



Analisis Pengawasan Pengendalian Mutu Penimbunan Avtur Menggunakan Metode *Statistical Quality Control* di PT. XYZ

Aulia Rahmah¹, *Oksil Venriza²

Departemen Logistik Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral "Akamigas"
Jl. Gajah Mada 38, Cepu, Blora, Jawa Tengah, 58312, Indonesia
Email: oksil.venriza@esdm.go.id

Article Info	Abstract
Article History Received: 2022-05-15 Revised: 2022-06-22 Published: 2022-07-09 Keywords: <i>Supervision;</i> <i>Quality Control;</i> <i>Avtur Hoarding.</i>	This research was conducted to see the quality control of Avtur stockpiling, especially in the Density 15°C and Electrical Conductivity testing. This research was conducted using the Statistical Quality Control method by analyzing the Control Chart Graph and the calculation results of Capability Processes. Based on the calculation results, the Upper Control Limit (UCL) X, Lower Control Limit (LCL) X, UCL R, LCL R, Process Capability Index (Cp), and Process Capability (Cpk) in the 15°C Density test are 0.802, 0 respectively. .8018, 0.0008, 0, 108.3, and 93.33. Meanwhile, in the Electrical Conductivity test, the calculation results of UCL X, LCL X, UCL R, LCL R, Cp, and Cpk are 148, 128, 30.6, 0, 23.6, and 7.55 respectively. These calculations are then entered into the graph. The X-Chart for the calculation of Density15°C and Electrical Conductivity shows that there is only one point that is within the Control Limit, while the R-Chart for the calculation of Density15°C and Electrical Conductivity shows that there are only two points that are out of the Control Limit. From the results obtained indicate that the quality control of avtur is still not controlled but the accuracy level is good and Avtur is still within the specified specifications because the results of the calculation of Cp and Cpk > 1.33.
Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2022-05-15 Direvisi: 2022-06-22 Dipublikasi: 2022-07-09 Kata kunci: <i>Pengawasan;</i> <i>Pengendalian Mutu;</i> <i>Penimbunan Avtur.</i>	Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengawasan mutu penimbunan Avtur khususnya pada pengujian <i>Density 15°C</i> dan <i>Electrical Conductivity</i> . Penelitian ini dilakukan menggunakan metode <i>Statistical Quality Control</i> dengan menganalisis Grafik <i>Control Chart</i> dan hasil perhitungan <i>Capability Proses</i> . Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan Uper Control Limit (UCL) X, Lower Control Limit (LCL) X, UCL R, LCL R, <i>Indeks Capabilitas Proses</i> (Cp), dan <i>Capabilitas Proses</i> (Cpk) pada pengujian <i>Density 15°C</i> adalah berturut-urur 0,802, 0,8018, 0,0008, 0, 108,3, dan 93,33. Sedangkan pada pengujian <i>Electrical Conductivity</i> hasil perhitungan UCL X, LCL X, UCL R, LCL R, Cp, dan Cpk adalah berturut-urur 148, 128, 30,6, 0, 23,6, dan 7,55. Perhitungan tersebut kemudian di masukkan ke dalam grafik. Grafik <i>X-Chart</i> untuk perhitungan <i>Density15°C</i> dan <i>Electrical Conductivity</i> menunjukkan hanya terdapat satu titik yang berada dalam <i>Control Limit</i> sedangkan grafik <i>R-Chart</i> untuk perhitungan <i>Density15°C</i> dan <i>Electrical Conductivity</i> menunjukkan hanya terdapat dua titik yang keluar dari <i>Control Limit</i> . Dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa pengendalian mutu avtur masih belum terkontrol akan tetapi tingkat keakurasiannya sudah baik dan Avtur masih dalam batasan spesifikasi yang telah ditetapkan karena hasil perhitungan Cp dan Cpk > 1,33.

I. PENDAHULUAN

Dengan melihat kondisi geografis Indonesia yang merupakan negara kepulauan, transportasi udara memiliki peran penting sebagai sarana penghubung antar wilayah di Indonesia yang dipisahkan oleh perairan luas. Waktu tempuh yang relatif cepat apabila dibandingkan dengan moda transportasi lainnya, membuat transportasi udara menjadi pilihan utama bagi masyarakat untuk melakukan mobilisasi antar pulau. Tidak hanya kecepatan yang menjadi keunggulan transportasi udara, moda transportasi ini juga mempunyai peran khusus untuk menjangkau

daerah terpencil dan terisolasi yang sulit dicapai melalui jalur darat maupun laut atau perairan. Pemilihan transportasi udara sebagai pilihan utama masyarakat ini menyebabkan perusahaan harus selalu menyediakan bahan bakar minyak penerbangan dengan kualitas yang sesuai untuk menjamin keselamatan dalam penerbangan. Mutu atau kualitas bahan bakar minyak penerbangan merupakan salah satu aspek yang paling penting dalam menjamin keselamatan dalam dunia penerbangan terutama pada pesawat komersial pilihan masyarakat yang menggunakan bahan bakar minyak penerbangan jenis Avtur.

