

# Analisis Pengendalian Mutu Produk Garam Halus Beryodium Menggunakan Metode Lean Six Sigma

## Analysis of Product Quality Control of Iodized Refined Salt Using the Lean Six Sigma Method

Ika Yuliatin<sup>1</sup>, Andika Yuli Heryanto<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo, Bangkalan 69162, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 55281, Indonesia

\*E-mail: andikaheryanto87@gmail.com

Diterima: 2 Februari 2023; Disetujui: 25 Maret 2023

---

### ABSTRAK

PT. Garam merupakan industri yang memproduksi garam halus beryodium yang berlokasi di kabupaten Sampang, Jawa Timur. Perusahaan mempunyai permasalahan dalam proses produksi yaitu masih ditemukannya produk cacat. Jenis cacat pada produk garam yaitu garam kusam, garam kurang yodium, dan berat kotor tidak sesuai yang meliputi berat kurang dari standar dan berat melebihi standar. Tujuan penelitian yaitu mendapatkan nilai *performance* pengendalian mutu, mengetahui faktor penyebab kecacatan produk garam halus beryodium di PT. Garam, serta mendapatkan strategi dalam memperbaiki mutu produk. Metode *lean six sigma* digunakan dalam penelitian melalui tahapan *define, measurement, analyze, improvement, dan control* (DMAIC). Pengumpulan data melalui observasi selama 40 hari dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *performance* pengendalian mutu di PT. Garam sebesar 4,313. Faktor yang menjadi prioritas penyebab cacat produk yaitu patokan kalibrasi timbangan tidak sesuai standar, sensor timbangan tidak stabil, mesin terjadi kerusakan, kondisi lapangan tidak sesuai SOP, dan mesin yang mengembun. Strategi perbaikan yang diusulkan untuk menekan adanya cacat produk yaitu melakukan kalibrasi timbangan, melakukan pergantian mesin pengemas, membuat jadwal *preventive maintenance* mesin, memberikan sosialisasi kepada operator tentang perawatan mesin produksi dan melakukan penggantian mesin pengering. Kemudian melakukan pengeringan pada setiap mesin produksi. Manfaat dari penelitian adalah menambah pengetahuan dan wawasan tentang pengendalian mutu pada proses produksi garam. Kemudian menjadi masukan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam produksi produk garam.

**Kata kunci:** cacat produk; DMAIC; DPMO; garam; *lean six sigma*; pengendalian mutu

---

### ABSTRACT

PT. Garam is an industry that produces Iodized Refined Salt located in Sampang district, East Java. The company has problems in production; product defects are still found. Types of defects in PT. Garam salt products are dull salt, lack of iodized salt, and inappropriate gross, including under and overweight. The research aims to get quality control performance values, determine the factors that cause defects in iodized refined salt products at PT. Garam, and get strategies to improve product quality. The lean six sigma method is used in research through defining, measuring, analyzing, improving, and controlling (DMAIC). Data collection through observation for 40 days and interviews. Observations were made for 40 days. The results showed that the quality control performance value at PT. Garam was 4.313. The priority causes of product defects are the standard calibration scales, unstable weighing sensors, machine damage, field conditions not according to SOP, and condensed machines. The proposed improvement strategies to reduce product defects are calibrating scales, replacing packaging machines, making preventive machine maintenance schedules, providing socialization to operators about the maintenance of production machines, and replacing dryer machines. Then do the drying on each production machine. The benefit of this research is to increase knowledge and insight into quality control in the salt production process. Then it becomes an input to increase effectiveness and efficiency in the production of salt products.

**Keywords:** DMAIC; DPMO; *lean six sigma*; salt; defect product; quality control

### PENDAHULUAN

Pengolahan dan penggunaan garam di Indonesia sudah ada sejak lama. Garam adalah kebutuhan pelengkap pangan yang digunakan setiap hari. Pemanfaatan garam sebagai penyedap rasa dan pengawet (Dewi & Naryono, 2020). Menurut Assadad & Utomo (2011) terjadi peningkatan kebutuhan garam Indonesia pada tahun 2007-2010. Tahun 2022 kebutuhan garam nasional mencapai 4,5 juta ton (KEMENPRIN, 2022).

Pengendalian mutu merupakan salah satu kegiatan yang menjadi fokus perusahaan dalam pemenuhan persyaratan mutu sesuai dengan yang direncanakan. Mutu produk harus dijaga untuk menghindari atau mengurangi jumlah produk cacat sehingga tidak menyebabkan kerugian pada perusahaan. Menurut Ratnadi & Suprianto (2016), Pengendalian mutu akan menjamin mutu produk sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan perusahaan. Pengendalian mutu juga dapat memperkecil angka kecacatan produk dan mendapatkan solusi dari faktor penyebab cacat.

PT. Garam adalah perusahaan yang bergerak dalam produksi garam halus beryodium yang berlokasi di Kabupaten Sampang, Jawa Timur. Berdasarkan pengamatan penulis terdapat tiga jenis cacat yaitu cacat warna garam kusam, kurang kadar yodium, dan berat *gross* tidak sesuai yang terdiri atas berat kurang dari standar dan berat melebihi standar.

Salah satu upaya untuk mencegah atau menghindari adanya produk cacat adalah penggunaan metode *lean six sigma*. Tahapan *Six sigma* adalah *define, measure, analyze, improve, dan control* (DMAIC). Peningkatan proses produksi dan produk dapat dilakukan dengan metode *six sigma* (Qayyum et al., 2021). Kelebihan metode *lean six sigma* yaitu meningkatkan proses produksi sesuai harapan konsumen (Kharub et al., 2022). Kemudian kelebihan yang lain dari metode ini adalah dapat mengidentifikasi *waste* sehingga membantu dalam peningkatan kecepatan proses dan kualitas produksi (Gultom et al., 2013). Penggunaan alat bantu statistik pada metode ini dapat memfokuskan perusahaan pada tindakan pencegahan (Susendi et al., 2021). Kombinasi *lean* dan *six sigma* juga memberikan keunggulan dari metode ini, karena mampu memberikan analisis pemborosan dan peningkatan mutu produk (Nurwulan, 2021).

