

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PENYALURAN PRODUK BIOSOLAR DENGAN METODE *STATISTICAL PROCESS CONTROL* PADA PT PERTAMINA PATRA NIAGA INTEGRATED TERMINAL SEMARANG

Jeffryto Koesriansyah Al Azis¹, Yusuf Widharto^{*2}

^{1,2}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Mempertimbangkan spesifikasi yang telah ditentukan oleh pemerintah, PT Pertamina selalu melakukan pengujian terhadap masing-masing produknya. Namun, pada beberapa kali pengujian, terdapat parameter yang keluar batas spesifikasi. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas dan menjaga standar produk, akan dilakukan analisis terhadap kapabilitas proses penyaluran produk yang dihasilkan khususnya Biosolar menggunakan metode Statistical Process Control. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kualitas Biosolar, mengidentifikasi nilai kapabilitas proses, mengidentifikasi faktor yang menyebabkan permasalahan, serta memberikan saran perbaikan untuk meningkatkan kapabilitas proses penyaluran Biosolar. Berdasarkan perhitungan kapabilitas proses, didapatkan parameter Distilasi 90% dan Flash Point yang dinilai belum cukup kapabel dalam menyalurkan produk Biosolar sesuai spesifikasinya. Penyebabnya kemudian dianalisis menggunakan diagram fishbone dan failure mode and effect analysis (FMEA), di antaranya kualitas produk yang diterima tidak sesuai dengan kualifikasi, serta mobil tangki dan awak mobil tangki tidak melakukan pengecekan. Saran perbaikan yang dapat diberikan, yaitu memastikan produk yang dikirimkan sesuai dengan spesifikasi sebelum dilakukan pengiriman, memberikan sistem reward dan punishment, serta melakukan pelatihan untuk refreshment SOP dan meningkatkan skill.

Kata Kunci: Biosolar; Statistical Process Control; Kapabilitas Proses; fishbone; FMEA

Abstract

[Title: Process Capability Analysis of Biosolar Product Distribution Using Statistical Process Control Method at PT Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang] Taking into account the specifications set by the government, PT Pertamina always tests each of its products. However, at several times of testing, there are parameters that are out of specification limits. Therefore, to improve quality and maintain product standards, an analysis will be carried out on the capability of the product distribution process, especially Biosolar, using the Statistical Process Control method. This study aims to identify the quality of Biosolar, identify the value of process capability, identify factors that cause problems, and provide suggestions for improvements to improve the capability of the Biosolar distribution process. Based on process capability calculations, were obtained Distillation 90% and Flash Point parameters which were considered not capable enough to distribute Biosolar products according to specifications. The causes were then analyzed using a fishbone diagram and failure mode and effect analysis (FMEA), including the quality of the products received did not meet the qualifications, and the tanker and tanker crew did not check the equipments. Suggestions for improvement that can be given are ensuring that the products delivered are in accordance with specifications prior to delivery, providing a reward and punishment system, as well as conducting training for SOP refreshment and improving skills.

Kata Kunci: Biosolar; Statistical Process Control; Process Capability; fishbone; FMEA

1. Pendahuluan

Bahan bakar minyak dapat dikatakan sebagai kebutuhan pokok masyarakat Indonesia, bukan lagi kebutuhan sekunder atau tersier. Hampir setiap rumah

atau bahkan setiap orang memiliki kendaraan sepeda motor maupun mobil sebagai alat transportasi yang berguna untuk mempercepat mobilisasi masyarakat sehari-hari dari suatu tempat ke tempat yang hendak

dituju. Seperti berangkat ke tempat kerja, mengantarkan anak ke sekolah, ke pasar, dan tujuan lainnya. Semakin jauh jarak yang ditempuh maka semakin tinggi/banyak pula BBM yang akan digunakan. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Arifin Tasfir menyebutkan bahwa setiap harinya masyarakat menghabiskan 800.000 barel BBM. Tingginya angka kebutuhan masyarakat akan BBM menyebabkan pemerintah bekerja keras untuk memenuhi kebutuhan tersebut. PT Pertamina (Persero) sebagai salah satu perusahaan milik negara (BUMN) yang bergerak pada bidang energi meliputi minyak, gas, serta energi terbarukan lainnya bertugas untuk memastikan kebutuhan BBM masyarakat terpenuhi.

PT Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang merupakan salah satu anak perusahaan PT Pertamina (Persero) yang memiliki tiga layanan dan kegiatan yang terjadi yaitu penerimaan, penimbunan, dan distribusi BBM di beberapa daerah di Jawa Tengah. PT Pertamina sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) diberi tugas oleh Pemerintah untuk menyediakan bahan bakar minyak di Indonesia sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan oleh Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi.

Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 146.K/10/DJM/2020, telah tercantum Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Solar yang dipasarkan dalam negeri. Spesifikasi yang telah ditetapkan mempertimbangkan aspek-aspek penting seperti, perkembangan teknologi, kemampuan produsen, kemampuan dan kebutuhan konsumen, keselamatan kerja, pengelolaan lingkungan hidup, serta perkembangan kewajiban pemanfaatan Bahan Bakar Nabati berupa Biodiesel.

Dengan mempertimbangkan spesifikasi yang telah ditentukan oleh pemerintah, dalam setiap proses penyaluran produknya, Integrated Terminal Semarang selalu melakukan pengujian terhadap masing-masing produk. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dalam satu hari. Pengujian dilakukan sesuai prosedur yang telah ditentukan dan disesuaikan dengan spesifikasi produk yang telah disahkan. Bila terdapat produk yang menunjukkan indeks di luar batas spesifikasi yang telah ditentukan maka akan dilakukan peninjauan lebih lanjut dan penanganan tertentu hingga produk dapat dipasarkan.

Dalam beberapa kali pengujian, sempat terdapat parameter yang keluar batas spesifikasi. Maka perlu dilakukan proses *trial blending* sehingga produk tersebut memenuhi spesifikasinya dan dapat dipasarkan ke masyarakat. Selain itu, Integrated Terminal Semarang juga pernah menolak kiriman bahan bakar Premium pada tahun 2010 dikarenakan banyak parameter krusial yang berada pada *critical point* sehingga produk tidak layak dipasarkan. Contohnya apabila parameter distilasi melebihi indeks maksimal, menimbulkan *vapour lock* dan pembentukan butir-butir es di dalam karbulator.

Sedangkan, bila parameter distilasi terlalu rendah nilainya akan menyebabkan penyebaran di dalam silinder tidak seimbang sehingga mesin sulit untuk dihidupkan. Hal ini akan menimbulkan karbon deposit serta menyebabkan pengenceran minyak lumas.