Avtur yang digunakan sebagai bahan bakar minyak penerbangan merupakan bahan bakar pesawat terbang yang memiliki resiko keselamatan yang tinggi. Oleh karena itu, Avtur mempunyai persyaratan mutu yang ketat dibandingkan dengan bahan bakar minyak lainnya. Untuk menjamin mutu dan kualitas Avtur tersebut agar sesuai dengan standard spesifikasi yang telah ditetapkan, maka perlu dilakukannya pengendalian mutu mulai dari proses penerimaan, penimbunan/penyimpanan serta penyaluran. Pengendalian mutu dilakukan untuk mencegah adanya kontaminasi air dan kotoran serta menjaga agar Avtur tetap sesuai atau tidak keluar dari batasan spesifikasi. Pengendalian mutu pada saat penimbunan Avtur merupakan kegiatan yang sangat penting karena dalam kegiatan tersebut sangat memungkinkan terjadinya penurunan kualitas Avtur. Kualitas Avtur yang ditimbun di tanki timbun harus selalu terjaga dan sesuai dengan batasan spesifikasi agar Avtur yang nantinya akan disalurkan/diserahkan kepada pelanggan dalam keadaan baik dan telah memenuhi spesifikasi. Permasalahan yang akan dianalisis difokuskan pada parameter pengujian Density 15°C dan Electrical Conductivity serta menggunakan data pengendalian mutu penimbunan Avtur tahun 2021 dan 2022.

Avtur (*Aviation Turbine*) merupakan salah satu bahan bakar yang dihasilkan dari minyak bumi fraksi Kerosine yang digunakan sebagai bahan bakar untuk pesawat udara bermesin turbine/jet yang tergolong dalam mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*), yaitu mesin yang gas hasil pembakarannya berfungsi sebagai fluida kerja atau langsung sebagai penggerak mesin (*Aviation* 2019). Avtur dibuat sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dari *ministry of Defence* (Def-Stan 91-91), ASTM D 1655, dan JIG (*Aviation Fuel Quality Requirement For Jointly Operated System*). Selain itu, pemerintah juga telah menetapkan spesifikasi Avtur dalam Keputusan direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor 35.K/HK.02/DJM/2021 yang berisi ketentuan standard mutu (spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Penerbangan jenis Avtur untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta metode ujinya. Spesifikasi Avtur adalah:

Tabel 1. Spesifikasi Avtur

Karakteristik	Batasan
Warna	Sejernih air sampai kuning bulir padi
Density	775 – 840 kg/l
Electrical Conductivity	50 – 600 pS/m

Water Detection	Chemical Water Detector
Flash Point	Minimum 38°C
Freezing Point	Maksimum -47°C

II. METODE PENELITIAN

Metode pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pendekatan kuantitatif. Metode ini digunakan sebagai dasar penelitian dikarenakan data yang digunakan dapat diukur dengan angka yang kemudian akan dilakukan analisis dengan metode *Statistical Quality Control*. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang didapatkan peneliti secara langsung pada saat melakukan Praktik Kerja Lapangan dan data sekunder melalui dokumen dan arsip data perusahaan.

1. Statistical Quality Control (SQC)

Statistical Quality Control (SQC) merupakan sistem yang dikembangkan untuk mengelola dan mengendalikan suatu proses menggunakan metode statistik. *Statistics Quality Control* (SQC) digunakan sebagai alat kontrol kualitas untuk produksi dapat membantu perusahaan apakah produk yang dihasilkan masih dalam batas kendali atau tidak dari kualitas padaproses awal material, proses produksi, hingga produk akhir (Ishak et al. 2020).

2. Control Chart

Control Chart merupakan salah satu metode pengendalian kualitas statistik yang dapat digunakan untuk member informasi dalam meningkatkan atau memperbaiki kualitas. *Control Chart* dapat diklasifikasikan kedalam dua tipe umum. Apabila karakteristik kualitas dapat diukur dan dinyatakan dalam bilangan disebut *Variable Control Chart*. Sedangkan untuk karakteristik kualitas yang tidak dapat diukur dengan skala kuantitatif, dimana keadaan ini dinilai sebagai data yang sesuai atau tidak sesuai atas dasar pada tiap unitnya disebut *Atribute Control chart* (Bakhtiar, Tahir, and Hasni 2013). Ada tiga dasar dalam *Control Chart*, yaitu: (1) Upper Control Limit (UCL), (2) Lower Control Limit (LCL), (3) Central Limit (CL), untuk membuat *Control Chart*, pertama-tama kita harus menentukan ketiga garis kendali ini, dan kemudian memplot statistik sampel ke dalam diagram kendali untuk menentukan apakah prosesnya berada dalam status kontrol statistik (Li 2021).

Pada dasarnya *Control Chart* dipergunakan untuk menentukan apakah suatu proses

berada dalam pengendalian statistik dan menentukan kemampuan proses (Capability Process). setelah proses berada dalam batas pengendalian statistik, batas-batas dari variasi proses dapat ditentukan (Handes et al. 2013).

