminasi kotoran berlebih.

Referensi

[1] Nurita Evitarina And K. Kusrini, "G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan," Vol. 8, No. 4, Pp. 2324–2333, 2024. https://doi.org/10.70609/gtech.v8i4.5050

[2] T. T. Anna Angela Sitinjak, "Hubungan Suhu Dan Kadar Kotoran Cpo Pada Stasiun Klarifikasi," Vol. 7, No. 1, Pp. 33–38, 2022. https://doi.org/10.33541/edumatsains.v7i1.3820

[3] R. Hartati, Y. Hidjrawan, And R. Puspita, "Pengendalian *Oil losses* Pada Titik *Losses Crude Palm Oil* Dengan Metode *Statistical process control* Di PT . Ujong Neubok Dalam," Vol. 08, No. 02, Pp. 174–180, 2022. https://doi.org/10.35308/jopt.v8i2.6220

[4] W. Abdiansyah, N. D. Dharmawati, And R. A. Renjani, "Analisa Pengaruh Metode Pencucian *Nozzle Sludge centrifuge* Terhadap Kehilangan Minyak Pada *Final Effluent*," Vol. 1, No. 02, Pp. 94–112, 2023. https://doi.org/10.55180/aei.v1i2.706

[5] R. K. Tarigan, "Perhitungan Kebutuhan Steam Pada Proses Pemisahan Minyak Pada *Sludge* Separator Di Stasiun Klarifikasi Pabrik Kelapa Sawit PT . XYZ," 2023.

[6] A. Syahputra, "BAB I," Pp. 14–19, 2022.

[7] A. Y. Darma, N. W. Mondamina, And M. S. Adtomi, "Temperatur Optimum *Sludge* CPO Untuk Meminimalkan Kehilangan Minyak Pada Mesin *Sludge Sentrifuge* Di Pabrik Kelapa Sawit," Vol. 6, No. 1, Pp. 43–51, 2024. https://doi.org/10.36870/jvti.v6i1.366

[8] A. Fabrica, "Analisa Kehilangan Minyak (*Oil losses*) Pada Proses Produksi Di Pabrik Kelapa Sawit," Vol. 7, No. 1, 2025. https://doi.org/10.47199/jaf.v7i1.307

[9] M. Nur And A. Alya, "Analisis *Oil losses* Pada Ampas *Press* Produksi *Crude Palm Oil* (CPO) Menggunakan Metode *Statistical process control* (SPC)," Vol. 3, No. 2, Pp. 105–114, 2024. https://doi.org/10.55826/jtmit.v3i2.198

[10] T. Sulistyani *Et Al.*, "Analisis Penggunaan *Statistical process control* (SPC) Dalam Pengendalian Kualitas," Vol. 16, No. 2, Pp. 379–392, 2024. https://doi.org/10.24905/permana.v16i2.387

[11] K. P. Alifka And F. Apriliani, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode *Statistical process control* (SPC) Dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA)," 2024. https://doi.org/10.56211/factory.v2i3.486

[12] D. W. Saputra And D. Tauhida, "Pengendalian Kualitas Bagian Cetak Menggunakan Metode *Statistical Proces Control* (SPC) Dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) Pada Percetakan Bima," Vol. 3, No. 2, Pp. 73–84, 2024. https://doi.org/10.31599/p7bkj742

[13] M. M. Arlando, "Analisis Kehilangan Minyak (*Oil losses*) Pada Proses Pengolahan Sawit CPI Di PT XYZ," 2025.

[14] A. N. Rahmawati And A. A. Shalshabilla, "*The Implementation Of Statistical process control* (SPC) *Method On Carton Box Production Implementasi Metode Statistical process control* (SPC) Pada Produksi Karton Box," Vol. 7, No. 01, Pp. 114–130, 2025. https://doi.org/10.37577/sainteks.v7i01.838

[15] M. O. Vera Devani, "Usulan Peningkatan Kualitas Pulp Dengan Menggunakan Metode *Seven Tools* Dan *New Seven Tools* Di Pt. Ik," 2021. https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i2.7166