Berdasarkan keluhan *customer*, masalah yang kerap terjadi adalah kesalahan pada saat bongkar muatan di tangki pendam konsumen/SPBU. Selain itu, hal yang kerap terjadi adalah isi mobil tangki tidak sesuai dengan *loading instruction*. Masalah tersebut menimbulkan dampak negatif, seperti dapat berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja serta kerugian dalam pemasaran dan distribusi. Oleh karena itu untuk meningkatkan kualitas dan menjaga standar produk, akan dilakukan analisis terhadap kapabilitas proses penyaluran produk yang dihasilkan khususnya biosolar berdasarkan beberapa parameter yang ada.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang ada, dapat disimpulkan bahwa rumusan masalah yang hendak diselesaikan pada penelitian ini yaitu mengetahui kapabilitas proses penyaluran berdasarkan parameter *Density* 15⁰C, Kg/m³ Distilasi 90%, dan *Flash Point*. Berdasarkan hasil pengujian, ditemukan beberapa hasil pengujian Biosolar B30 pada periode tertentu yang tidak memenuhi standar yang telah ditentukan oleh pemerintah. Untuk itu, penelitian yang dilakukan akan menggunakan pendekatan *Statistical Process Control* dan *Failure Mode and Effect Analysis* sehingga dapat disampaikan rekomendasi perbaikan untuk mencapai performa yang lebih baik.

Beberapa penelitian terdahulu juga menjumpai adanya permasalahan-permasalahan pada bahan bakar minyak (BBM) yang menyebabkan produk tidak memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Pattiruhu, Tupan, & Tutuhunewa (2020) mengidentifikasi bahwa terdapat kadar residu karbon dan kandungan sulfur yang cukup tinggi pada produk Biosolar sehingga nilai kapabilitas proses produksi menunjukkan bahwa proses perlu dilakukan perbaikan. Selain itu, terdapat pula Nandiroh & Winardi (2014) yang menjumpai beberapa sampel parameter *Density* 15⁰C, Kg/m³ pada produk Solar yang keluar dari batas kendali spesifikasi sehingga perlu dilakukan perbaikan. Penelitian yang dilakukan Astika (2008) juga menunjukkan bahwa risiko salah sambung *valve* merupakan salah satu risiko terbesar dalam proses penyaluran (distribusi) bahan bakar minyak. Sementara itu, menurut Badariah, Surjasa, & Trinugraha (2012) kebocoran pada tangki timbun merupakan risiko dengan nilai *risk priority number* (RPN) tertinggi yang dapat menyebabkan bahan baku terkontaminasi dengan lingkungan luar.

Adapun, penelitian kali ini bertujuan untuk mengidentifikasi kualitas Biosolar yang disalurkan oleh PT Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang, mengidentifikasi nilai kapabilitas proses penyaluran Biosolar yang dilakukan oleh PT Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang, mengidentifikasi faktor yang menyebabkan permasalahan, serta memberikan saran perbaikan

untuk meningkatkan kapabilitas proses penyaluran Biosolar PT Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang.

2. Studi Literatur Kualitas

Kualitas dapat dinilai berdasarkan sektor yakni manufaktur maupun jasa. Namun jika dipandang secara umum, kualitas adalah kesesuaian produk atau layanan untuk memenuhi atau melebihi kegunaan yang diharapkan oleh penggunaannya (Mitra, 2016). Metode yang paling umum digunakan untuk mengontrol kualitas produk yaitu dengan menyeleksi secara ketat bahan baku yang digunakan, melakukan *training* terhadap tenaga kerja untuk meningkatkan kemampuan, menggunakan mesin-mesin berteknologi mutakhir dan mengadakan seleksi secara ketat pada produk yang akan dipasarkan (Montgomery, 2013).

Adapun tujuan dari pengendalian kualitas adalah (Assauri, 1998):

- a. Produk yang telah dihasilkan dapat memenuhi kualitas yang telah ditetapkan perusahaan.
- b. Meminimalisasi biaya inspeksi perusahaan.
- c. Meminimalisasi biaya proses dan biaya desain dari produk.
- d. Mengusahakan agar biaya produksi yang dikeluarkan seminimal mungkin.

Analisis Kapabilitas Proses

Analisis kapabilitas proses merupakan suatu metode untuk menentukan sebaran variasi dan untuk menemukan efek dari variasi tersebut dan menjadi bagian integral dari rekayasa kualitas (Wooluru, Swamy, & Nagesh, 2014). Umumnya tim produk dan operator lantai produksi menggunakan indeks kapabilitas proses sebagai sarana komunikasi dan evaluasi serta untuk meningkatkan kembali proses manufaktur. Indeks kapabilitas proses dapat digunakan misalnya dalam negosiasi antara tim *product engineering* dan *supervisor* atau operator (Chen, Huang, & Li, 2001). Beberapa kriteria Kapabilitas Proses sebagai berikut:

- a. Nilai $C_p = C_{pk}$, menunjukkan bahwa proses tersebut berada ditengah-tengah spesifikasinya.
- b. Nilai $C_p > 1.33$, maka kapabilitas proses sangat baik.
- c. Nilai $C_p > 1.00$, maka kapabilitas proses sudah baik
- d. Nilai $C_p < 1.00$, mengidentifikasi bahwa proses tersebut menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi dan tidak *capable*.
- e. Nilai C_{pk} negatif, menunjukkan rata-rata proses berada di luar batas spesifikasi.
- f. Nilai $C_{pk} = 1.00$, menunjukkan satu variasi proses berada pada salah satu batas spesifikasi.

- g. Nilai $C_{pk} < 1.00$, menunjukkan bahwa proses menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi.