3. Variable Control Chart

Pengendalian rata-rata proses atau mean tingkat kualitas biasanya dengan grafik pengendalian mean atau *X-Chart*. Sedangkan grafik pengendalian untuk rentang dinamakan *R-Chart*. Langkah-langkah untuk membuat *X-Chart* dan *R-Chart* adalah sebagai berikut:

- a) menentukan subgrup pada setiap parameter pengujian dengan jumlah subgrup sebanyak $2 \leq x \leq 10$;
- b) menghitung rata-rata dan range dari setiap subgrup;

$$\bar{x} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad R = X_{\max} - X_{\min}$$

- c) menentukan garis tengah atau *Central Limit* (CL) dengan rumus sebagai berikut:

$$CL \bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{m} \quad CL R = \frac{\sum R}{m}$$

- d) Menentukan garis batas (UCL dan LCL) untuk *X* dan *R*, dengan Rumus Sebagai berikut:

$$UCL \bar{x} = CL \bar{x} + (A_2 \cdot CL R) \quad UCL R = D_4 \cdot CL R$$

$$LCL \bar{x} = CL \bar{x} - (A_2 \cdot CL R) \quad LCL R = D_3 \cdot CL R$$

- e) Masukkan hasil perhitungan CL, UCL, LCL ke dalam grafik dengan nilai *X* dan *R* masing masing sub grup sebagai acuan untuk mengetahui apakah data berada dalam batas kontrol.
- f) Besar nilai A_2 , d_2 , D_3 , D_4 tergantung dari banyaknya subgrup setiap sampel data yang digunakan. Besar nilai tersebut dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 2. Nilai A_2 , d_2 , D_3 , D_4

Jumlah Subgrup	A_2	d_2	D_3	D_4
2	1,880	1,128		3,268
3	1,023	1,693		2,574
4	0,729	2,059		2,282
5	0,577	2,326		2,114
6	0,483	2,534		2,004
7	0,419	2,704	0,076	1,924
8	0,373	2,847	0,136	1,864
9	0,337	2,970	0,184	1,816
10	0,308	3,078	0,223	1,777

4. Capabilitas Proses

Kapabilitas proses digunakan untuk melihat kapabilitas atau kemampuan proses. Indeks kapabilitas proses hanya layak dihitung apabila proses berada dalam pengendalian. Yang perlu diingat adalah analisis kemampuan proses harus dilakukan hanya apabila proses berada dalam batas pengendalian statistik (Wardhana, Kurniawan, Eko, and Sulastri 2018). Apabila analisis control chart menunjukkan bahwa proses berada dalam pengendalian statistik, maka analisis dapat dilanjutkan dengan menghitung indeks kemampuan proses (C_p). Indeks kapabilitas digunakan untuk seberapa jauh proses tersebut dapat memenuhi spesifikasi yang diharapkan yaitu *Upper Spesification Limit* (USL) dan *Lower Spesification Limit* (LCL). Indeks kemampuan proses merupakan adalah nilai yang mewakili kemampuan sesungguhnya dari suatu proses dengan parameter nilai tertentu. Adapun kriteria penilaian indeks kapabilitas proses sebagai berikut :

- a) Jika $C_p > 1,33$ maka kapabilitas proses sangat baik
- b) Jika $1,00 \leq C_p \leq 1,33$ maka kapabilitas proses baik, namun perlu pengendalian apabila C_p mendekati 1,00
- c) Jika $C_p < 1,00$ maka kapabilitas proses rendah, sehingga perlu ditingkatkan kinerjanya.

Umumnya indeks ini berhubungan dengan spesifikasi, oleh karena itu indeks ini membandingkan proses atau produk dengan spesifikasi. Kemampuan proses didefinisikan sebagai rasio jarak dari pusat proses ke batas spesifikasi terdekat dibagi dengan ukuran variabilitas proses. Fungsi indeks C_p mengukur rasio distribusi konsistensi proses menyebar ke presisi proses (Hassoon, Ibrahim, and Albaghdadi 2020), Indeks Performansi Proses (C_{pk}) adalah dapat digunakan untuk menyatakan tingkat akurasi sekaligus presisi. C_{pk} dibuat untuk menutupi kelemahan dari C_p dengan lebih mempertimbangkan presisi dan akurasi proses serta menggunakan rata-rata proses (Hendrawan et al. 2017). Kriteria penilaian Indeks Performansi Proses adalah sebagai berikut:

- a) Jika $C_{pk} = C_p$ maka proses terjadi ditengah
- b) Jika $C_{pk} \geq 1,33$ maka proses menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi
- c) Jika $C_{pk} < 1,33$ maka proses menghasilkan produk yang tidak sesuai spesifikasi.

Langkah-langkah menentukan kapabilitas proses adalah sebagai berikut:

- Memastikan bahwa semua proses telah berada dalam batas kendali;
- Menghitung nilai standar deviasi dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{CL R}{d2}$$

- Menghitung nilai indeks Cp dengan rumus sebagai berikut:

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

- Menghitung nilai indeks Cpk dengan rumus sebagai berikut:

$$Cpu = \frac{USL - CL \bar{x}}{3\sigma} \quad Cpl = \frac{CL \bar{x} - LSL}{3\sigma}$$

$$Cpk = \min[Cpu; Cpl]$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Density 15°C

Data yang digunakan berupa data hasil pengukuran *Density* yang konversikan ke dalam suhu standard yaitu *Density* 15°C pada 4 tanki timbun di PT. XYZ pada Januari 2021 – Maret 2022. Data *Density* 15°C dan perhitungan \bar{x} dan R dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 3. Data Pengukuran *Density* 15°C

No	No Tanki Timbun				Average (\bar{x})	Range (R)
	T-201	T-202	T-203	T-204		
1	0,8056	0,8056	0,8055	0,8057	0,8056	0,0001
2	0,8061	0,8061	0,8060	0,8061	0,8061	0,0001
3	0,8037	0,8035	0,8032	0,8035	0,8035	0,0005
4	0,8002	0,8003	0,8001	0,8002	0,8002	0,0002
5	0,7994	0,7994	0,7994	0,7994	0,7994	0,0000
6	0,7990	0,7990	0,7997	0,7988	0,7991	0,0009
7	0,7998	0,7997	0,7998	0,7998	0,7998	0,0002
8	0,8023	0,8025	0,8024	0,8025	0,8024	0,0002
9	0,8028	0,8030	0,8029	0,8029	0,8029	0,0001
10		0,8031	0,8030	0,8029	0,8030	0,0001
11	0,8032	0,8032	0,8031	0,8032	0,8032	0,0002
12	0,8030	0,8031	0,8031	0,8031	0,8031	0,0001
13	0,8029	0,8032	0,8030	0,8031	0,8031	0,0003
14	0,8007	0,8009	0,8009	0,7990	0,8004	0,0019
15	0,7998		0,8000	0,7996	0,7998	0,0003

Setelah itu lakukan perhitungan *Central Limit* pada data tersebut, yaitu:

$$CL \bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{m} = \frac{12,0314}{15} = 0,8021$$

$$CL R = \frac{\sum R}{m} = \frac{0,0054}{15} = 0,0004$$

Perhitungan *Control Limit* untuk *X-Chart* adalah sebagai berikut:

$$UCL \bar{x} = 0,8021 + (0,729 \cdot 0,0004) = 0,8023$$

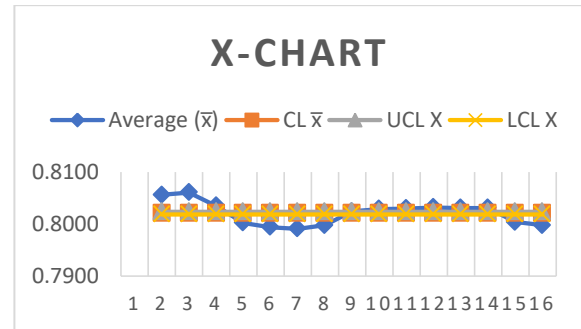
$$LCL \bar{x} = 0,8021 - (0,729 \cdot 0,0004) = 0,8018$$

Perhitungan *Control Limit* untuk *R-Chart* adalah sebagai berikut:

$$UCL R = 2,282 \cdot 0,0004 = 0,0008$$

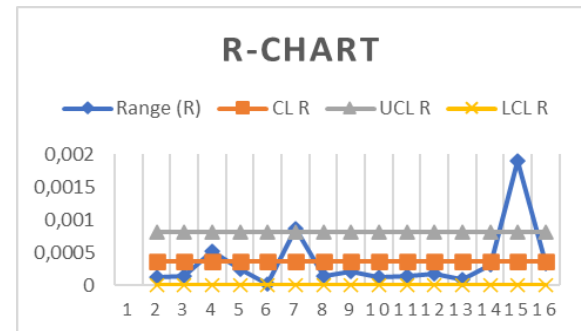
$$LCL R = 0 \cdot 0,0004 = 0$$

X-Chart untuk *Density* 15°C pada Avtur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Grafik *X-Chart* *Density* 15°C

Dari *X-Chart* di atas hanya terdapat satu data yang berada dalam *Control Limit* sehingga perlu dilakukan revisi terhadap *X-Char*, *R-Chart* untuk *Density* 15°C pada Avtur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Grafik *R-Chart* *Density* 15°C

Dari *R-Chart* di atas terdapat dua titik yang melewati *Control Limit* sehingga perlu dilakukan revisi terhadap *R-Chart*.

Tabel 4. Data Revisi *X-Chart* *Density* 15°C

No	No Tanki Timbun				Average (\bar{x})
	T-201	T-202	T-203	T-204	
1	0,8023	0,8025	0,8024	0,8025	0,8024

Tabel 5. Data Revisi *R-Chart* *Density* 15°C

No	No Tanki Timbun				Range (R)
	T-201	T-202	T-203	T-204	
1	0,8056	0,8056	0,8055	0,8057	0,0001
2	0,8061	0,8061	0,8060	0,8061	0,0001
3	0,8037	0,8035	0,8032	0,8035	0,0005
4	0,8002	0,8003	0,8001	0,8002	0,0002
5	0,7994	0,7994	0,7994	0,7994	0,0000
6	0,7998	0,7997	0,7998	0,7998	0,0002
7	0,8023	0,8025	0,8024	0,8025	0,0002
8	0,8028	0,8030	0,8029	0,8029	0,0001
9		0,8031	0,8030	0,8029	0,0001
10	0,8032	0,8032	0,8031	0,8032	0,0002
11	0,8030	0,8031	0,8031	0,8031	0,0001
12	0,8029	0,8032	0,8030	0,8031	0,0003
13	0,7998		0,8000	0,7996	0,0003