Statistical Process Control

Statistical Process Control juga dijelaskan merupakan suatu metodologi yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hasil produksi dan memenuhi kebutuhan serta keinginan konsumen dengan cara mengumpulkan dan menganalisa data yang berkaitan dengan kualitas, serta melakukan pengukuran-pengukuran tertentu yang meliputi proses dalam suatu sistem industri (Gaspersz, 1998). Dalam melakukan *Statistical Process Control* (SPC) terdapat beberapa *tools* atau alat bantu yang biasa digunakan mengendalikan kualitas yang biasa disebut dengan *seven tools*. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing *tools* (Gaspersz, 1998):

a. Check Sheet

Menurut Gaspersz (1998), lembar kerja atau *check sheet* merupakan suatu formulir dimana *output* yang akan diinspeksi telah dicetak terlebih dahulu pada formulir tersebut, dengan tujuan data dapat dikumpulkan dengan lebih mudah dan ringkas.

b. Scatter Diagram (Diagram Penyebaran)

Diagram penyebaran merupakan cara yang tergolong sederhana untuk menentukan hubungan antara sebab-akibat dalam dua variabel. Data dikumpulkan dalam bentuk pasangan titik atau sumbu (x, y). Apabila variabelnya saling berhubungan, titik-titik akan membentuk sebuah garis atau kurva. Semakin baik hubungannya, semakin rapat titik mendekati garis.

c. Histogram

Histogram merupakan suatu alat bantu untuk memvisualisasikan proses pengukuran dan frekuensi dari setiap pengukuran.

d. Control Chart

Menurut Heizer dan Render (2005), peta kendali (*control chart*) dapat didefinisikan sebagai gambaran grafik data yang sejalan dengan waktu serta menunjukkan batas atas dan batas bawah proses yang ingin dikendalikan. Peta kendali merupakan sarana untuk melaksanakan metode pengendalian kualitas statistik.

e. Pareto Diagram

Diagram pareto menurut Gaspersz (1998), adalah grafik batas yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Permasalahan yang memiliki frekuensi tertinggi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri, begitu seterusnya hingga grafik batang terakhir yang terendah dan ditempatkan pada sisi paling kanan.

f. Fishbone Diagram

Fishbone diagram merupakan suatu diagram yang memperlihatkan hubungan antara sebab-akibat suatu permasalahan. Diagram ini digunakan

untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh variabel penyebab (Gaspersz, 1998).

g. *Stratification* (Stratifikasi)

Merupakan bentuk visualisasi dari pembagian dan pengelompokan data ke beberapa kategori yang lebih kecil serta memiliki karakteristik yang sama.

Failure Mode and Effects Analysis

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) merupakan sebuah metode evaluasi dari kemungkinan-kemungkinan terjadinya kegagalan dari sebuah sistem, desain, proses atau kinerja untuk dibuat langkah penanganannya (Yumaida, 2011). Pada FMEA, tiap kemungkinan terjadinya kegagalan dikuantifikasi untuk dibuat prioritas penanganannya. Dalam FMEA dapat dikualifikasikan resiko-resiko yang mungkin terjadi pada proses produksi perusahaan. Adapun parameter yang digunakan pada FMEA, antara lain:

a. *Severity* (tingkat keparahan)

Severity merupakan penilaian terhadap seberapa besar tingkat keparahan dari efek yang ditimbulkan. Untuk setiap kegagalan yang timbul akan dinilai seberapa besarkah tingkat keparahannya. Efek dan *severity* berhubungan secara langsung.

b. *Occurrence* (tingkat frekuensi kejadian)

Occurrence merupakan penilaian terhadap seberapa besar tingkat frekuensi kejadian dari penyebab yang menimbulkan mode kegagalan. *Ranking occurrence* merupakan nilai *rating* yang disesuaikan dengan frekuensi yang diperkirakan dan atau angka kumulatif dari kegagalan yang dapat terjadi.

c. *Detection* (tingkat deteksi)

Detection merupakan penilaian terhadap seberapa besar tingkat deteksi/kontrol terhadap mode kegagalan yang terjadi. Nilai *detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini.

Kemudian akan dilakukan perhitungan nilai *risk priority number* (RPN) yang merupakan hasil perkalian antara *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). Berikut merupakan persamaan matematisnya:

$$RPN = (S)x(O)x(D).....(1)$$

Konsep 5W+1H

Pendekatan *kaizen* dengan konsep 5W+1H biasanya digunakan untuk menyusun langkah-langkah perbaikan apabila sebab-sebabnya telah diketahui, kemudian memilih langkah-langkah perbaikan dengan mengacu pada uraian berikut (Ferdiansyah, 2012):

- *What* ⇒ apa yang harus dicapai
- *Why* ⇒ mengapa rencana perbaikan tersebut dilakukan
- *Where* ⇒ dimana rencana perbaikan tersebut dilaksanakan

- *When* ⇒ kapan rencana perbaikan tersebut dilaksanakan
- *Who* ⇒ siapa yang bertanggung jawab terhadap tindakan tersebut
- *How* ⇒ bagaimana melaksanakan rencana perbaikan tersebut

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deksriptif, yaitu mendeskripsikan dan menginterpretasikan proses yang berlangsung dan akibat yang terjadi. Penelitian kali ini dilakukan oleh penulis dengan mengambil tempat di PT Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang yang berfokus menjadi salah satu perusahaan distribusi MIGAS (minyak dan gas bumi) di Indonesia. Adapun, penelitian dilaksanakan dalam kurun waktu 1 bulan dari tanggal 27 Desember 2022 - 27 Januari 2023.

Rumusan masalah dan tujuan penelitian pada penelitian ini adalah mengidentifikasi penyebab hasil pengujian produk Biosolar pada periode tertentu yang tidak memenuhi standar spesifikasi. Penulis juga akan memberikan saran perbaikan yang tepat bagi PT Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang.

Studi literatur yang dilakukan adalah mengenai teori yang berhubungan dengan rumusan masalah, yaitu kualitas, kapabilitas proses, *Statistical Process Control*, peta kendali, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan Konsep 5W + 1H.

Studi lapangan bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi kondisi yang ada di tempat kerja praktik. Kegiatan ini dilakukan dengan mengamati lingkungan depot terutama Fungsi *Quality & Quantity* yang menjadi fokus penelitian. Tahap studi lapangan juga bertujuan untuk menemukan permasalahan apa saja yang ada di lapangan.

Pengumpulan data yang dilakukan berupa data primer dan sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari obyek penelitian. Data primer ini dapat diperoleh dari hasil wawancara dan hasil observasi sehingga diperoleh informasi yang sesuai dengan kondisi di perusahaan. Wawancara dilakukan kepada pekerja pada Fungsi *Quality & Quantity* yang menjadi fokus penelitian. Data sekunder merupakan data yang diperoleh bukan dari hasil pengamatan atau perhitungan langsung di lapangan. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi penjelasan alur proses penyaluran serta data historis hasil pengujian produk Biosolar periode bulan November - Desember 2022 pada PT Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang.

Data historis yang telah dikumpulkan kemudian diolah dengan membuat peta kendali untuk melihat apakah produk Biosolar yang disalurkan sudah terkendali secara statistik atau belum. Apabila pada peta kendali terdapat data yang melewati batas kendali maka harus melalui proses pengolahan data dengan mengeluarkan data *out of control*, tetapi apabila tidak terdapat proses yang melewati batas

kendali maka dapat dilakukan perhitungan selanjutnya. Adapun data yang akan dilakukan analisis kapabilitas proses harus memenuhi asumsi normalitas, maka akan dilakukan pengujian dengan *normality plot* pada data peta kendali. Apabila data sudah terkendali dan memenuhi asumsi normalitas dilanjutkan dengan menghitung kapabilitas proses tiap parameter yang diuji.