Setelah itu lakukan perhitungan *Central Limit* pada data revisi tersebut, yaitu:

$$CL \bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{m} = \frac{0,8024}{1} = 0,8024$$

$$CL R = \frac{\sum R}{m} = \frac{0,00263}{13} = 0,0002$$

Perhitungan *Control Limit* untuk X-Chart hasil revisi adalah sebagai berikut:

$$UCL \bar{x} = 0,8024 + (0,729 \cdot 0,0002) = 0,8025$$

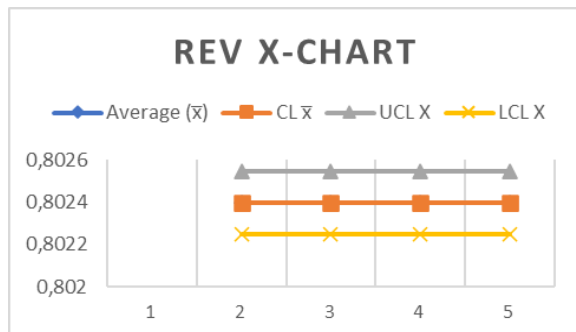
$$LCL \bar{x} = 0,8024 - (0,729 \cdot 0,0002) = 0,8022$$

Perhitungan *Control Limit* untuk R-Chart hasil revisi adalah sebagai berikut:

$$UCL R = 2,282 \cdot 0,0002 = 0,0005$$

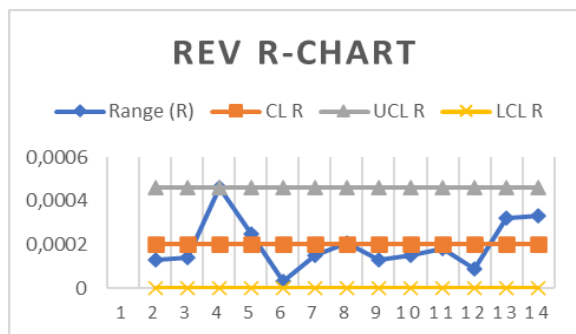
$$LCL R = 0 \cdot 0,0004 = 0$$

X-Chart hasil revisi untuk *Density* 15°C pada Avtur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Grafik Revisi X-Chart
Density 15°C

R-Chart hasil revisi untuk *Density* 15°C pada Avtur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Grafik Revisi R-Chart
Density 15°C

Dari dua grafik hasil revisi di atas dapat dilihat bahwa data sudah berada dalam batas pengendalian sehingga kemudian dapat dilakukan perhitungan *Capabilitas Proses*. Perhitungan Indeks Cp dan Indeks Cpk untuk *Density* 15°C adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{CL R}{d2} = \frac{0,0002}{2,059} = 0,0001$$

$$Cp = \frac{0,840 - 0,775}{6 \times 0,0001} = 108,3$$

$$Cpu = \frac{0,840 - 0,8024}{3 \times 0,0001} = 125,33$$

$$Cpl = \frac{0,8024 - 0,775}{3 \times 0,0001} = 91,33$$

$$Cpk = \min[125,3; 91,33] = 91,33$$

Dari perhitungan Cp dan Cpk didapatkan hasil yaitu CP = 108,5 dan Cpk = 93,33 maka Cp dan Cpk > 1,33. Hal ini berarti kemampuan proses dalam pengendalian mutu produk Avtur pada pengujian *Density* 15°C telah maksimal. Berarti proses pengendalian mutu *Density* 15°C telah sesuai dan berada dalam rentang spesifikasi yang telah ditetapkan SK Dirjen Migas. Nilai density yang terlalu tinggi dapat dilakukan penangkapan CO₂ kepada avtur. (Léonard, Giulini, and Villarreal-Singer 2016).

2. Electrical Conductivity

Data yang digunakan berupa data hasil pengukuran *Electrical Conductivity* pada 4 tanki timbun di PT. XYZ pada Januari 2021 – Maret 2022. Data *Electrical Conductivity* dan perhitungan \bar{x} dan R dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 6. Data Pengukuran *Electrical Conductivity*

	No Tanki Timbun				Average (\bar{x})	Range (R)
	T-201	T-202	T-203	T-204		
1	95	93	90	92	93	5
2	87	91	88	89	89	3
3	140	136	136	142	138	6
4	242	230	233	226	232	16
5	250	249	244	251	248	7
6	185	221	247	250	226	66
7	233	236	238	243	237	10
8	99	100	95	91	96	9
9	125	114	119	120	120	12
10		76	79	79	78	3
11	86	96	103	95	95	18
12	113	114	113	111	113	3
13	88	84	90	79	85	11
14	106	102	109	133	112	31
15	112		110	110	111	2

Setelah itu lakukan perhitungan *Central Limit* pada data tersebut, yaitu:

$$CL \bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{m} = \frac{2073}{15} = 138$$

$$CL R = \frac{\sum R}{m} = \frac{202}{15} = 13$$

Perhitungan *Control Limit* untuk X-Chart adalah sebagai berikut:

$$UCL \bar{x} = 138 + (0,729 \cdot 13) = 148$$

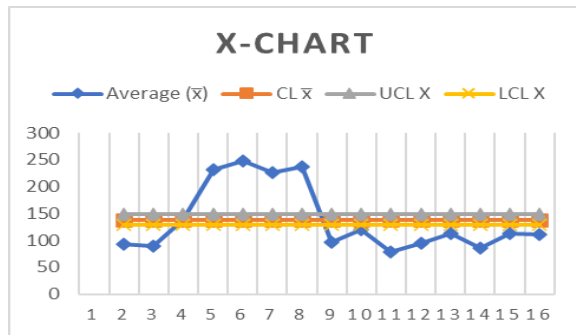
$$LCL \bar{x} = 138 - (0,729 \cdot 13) = 128$$

Perhitungan *Control Limit* untuk R-Chart adalah sebagai berikut

$$UCL R = 2,282 \cdot 13 = 30,7$$

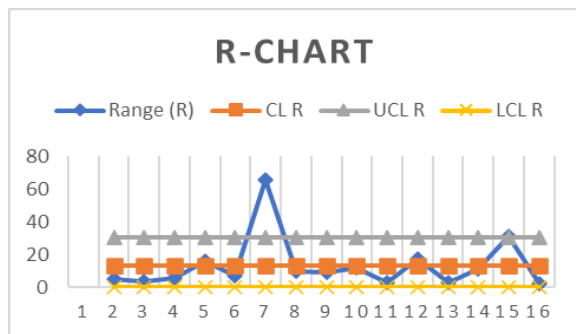
$$LCL R = 0 \cdot 13 = 0$$

X-Chart untuk *Electrical Conductivity* pada Avtur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5. Grafik X-Chart *Electrical Conductivity*

Dari X-Chart di atas hanya terdapat satu data yang berada dalam *Control Limit* sehingga perlu dilakukan revisi terhadap X-Char, R-Chart untuk *Electrical Copnductivity* pada Avtur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6. Grafik R-Chart *Electrical Conductivity*

Dari R-Chart di atas terdapat dua titik yang melewati *Control Limit* sehingga perlu dilakukan revisi terhadap R-Chart.

Tabel 7. Data Revisi X-Chart *Electrical conductivity*

No	No Tanki Timbun				Average (X)
	T-201	T-202	T-203	T-204	
1	140	136	136	142	138

Tabel 8. Data Revisi R-Chart *Electrical Conductivity*

No	No Tanki Timbun				Range (R)
	T-201	T-202	T-203	T-204	
1	95	93	90	92	5
2	87	91	88	89	3
3	140	136	136	142	6
4	242	230	233	226	16
5	250	249	244	251	7
6	233	236	238	243	10
7	99	100	95	91	9
8	125	114	119	120	12
9		76	79	79	3

10	86	96	103	95	18
11	113	114	113	111	3
12	88	84	90	79	11
13	112		110	110	2

Setelah itu lakukan perhitungan *Central Limit* pada data revisi tersebut, yaitu:

$$CL \bar{x} = \frac{\sum \bar{x}}{m} = \frac{138}{1} = 138$$

$$CL R = \frac{\sum R}{m} = \frac{105}{13} = 8$$

Perhitungan *Control Limit* untuk X-Chart hasil revisi adalah sebagai berikut:

$$UCL \bar{x} = 138 + (0,729 \cdot 8) = 144$$

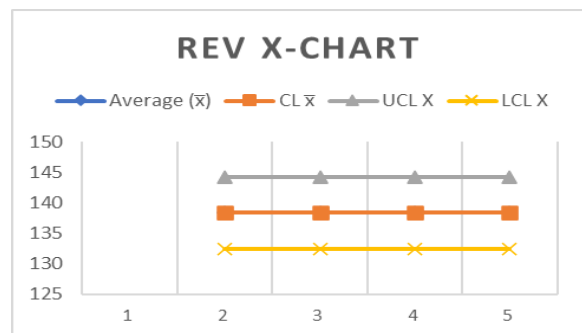
$$LCL \bar{x} = 138 - (0,729 \cdot 8) = 132$$

Perhitungan *Control Limit* untuk R-Chart hasil revisi adalah sebagai berikut:

$$UCL R = 2,282 \cdot 8 = 18,5$$

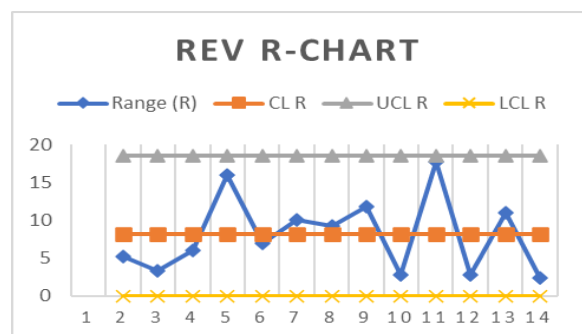
$$LCL R = 0 \cdot 8 = 0$$

X-Chart hasil revisi untuk *Electrical Conductivity* pada Avtur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7. Grafik Revisi X-Chart *Electrical Conductivity*

R-Chart hasil revisi untuk *Electrical Conductivity* pada Avtur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Grafik Revisi R-Chart *Electrical Conductivity*