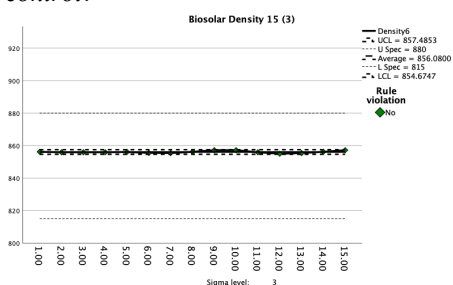
Analisis dilakukan dengan identifikasi permasalahan yang dapat terjadi selama proses penyaluran Biosolar berdasarkan parameter yang belum memenuhi indeks Cp dan CpK. Identifikasi faktor penyebab permasalahan yang ada dengan menggunakan *tools* diagram *fishbone* (sebab akibat) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Kedua *tools* ini digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dari permasalahan yang ada. Kemudian, modulus kegagalan dengan nilai *risk priority number* (RPN) yang menempati *ranking* 1-3 akan dipilih sebagai prioritas perbaikan. Terakhir, pemberian saran perbaikan dilakukan untuk beberapa modulus kegagalan yang dijadikan sebagai prioritas perbaikan. Metode yang digunakan adalah dengan analisis 5W+1H sehingga akan dihasilkan usulan perbaikan secara lebih detail dan terperinci.

Setelah dilakukan pengolahan data dan analisis, dapat ditarik kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian dan memberikan saran untuk penelitian kedepannya.

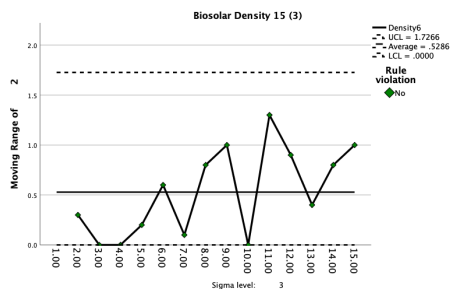
4. Hasil dan Pembahasan

a. Parameter *Density* 15°C, Kg/m³

Berikut merupakan peta kendali I-MR hasil pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter *Density* 15°C, Kg/m³ menggunakan *software* SPSS setelah dilakukan tiga kali iterasi menghilangkan data *out of control*:



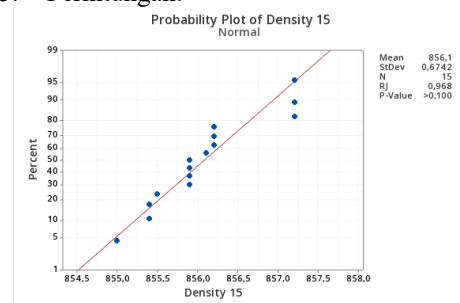
Gambar 1. Peta Kendali I Parameter *Density* 15°C, Kg/m³



Gambar 2. Peta Kendali MR Parameter *Density* 15°C, Kg/m³

Gambar 1. dan **Gambar 2.** menunjukkan bahwa tidak terdapat data *out of control* sehingga varians proses pengujian parameter *Density* 15°C, Kg/m³ sudah terkendali secara statistik dan dapat dilanjutkan untuk analisis kapabilitas proses. Namun, data yang akan dilakukan analisis kapabilitas proses harus memenuhi asumsi normalitas. Berikut merupakan hasil pengujian Uji Normalitas dengan *normality plot* pada *software* Minitab:

1. H_0 : Data pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter *Density* 15°C, Kg/m³ berdistribusi normal
2. H_1 : Data pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter *Density* 15°C, Kg/m³ tidak berdistribusi normal
3. Taraf signifikansi α : 0,05
4. Daerah kritis : nilai *p-value* < 0,05
5. Perhitungan:



Gambar 3. Uji Normalitas Parameter *Density* 15°C, Kg/m³

6. Keputusan: Jangan tolak H_0 , karena nilai *p-value* > 0,05 (0,100 > 0,05)
7. Kesimpulan: Data pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter *Density* 15°C, Kg/m³ berdistribusi normal

Berdasarkan **Gambar 3.** dapat dilihat bahwa nilai *p-value* > 0,05 sehingga data pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter *Density* 15°C, Kg/m³ berdistribusi normal. Berikut merupakan hasil perhitungan kapabilitas proses menggunakan *software* SPSS:

Tabel 1. Kapabilitas Proses Parameter *Density* 15°C, Kg/m³

Process Statistics		
Capability Indices	CP ^a	23.127
	CpL ^a	29.232
	CpU ^a	17.021
	CpK ^a	17.021

The normal distribution is assumed. LSL = 815 and USL = 880.

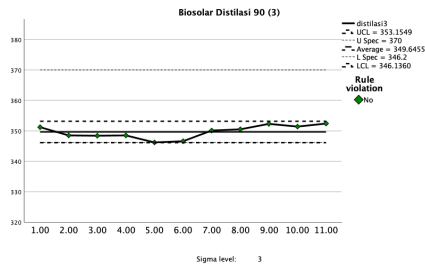
a. The estimated capability sigma is based on the mean of the sample moving ranges.

Berdasarkan **Tabel 1.** hasil perhitungan kapabilitas proses menggunakan *software* SPSS diperoleh Cp = 23,127; Cp > 1,00, yang mengidentifikasi bahwa kemampuan proses yang

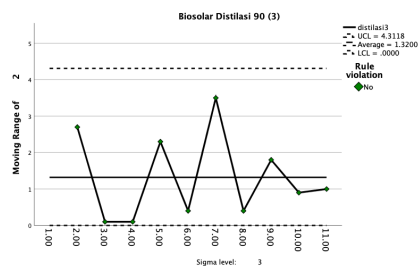
dimiliki sudah sangat baik. Sedangkan, berdasarkan hasil CpK diperoleh nilai 17,021 ($CpK > 1,00$) yang mengidentifikasi bahwa kemampuan proses untuk mengendalikan pengujian Biosolar berdasarkan parameter $Density\ 15^{\circ}C, Kg/m^3$ sudah baik dan sudah menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi.

b. Parameter Distilasi 90%

Berikut merupakan peta kendali I-MR hasil pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter Distilasi 90% menggunakan *software* SPSS setelah dilakukan tiga kali iterasi menghilangkan data *out of control*:



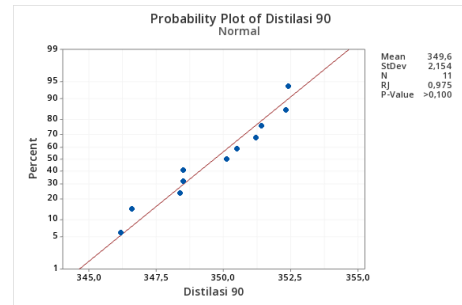
Gambar 4. Peta Kendali I Parameter Distilasi 90%



Gambar 5. Peta Kendali MR Parameter Distilasi 90%

Gambar 4. dan **Gambar 5.** menunjukkan bahwa tidak terdapat data *out of control* sehingga varians proses pengujian parameter Distilasi 90% sudah terkendali secara statistik dan dapat dilanjutkan untuk analisis kapabilitas proses. Namun, data yang akan dilakukan analisis kapabilitas proses harus memenuhi asumsi normalitas. Berikut merupakan hasil pengujian Uji Normalitas dengan *normality plot* pada *software* Minitab:

1. H_0 : Data pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter Distilasi 90% berdistribusi normal
2. H_1 : Data pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter Distilasi 90% tidak berdistribusi normal
3. Taraf signifikansi $\alpha : 0,05$
4. Daerah kritis : nilai $p\text{-value} < 0,05$
5. Perhitungan:



Gambar 6. Uji Normalitas Parameter Distilasi 90%

6. Keputusan: Jangan tolak H_0 , karena nilai $p\text{-value} > 0,05$ ($0,100 > 0,05$)

7. Kesimpulan: Data pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter Distilasi 90% berdistribusi normal

Berdasarkan **Gambar 6.** dapat dilihat bahwa nilai $p\text{-value} > 0,05$ sehingga data pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter Distilasi 90% berdistribusi normal. Berikut merupakan hasil perhitungan kapabilitas proses menggunakan *software* SPSS:

Tabel 2. Kapabilitas Proses Parameter Distilasi 90%

Process Statistics		
Capability Indices	CP^a	3.391
	CpL^a	.982
	CpU^a	5.800
	CpK^a	.982

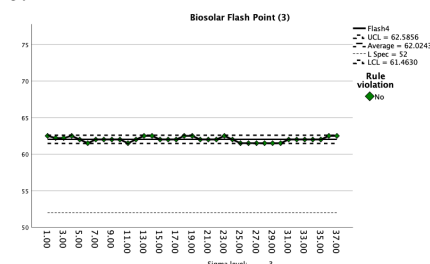
The normal distribution is assumed. LSL = 346.2 and USL = 370.

a. The estimated capability sigma is based on the mean of the sample moving ranges.

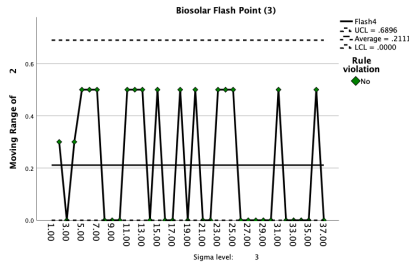
Berdasarkan **Tabel 2.** hasil perhitungan kapabilitas proses menggunakan *software* SPSS diperoleh $Cp = 3,391$; $Cp > 1,00$, yang mengidentifikasi bahwa kemampuan proses yang dimiliki sudah sangat baik. Sedangkan, berdasarkan hasil CpK diperoleh nilai 0,982 ($CpK > 1,00$) yang mengidentifikasi bahwa proses menghasilkan produk yang tidak sesuai spesifikasi.

c. Parameter Flash Point

Berikut merupakan peta kendali I-MR hasil pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter *Flash Point* menggunakan *software* SPSS setelah dilakukan tiga kali iterasi menghilangkan data *out of control*:



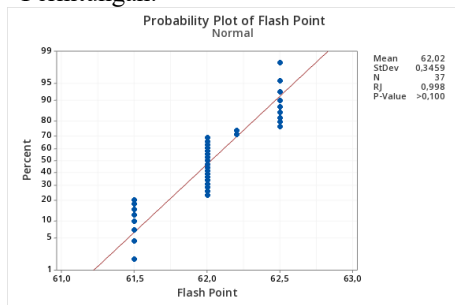
Gambar 7. Peta Kendali I Parameter *Flash Point*



Gambar 8. Peta Kendali MR Parameter *Flash Point*

Gambar 7. dan Gambar 8. menunjukkan bahwa tidak terdapat data *out of control* sehingga varians proses pengujian parameter *Flash Point* sudah terkendali secara statistik dan dapat dilanjutkan untuk analisis kapabilitas proses. Namun, data yang akan dilakukan analisis kapabilitas proses harus memenuhi asumsi normalitas. Berikut merupakan hasil pengujian Uji Normalitas dengan *normality plot* pada *software* Minitab:

1. H_0 : Data pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter *Flash Point* berdistribusi normal
2. H_1 : Data pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter *Flash Point* tidak berdistribusi normal
3. Taraf signifikansi α : 0,05
4. Daerah kritis : nilai *p-value* < 0,05
5. Perhitungan:



Gambar 9. Uji Normalitas Parameter *Flash Point*

6. Keputusan: Jangan tolak H_0 , karena nilai *p-value* > 0,05 (0,100 > 0,05)
7. Kesimpulan: Data pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter *Flash Point* berdistribusi normal

Berdasarkan Gambar 9. dapat dilihat bahwa nilai *p-value* > 0,05 sehingga data pengujian produk Biosolar B30 terhadap parameter *Flash Point* berdistribusi normal. Berikut merupakan hasil perhitungan kapabilitas proses menggunakan *software* SPSS:

Tabel 3. Kapabilitas Proses Parameter *Flash Point*

Process Statistics		
Capability Indices	CP ^a	9.354
	CpL ^a	17.860
	CpU ^a	.847
	CpK ^a	.847