Dari dua grafik hasil revisi di atas dapat dilihat bahwa data sudah berada dalam batas pengendalian sehingga kemudian dapat dilakukan perhitungan *Capabilitas Proses*. Perhitungan Indeks Cp dan Indeks Cpk untuk *Electrical Conductivity* adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{CL R}{d2} = \frac{8}{2,059} = 3,88$$

$$Cp = \frac{600-50}{6 \cdot 3,88} = 23,6$$

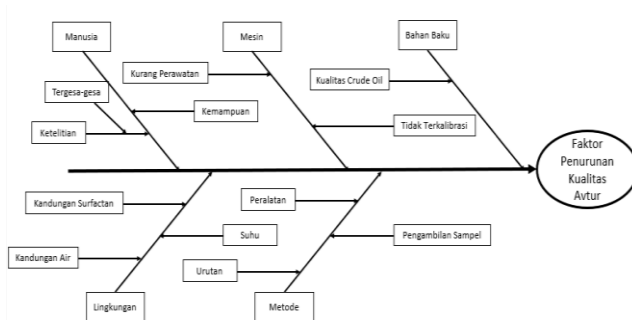
$$Cpu = \frac{600-138}{3 \cdot 3,88} = 39,63$$

$$Cpl = \frac{138-50}{3 \cdot 3,88} = 7,55$$

$$Cpk = \min[39,63; 7,55] = 7,55$$

Dari perhitungan Cp dan Cpk didapatkan hasil yaitu CP = 23,6 dan Cpk = 7,55 maka Cp dan Cpk > 1,33. Hal ini berarti kemampuan proses dalam pengendalian mutu produk Avtur pada pengujian *Electrical Conductivity* telah maksimal. Berarti proses pengendalian mutu *Electrical Conductivity* telah sesuai dan berada dalam rentang spesifikasi yang telah ditetapkan SK Dirjen Migas. Untuk produk Avtur yang memiliki daya hantar listrik yang rendah, langkah awal yang harus dilakukan adalah mencampurkan produk Avtur yang memiliki nilai *Electrical Conductivity* rendah dengan produk Avtur yang memiliki nilai *Electrical Conductivity* yang lebih tinggi. Dikarenakan penambahan Stadis-450 sebaiknya harus dihindari karena Stadis-450 bersifat *Surfactan* yang dapat merusak filter dan mempercepat korosi. Selain dengan *blending*, jika terdapat produk Avtur yang memiliki angka *Electrical Conductivity* yang terlalu tinggi, dapat dilakukan dengan cara filtrasi menggunakan *Clay Filter* (Aviation 2019).

3. Diagram Fishbone



Gambar 9. Faktor Penurunan Kualitas Avtur

Ada beberapa hal yang mempengaruhi penurunan atau ketidaksesuaian kualitas produk Avtur (Ienaco et al. 2014). Diantaranya:

1. Manusia

- Ketelitian, karena sudah terbiasa, sering kali operator tergesa-gesa dalam pengukuran sehingga menyebabkan penurunan tingkat ketelitian operator.

- Kemampuan, dalam pengoperasian mesin maupun perbaikan mesin, seharusnya perlu ada pelatihan sehingga operator dapat memahami cara pengoperasian dan perlakuan pada setiap mesin atau peralatan. Akan tetapi banyak operator yang melakukannya secara otodidak.

2. Lingkungan

- Suhu, suhu dapat menyebabkan terjadinya kondensasi atau penguapan sehingga menyebabkan adanya kemungkinan penurunan kualitas.
- Kandungan air, air menyebabkan pertumbuhan mikroba sehingga dapat menyebabkan adanya mikroba sludge.
- Kandungan *Surfactan*, kandungan surfactan yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada filter dan penyumbatan pada saluran pesawat. Kandungan *Surfactan* juga dapat mengotori dan merusak peralatan ukur.

3. Mesin

- Kurang perawatan, kurangnya perawatan dapat menghambat aktivitas pengendalian mutu.
- Tidak terkalibrasi, mesin atau peralatan yang tidak terkalibrasi menyebabkan terjadi kesalahan pengukuran dan ketelitian.

4. Metode

- Pengambilan Sampel, proses penurasan dan pengambilan sampel berpengaruh terhadap penentuan mutu avtur.
- Peralatan, peralatan yang digunakan juga menentukan penentuan dan ketelitian pada saat pengukuran.
- Urutan, urutan dalam metode yang dilakukan berpengaruh terhadap hasil yang didapatkan.

5. Bahan Baku

- Kualitas crude oil, kualitas crude oil yang digunakan berpengaruh terhadap kualitas produk

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Setelah melakukan pengawasan mutu dan pengolahan data mutu penimbunan Avtur di PT. XYZ maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengawasan dan pengendalian mutu avtur harus dilakukan karena mutu avtur harus dijaga dengan ketat agar tetap berada dalam kondisi baik dan sesuai dengan standar spesifikasi yang telah ditetapkan

karena sangat berpengaruh terhadap keselamatan penerbangan.