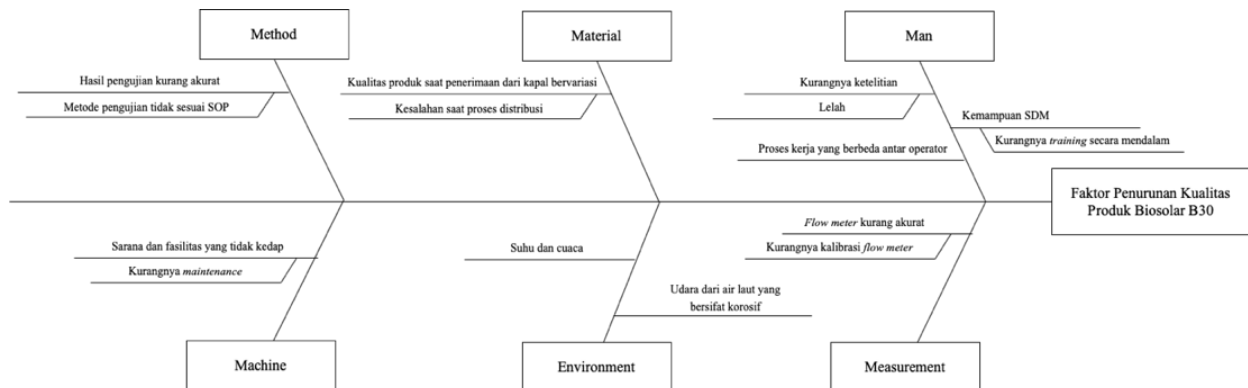
The normal distribution is assumed. LSL = 52 and USL = 62.5.

a. The estimated capability sigma is based on the mean of the sample moving ranges.

Berdasarkan Tabel 3. hasil perhitungan kapabilitas proses menggunakan *software* SPSS diperoleh $C_p = 9,354$; $C_p > 1,00$, yang mengidentifikasi bahwa kemampuan proses yang dimiliki sudah sangat baik. Sedangkan, berdasarkan hasil C_{pK} diperoleh nilai 0,847 ($C_{pK} > 1,00$) yang mengidentifikasi bahwa proses menghasilkan produk yang tidak sesuai spesifikasi.

d. Analisis Diagram *Fishbone*

Berdasarkan hasil perhitungan kapabilitas proses, pada penyaluran produk Biosolar terhadap parameter *Density* 15°C Kg/m³, Distilasi 90%, dan *Flash Point*, dapat dilihat bahwa pada parameter *Density* 15°C Kg/m³ sudah memenuhi standar kapabilitas proses yang dibutuhkan. Sedangkan, pada parameter Distilasi 90% dan *Flash Point* diperoleh nilai kapabilitas proses < 1,00 yang menunjukkan proses menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi. Oleh karena itu, diperlukan peninjauan menggunakan *fishbone diagram* untuk analisis penyebab potensial secara lebih lanjut. Diagram *fishbone* pada proses penyaluran Biosolar B30 ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 10. *Fishbone Diagram*

Masalah yang akan dianalisis berada pada kepala ikan yaitu beberapa parameter produk Biosolar B30 yang tidak memenuhi spesifikasi. Berdasarkan masalah tersebut dipetakan beberapa penyebab potensial dari beberapa faktor sebagai berikut:

a. *Man*

Dari faktor manusia, penyebab masalah yang terjadi yaitu kurang telitinya operator ketika melakukan pengujian yang disebabkan karena kelelahan. Selain itu, kemampuan sumber daya manusia yang kurang merata akibat kurangnya *training* secara mendalam. Faktor ketiga adalah proses kerja antar operator yang terkadang berbeda satu sama lain karena operator lebih senang mengerjakan tugas dengan cara yang sudah biasa mereka kerjakan serta perbedaan *shift* jam kerja yang dilalui operator.

b. *Measurement*

Dari faktor pengukuran, didapatkan *flow meter* yang kurang akurat sehingga kurang dapat menunjukkan hasil pengukuran yang tepat. Misalnya pada komposisi produk FAME yang melebihi batas standar ketika melalui proses *blending*. Hal ini disebabkan karena kurangnya kalibrasi *flow meter*.

c. *Material*

Ditinjau dari faktor material, penyebab ketidaksesuaian produk Biosolar B30 adalah kualitas produk saat penerimaan dari kapal bervariasi. Hal ini disebabkan karena kesalahan ketika proses distribusi produk dari *supply point*.

d. *Environment*

Ditinjau dari faktor lingkungan, ketidaksesuaian produk Biosolar B30 dapat dipengaruhi oleh suhu dan cuaca. Hal ini dapat menyebabkan proses penerimaan produk terganggu serta apabila terjadi hujan lebat dapat menyebabkan banjir. Selain itu, udara dari air laut yang bersifat korosif juga sangat berbahaya karena dapat menyebabkan korosi pada tangki penimbunan.

e. *Method*

Pada faktor metode, terdapat potensi penyebab masalah yaitu hasil pengujian yang kurang akurat yang disebabkan oleh metode pengujian yang tidak sesuai SOP. Seringkali karyawan yang sudah lama bekerja akan melewati beberapa tahapan dan melakukan pengiraan agar mempercepat pengujian. Hal ini akan memengaruhi hasil pengujian terhadap parameter yang ada pada produk Biosolar B30.

f. *Machine*

Dari faktor mesin, diketahui penyebab potensial adalah sarana dan fasilitas yang tidak kedap. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya *maintenance* secara berkala.

e. Analisis FMEA

Berdasarkan proses penyaluran Biosolar B30 yang dilakukan, dapat dilakukan analisis kemungkinan-kemungkinan permasalahan yang dapat terjadi serta dampak-dampaknya. Berikut merupakan analisis FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) pada proses penyaluran Biosolar:

Tabel 4. Analisis FMEA

Process	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	Severity	Potential Causes	Occurrence	Current process controls	Detection	RPN
Penerimaan produk pada kapal	Kualitas produk yang diterima tidak sesuai kualifikasi	Tidak dilakukan penerimaan produk dan mengalami kerugian	8	Kesalahan saat proses pengolahan dan/atau distribusi produk	2	Melakukan <i>trial blending</i> sejumlah kargo produk yang <i>off specification</i> dengan produk yang <i>on specification</i> (eksisting di Depot Pengapon). Kemudian dilihat apakah produk dapat memenuhi spesifikasi atau tidak. Apabila produk telah memenuhi spesifikasi maka dapat dilakukan penerimaan produk. Namun, apabila produk tidak memenuhi spesifikasi (<i>off specification</i>) akan diputuskan oleh pihak pusat untuk melakukan penolakan produk dan dikembalikan ke <i>supply point</i>	3	48
		Kemungkinan penyalahgunaan selama proses pengiriman (kapal)	8	Awak kargo melakukan kecurangan	2	Menegaskan SOP kepada awak kargo	3	48
	Cuaca yang tidak memungkinkan kapal untuk berlabuh	Keterlambatan suplai produk	5	Cuaca buruk seperti angin yang menyebabkan gelombang air laut menjadi tinggi	2	Tidak melakukan penerimaan dan menunggu hingga cuaca kondusif	4	40
Penerimaan produk pada depot	Kesalahan penggunaan jalur pipa dan <i>valve</i>	Produk terkontaminasi	6	Kurangnya koordinasi antar operator	2	Menggunakan sistem komputer yang terintegrasi untuk mengantisipasi kesalahan operator Meningkatkan kemampuan dan koordinator operator melalui <i>training</i>	2	24
	Kesalahan penggunaan jalur pipa dan <i>valve</i>	Produk terkontaminasi	6	Sarana dan fasilitas yang tidak kedap	2	Memastikan kondisi sarana dan fasilitas <i>valve</i> layak pakai dengan <i>maintenance</i> rutin	2	24
Penimbunan	Kebocoran pada tangki timbun	Produk terkontaminasi air	6	Korosi tangki yang disebabkan udara dari air laut	2	Dilakukan pengelasan di titik yang bocor	2	24
	Tidak kedapnya <i>valve</i> pada <i>inlet outlet</i> tangki	Produk terkontaminasi produk lain	6	Kurangnya <i>maintenance</i> sarana dan fasilitas	2	Melakukan <i>maintenance</i> dengan rutin	2	24
Loading process di gantry	Alat ukur (meter) kurang akurat	Komposisi produk tidak sesuai standar	7	<i>Flow meter error</i> melebihi batas	2	Melakukan kalibrasi <i>flow meter</i> secara berkala	2	28
	Sarfas <i>gantry</i>	Produk terkontaminasi	7	Kurang <i>maintenance</i>	2	Melakukan <i>maintenance</i> secara berkala	2	28
	MT dan AMT tidak melakukan pengecekan	Produk terkontaminasi	7	AMT tidak melaksanakan tugas sesuai SOP	4	Sosialisasi penegasan SOP kepada AMT	4	112
Proses pengendalian mutu dari penerimaan hingga penyaluran	Metode pengujian	Hasil pengujian kurang akurat	6	Metode pengujian tidak sesuai SOP	1	Mempertegas SOP pengujian sampel BBM	1	6
	Alat pengujian		6	Kurangnya kalibrasi alat	2	Melakukan kalibrasi alat pengujian secara berkala	2	24

Berdasarkan **Tabel 4**. Analisis FMEA, diperoleh kesimpulan bahwa kegagalan pada penyaluran BBM dengan skor tertinggi antara lain berada proses penerimaan produk pada kapal yang terjadi karena kualitas produk yang diterima tidak sesuai dengan kualifikasi. Selain itu, pada *loading process* di *gantry* yang terjadi karena mobil tangki dan awak mobil tangki tidak melakukan pengecekan. Maka dari itu, akan diberikan saran perbaikan pada kegagalan yang memiliki 3 nilai RPN tertinggi. Selain itu, saran perbaikan ini dapat dilakukan oleh perusahaan untuk meningkatkan

tingkat pemenuhan spesifikasi yang ditentukan oleh pemerintah.

f. Saran Perbaikan

Saran perbaikan dilakukan sebagai bentuk tindakan mitigasi risiko serta menurunkan kemungkinan terjadinya 3 mode kegagalan prioritas saat proses penyaluran produk berlangsung. Berikut ini merupakan tabel saran perbaikan untuk modus kegagalan prioritas menggunakan 5W + 1H:

Tabel 5. Saran Perbaikan dengan 5W + 1H

Modus Kegagalan	What	Why	Where	When	Who	How
Kualitas produk yang diterima tidak sesuai kualifikasi	Memastikan produk yang dikirimkan sesuai dengan spesifikasi sebelum dilakukan pengiriman	Untuk meminimalisir kualitas produk yang dikirimkan tidak sesuai spesifikasi	Supply point	Setiap sebelum dilakukan pengiriman produk ke depot	Divisi <i>Quality and Quality</i>	Melakukan <i>incoming quality control</i> secara ketat dengan cara: 1. Meminta data <i>outgoing quality control</i> dari <i>supplier</i> . 2. Meminta <i>supplier</i> untuk melakukan perbaikan produk dengan kurun waktu tertentu apabila produk tidak memenuhi spesifikasi. 3. Selalu melakukan <i>follow up</i> terkait perbaikan produk pada <i>supplier</i> .
	Melakukan pelatihan kepada awak kapal	Agar menjadikan awak kapal lebih kompeten dan dapat meningkatkan kualitas kerja awak kapal	Kapal tangker	Sebelum awak kapal berlayar	Awak kapal	Pelatihan kepada awak kapal dapat dilakukan dengan cara: 1. Melakukan pelatihan <i>ship management</i> agar awak kapal mengetahui akan sistem dan prosedur kerja yang baik saat bekerja di atas kapal 2. Mengadakan sistem <i>pre test</i> tentang materi yang akan diberikan sebelum diberi pelatihan dan sistem <i>post test</i> setelah selesai pelatihan sehingga dapat digunakan sebagai perbandingan apakah program pelatihan yang telah dilaksanakan dapat meningkatkan pengetahuan para peserta 3. Melakukan perketatan proses supervisi dengan menggalakkan program kedisiplinan bagi seluruh <i>leader</i> dan <i>supervisor</i> .
Mobil tangki dan awak mobil tangki tidak melakukan pengecekan	Memberikan sistem <i>reward</i> dan <i>punishment</i>	Agar awak mobil tangki dapat melaksanakan tugasnya sesuai SOP dan menghindari kecelakaan kerja yang tidak diinginkan	Divisi <i>Fleet & NGS</i>	Setiap bulan	Awak Mobil Tangki	Dapat dilakukan dengan membuat poin plus dan minus pada tindakan yang mereka lakukan. Hal ini harus dibantu oleh atasan pekerja untuk mencatat tindakan baik dan buruk yang dilakukan awak mobil tangki. Selain dapat meminimalisir kesalahan, awak mobil juga akan berlomba-lomba untuk berkinerja baik agar dapat diberikan apresiasi berupa <i>reward</i> .
	Melakukan pelatihan untuk <i>refreshment</i> SOP dan meningkatkan SOP	Agar operator dapat mengingat kembali atau <i>refreshment</i> mengenai SOP dan meningkatkan <i>skill</i> yang dimilikinya	Divisi <i>Fleet & NGS</i>	Setiap bulan	Awak Mobil Tangki	Memberikan pelatihan tiap bulannya secara sistematis dan wajib dihadiri oleh AMT agar dapat meningkatkan daya ingat AMT mengenai aturan dan juga meningkatkan kemampuan AMT. Dalam pelatihan juga disarankan agar memiliki sistem <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> untuk mengetahui kemampuan AMT sebelum dan sesudah diadakannya pelatihan.