2. Pada hasil pengolahan data pengendalian mutu *Density* 15°C Avtur menggunakan metode *Statistical Quality Control*, didapatkan bahwa pengawasan mutu penimbunan belum terkontrol karena banyak grafik yang keluar dari *Control Limit* dengan UCL X adalah 0,8024 dan LCL X adalah 0,8018. akan tetapi tingkat keakurasian sudah baik karena grafik yang dihasilkan hanya terdapat dua titik yang keluar dari *Control Limit* dengan UCL R adalah 0,0008 dan LCL R adalah 0.
3. Pada hasil pengolahan data pengendalian mutu *Electrical Conductivity* Avtur menggunakan metode *Statistical Quality Control*, didapatkan bahwa pengawasan mutu penimbunan belum terkontrol karena grafik yang keluar dari *Control Limit* dengan UCL X adalah 148 dan LCL X adalah 128. akan tetapi tingkat keakurasian sudah baik karena grafik yang dihasilkan hanya terdapat dua titik yang keluar dari *Control Limit* dengan UCL R adalah 30,7 dan LCL R adalah 0.
4. Pada perhitungan *Capabilitas Proses Density* 15°C yang menghasilkan nilai Cp 108,3 dan Cpk 93,33 dimana hasil tersebut lebih besar dari 1,33 yang berarti pengendalian mutu *Density* 15°C Avtur sudah sangat baik dan telah sesuai dan berada dalam spesifikasi yang telah ditetapkan SK Dirjen Migas.
5. Pada perhitungan kapabilitas proses *Electrical Conductivity* yang menghasilkan nilai Cp 23,6 dan Cpk 7,55 dimana hasil tersebut lebih besar dari 1,33 yang berarti pengendalian mutu *Electrical Conductivity* Avtur sudah sangat baik dan telah sesuai dan berada dalam spesifikasi yang telah ditetapkan SK Dirjen Migas.
6. Avtur yang memiliki nilai *Density* tinggi dapat dilakukan penangkapan CO₂ kedalam Avtur
7. Apabila nilai *Electrical Conductivity* yang didapatkan terlalu rendah maka dapat dilakukan *blending* dengan avtur yang memiliki nilai *Electrical Conductivity* yang lebih tinggi serta dapat juga dilakukan penambahan stadis jika diperlukan. Apabila nilai *Electrical Conductivity* yang didapatkan terlalu tinggi maka dapat dilakukan *blending* dengan Avtur yang memiliki nilai *Electrical Conductivity* lebih

rendah ataupun dapat juga dilakukan filtrasi menggunakan *Clay Filter*

8. Faktor-faktor yang menyebabkan penurunan atau ketidaksesuaian kualitas produk avtur diantaranya manusia, lingkungan, mesin, metode, dan bahan baku

B. Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Memaksimalkan kembali serta memperbaiki alat yang digunakan untuk menguji kualitas mutu pada Avtur.
2. Penggunaan alat dan juga pembacaan hasil yang lebih teliti sehingga didapatkan hasil yang maksimal
3. Ketika ditemukan hasil uji yang belum sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. sebaiknya dilaksanakan ulang pengujian agar mutu tetap terjaga dan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.
4. Ketika pada saat pengujian ulang tetap ditemukan hasil Avtur keluar dari batasan spesifikasi yang telah ditetapkan, segera lakukan tindakan agar mutu Avtur selalu terjaga dan produk yang di serahkan kepada pelanggan sesuai dengan spesifikasi.

DAFTAR RUJUKAN

- Aviation, PT. Pertamina. 2019. "Pompav Buku 2." 37.
- Bakhtiar, S., Suharto Tahir, and Ria Asysyfa Hasni. 2013. "Analisa Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC)." *Malikussaleh Industrial Engineering Journal* 2(1):29-36.
- Handes, Dicky, Kishi Susanto, Lusya Novita, and Andre M. R. Wajong. 2013. "Statistical Quality Control (Sqc) Pada Proses Produksi Produk 'E' Di Pt Dyn, Tbk." *Jurnal Inasea* 14(02):177-86.
- Hassoon, Omar Hashim, Batool Ibrahim, and Baraa Albaghdadi. 2020. "Building A Computerize System for Controlling and Monitoring Manufacturing Operations Based on Statistical Quality Control." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 881(1). doi: 10.1088/1757-899X/881/1/012064.
- Hendrawan, Edwin, Hanani Vincent Susanto, Surya Adinata Jackson Susanto, and Benedictus Rahardjo. 2017. "Analisa

- Kapabilitas Proses Untuk Proses Injeksi Dan Blow Moulding." *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)* 4(01):16. doi: 10.25124/jrsi.v4i01.170.
- Ienaco, Seminar Nasional, Abstrak Kualitas, Pusdiklat Migas Cepu, and Statistical Quality Control. 2014. "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Solar Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (Sqc)." (September 2013).
- Ishak, Aulia, Khawarita Siregar, Rosnani Ginting, and Afrianti Manik. 2020. "Analysis Roofing Quality Control Using Statistical Quality Control (SQC) (Case Study: XYZ Company)." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1003(1). doi: 10.1088/1757-899X/1003/1/012085.
- Léonard, Grégoire, Davide Giuliani, and Diego Villarreal-Singer. 2016. "Design and Evaluation of a High-Density Energy Storage Route with CO₂ Re-Use, Water Electrolysis and Methanol Synthesis." *Computer Aided Chemical Engineering* 38:1797-1802. doi: 10.1016/B978-0-444-63428-3.50304-0.
- Li, Jinmeng. 2021. "Application of Statistical Process Control in Engineering Quality Management." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 831(1). doi: 10.1088/1755-1315/831/1/012073.
- Wardhana, Marcelly Widya, Adi Kurniawan, Eko, and Sulastri. 2018. "Analisis Peta Kendali Variabel Pada Pengolahan Produk Minyak Sawit Dengan Pendekatan Statistical Quality Control (Sqc)." *Jurnal Rekayasa, Teknologi, Dan Sains* 2(1):27-34.