Selain itu, penulis juga merekomendasikan beberapa saran perbaikan lain untuk meningkatkan tingkat pemenuhan spesifikasi yang ditentukan oleh pemerintah, antara lain:

1. Melakukan pemeliharaan (*maintenance*) sarana dan fasilitas secara rutin dan terjadwal

Pemeliharaan sarana dan fasilitas secara rutin dan terjadwal perlu dilakukan agar kemungkinan kerusakan sarana dan fasilitas selama proses penimbunan produk menjadi berkurang serta gejala-gejala kerusakan dapat dihindarkan. Selain itu, dapat juga melakukan evaluasi SOP pengecekan mesin harian, mingguan dan tahunan supaya lebih diperjelas dan diperdetail dan melakukan perketatan proses supervisi dengan menggalakkan program kedisiplinan bagi seluruh *leader* dan *supervisor*.

2. Membuat *logbook* harian yang dapat memantau aktivitas alat pengujian.

Logbook harian dibuat agar dapat memonitor aktivitas alat pengujian, apakah terjadi aktivitas yang membahayakan atau tidak. Selain itu, *logbook* juga dapat diisi dengan informasi kerusakan yang terjadi serta cara

mengatasinya. *Logbook* dibuat dengan format yang lengkap dan terperinci. Buat pencatatan atribut-atribut dari aktivitas alat pengujian seperti *idle time*, *down time*, waktu pembersihan, waktu kalibrasi, dan sebagainya. Lakukan pencatatan saat alat pengujian mulai digunakan hingga selesai digunakan.

3. Memberikan penyuluhan *self maintenance* kepada operator

Penyuluhan *self maintenance* kepada operator dilakukan agar operator dapat menggunakan alat pengujian dengan baik. Penyuluhan *self maintenance* kepada operator setiap bulannya dapat dilakukan dengan menyuluhkan terkait seluk beluk alat pengujian dan metode penanganan yang tepat apabila alat mengalami kendala.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan parameter *Density* 15⁰C, Distilasi 90%, dan *Flash Point* dari 61 data yang digunakan didapatkan beberapa data yang berada di luar batas kendali atas dan bawah dalam peta kendali I dan MR sehingga dilakukan eliminasi

data-data tersebut dan dilakukan pengujian ulang hingga keseluruhan data berada dalam batas kendali.

Perhitungan kapabilitas proses dilakukan untuk menggambarkan kondisi proses penyaluran saat ini. Pada produk Biosolar parameter *Density* 15°C, Kg/m³ didapatkan nilai Cp 23,127 dan CpK 17,021. Lalu pada Biosolar parameter Distilasi 90% didapatkan nilai Cp 3,391 dan CpK 0,982. Serta, pada Biosolar parameter *Flash Point* didapatkan nilai Cp 9,354 dan CpK 0,847. Maka proses penyaluran saat ini masih dinilai belum cukup kapabel dalam menyalurkan produk Biosolar sesuai spesifikasinya.

Terdapat beberapa potensi penyebab penurunan kualitas produk Biosolar, yaitu pada proses penerimaan produk pada kapal yang terjadi karena kualitas produk yang diterima tidak sesuai dengan kualifikasi. Selain itu, pada *loading process* di *gantry* yang terjadi karena mobil tangki dan awak mobil tangki tidak melakukan pengecekan.

Saran perbaikan yang dapat diberikan pada perusahaan yaitu memastikan produk yang dikirimkan sesuai dengan spesifikasi sebelum dilakukan pengiriman, melakukan pelatihan kepada awak kapal, memberikan sistem *reward* dan *punishment*, serta melakukan pelatihan untuk *refreshment* SOP dan meningkatkan *skill*.

Perusahaan sebaiknya menerapkan saran perbaikan yang telah disampaikan untuk dapat meningkatkan kapabilitas proses dan kesesuaian produk dengan spesifikasi terutama pada produk Biosolar. Penerapan dapat disesuaikan dengan kondisi dan kebijakan perusahaan.

Penelitian selanjutnya dapat mendalami kapabilitas proses pada parameter lainnya yang terkait seperti *Water Content*, *Sulfur Content*, dan lain sebagainya serta apakah memungkinkan untuk diteliti terkait hubungan antar parameter tersebut.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

7. Daftar Pustaka

- Assauri, S. (1998). *Manajemen Operasi dan Produksi*. Jakarta: LPFE UI.
- Astika, I. M. (2008). RISK ASSESSMENT PADA PROSES DISTRIBUSI BAHAN BAKAR MINYAK DI KOBANGDIKAL.
- Badariah, N., Surjasa, D., & Trinugraha, Y. (2012). ANALISA SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT BERDASARKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA). *Jurnal Teknik Industri*, 111-118.
- Chen, K., Huang, M. L., & Li, R. K. (2001). Process capability analysis for an entire product.

International Journal of Production Research, 4077-4087.

- Ferdiansyah, H. (2012). Usulan Rencana Perbaikan Kualitas Produk Penyangga Duduk Jok Sepeda Motor Dengan Pendekatan Metode Kaizen (5W+1H) Di PT. Ekaprasarana. *Jurnal Manajemen*.
- Gaspersz, V. (1998). *Manajemen Produksi Total, Strategi Peningkatan Produktivitas Bisnis Global*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Mitra, A. (2016). *Fundamentals of quality control and improvement*. Hoboken: Wiley.
- Montgomery. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control, Seventh Edition*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Nandiroh, S., & Winardi, E. (2014). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK SOLAR DENGAN MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC) (Studi Kasus : DI UNIT KILANG PUSDIKLAT MIGAS CEPU). *Seminar Nasional IENACO* (pp. 281-288). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pattiruhu, A., Tupan, J. M., & Tutuhatunewa, A. (2020). ANALISIS KARAKTERISTIK KADAR RESIDU KARBON DAN KANDUNGAN SULFUR PRODUK MINYAK BIOSOLAR DENGAN KONSEP SIX SIGMA. *ARIKA, Vol. 14 No. 02*.
- Wooluru, Y., Swamy, & Nagesh, P. (2014). THE PROCESS CAPABILITY ANALYSIS - A TOOL FOR PROCESS PERFORMANCE MEASURES AND METRICS - A CASE STUDY. *International Journal for Quality Research*, 399-416.
- Yumaida. (2011). *Analisis Risiko Kegagalan Pemeliharaan Pada Pabrik Pengolahan Pupuk NPK Granular (Studi Kasus: PT. Pupuk Kujang Cikampek)*. Depok: Universitas Indonesia.