Penelitian Ayudiaswara & Suparno (2015) menunjukkan penggunaan *lean six sigma* dapat menaikkan nilai *Value Added Ratio* (VAR) menjadi 252,73% dengan total waktu keseluruhan proses yaitu 332,25 menit. Kemudian penelitian Wicaksono et al., (2017) tentang penggunaan *lean six sigma* dalam pengendalian mutu produk dilakukan hingga tahapan *improve*, sehingga belum diketahui peningkatan yang diperoleh perusahaan setelah dilakukan perbaikan. Kemudian hasil penelitian Rimantho & Mariani (2017), menunjukkan adanya penurunan kegagalan proses dan peningkatan nilai sigma menjadi 4,09 setelah menerapkan metode tersebut. Penelitian Rahmatillah et al., (2019) tentang peningkatan mutu produk *crackers* menunjukkan ketidakmampuan perusahaan dalam mengurangi produk cacat. Contoh penelitian penggunaan metode *lean six sigma* tersebut masih mengarah pada identifikasi produk cacat saja. Kemudian penggunaan metode *lean six sigma* pada pengendalian mutu produk garam halus belum pernah dilakukan.

Beberapa penelitian tentang pengendalian mutu produk garam telah dilakukan. Penelitian Pebrianti et al., (2021) menggunakan alat statistik berupa *check sheet*, diagram pareto dan diagram *fishbone* untuk mengidentifikasi produk cacat. Pamungkas et al., (2018) menggunakan diagram pareto, peta kendali dan diagram sebab akibat dalam mengendalikan kualitas garam. Penelitian Sulistyarini (2018) menunjukkan alat statistik yang digunakan untuk identifikasi cacat menggunakan *p-chart* dan diagram *fishbone*. Penelitian tentang pengendalian mutu garam masih berfokus pada identifikasi penyebab terjadinya produk cacat. Perbedaan dengan penelitian ini adalah penelitian menggunakan metode *lean six-sigma* dengan bantuan alat statistik yang berupa diagram *fishbone*, *P-Chart*, *X-Chart*, diagram pareto, dan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process Output-Customer*). Kemudian penulis tidak hanya mengidentifikasi penyebab terjadinya produk cacat saja, melainkan juga menganalisis pemborosan dan memberikan usulan perbaikan secara sistematis sesuai dengan prioritas menggunakan analisis FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan nilai *performance* pengendalian mutu pada PT. Garam, mengetahui faktor penyebab kecacatan produk garam halus beryodium, dan mendapatkan strategi dalam memperbaiki mutu garam halus beryodium menggunakan metode *lean six sigma*.

## METODOLOGI

Lokasi penelitian di PT. Garam yang berada di Dusun Slabayan, Desa Sejati, Kecamatan Camplong, Kabupaten Sampang, Jawa Timur. Tahapan penelitian terbagi menjadi dua yaitu tahapan persiapan dan pelaksanaan. Tahapan persiapan meliputi *study literature* dan survei lokasi. *Study literature* digunakan untuk memberikan referensi dasar penunjang penelitian. Survei lokasi digunakan untuk mengetahui permasalahan awal pada perusahaan. Tahapan pelaksanaan meliputi pengumpulan data, pengolahan dan analisis data serta penarikan kesimpulan.

### Tahapan Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi dan wawancara. Pelaksanaan observasi selama 40 hari dengan data yang dikumpulkan meliputi jumlah produksi, jenis cacat, jumlah cacat dan alur kegiatan produksi mulai dari pemasok hingga pelanggan

### Tahapan Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data menggunakan pendekatan *lean six sigma* melalui analisis berdasarkan DMAIC.

#### Define

Tahap ini akan membuat diagram SIPOC dan melakukan pengelompokan jenis cacat. Diagram SIPOC dapat mendeskripsikan alur proses produksi secara detail (Kulkarni et al., 2022). Diagram SIPOC dimulai dari *supplier* yang memasukkan bahan, *input* yang diperlukan, *process* yang dilakukan untuk menghasilkan produk, *output* yang dihasilkan dan *customer* (Ulfah, 2019). Pengelompokan jenis cacat produk dibagi menjadi tiga yaitu cacat kurang kadar yodium, warna kusam dan berat gros tidak sesuai.

#### Measure

Tahapan ini berkaitan dengan aktivitas pengukuran dan perhitungan. Perhitungan yang dilakukan meliputi presentasi jenis cacat, pembuatan diagram pareto, pembuatan peta kendali *p* dan dan peta kendali *x*. kemudian juga dilakukan perhitungan *defect per million opportunities* (DPMO), nilai sigma, nilai kapabilitas proses dan nilai proses *cycle efficiency*.

#### Pembuatan Peta Kendali *p*

Peta kendali *p* akan memantau dan memeriksa suatu proses produksi apakah berada di dalam batas kendali atau tidak (Amirzadeh et al., 2009). Menurut Didiharyono et al., (2018) peta kendali *p* mempunyai rumus sebagai berikut:

$$\bar{p} = \frac{\text{jumlah produk cacat (x)}}{\text{Jumlah unit yang diproduksi (n)}} \quad (1)$$

$$CL = \bar{p} \quad (2)$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (3)$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (4)$$

Keterangan:

- $\bar{p}$  : jumlah proporsi produk cacat
- N : jumlah sampel yang diambil
- CL : garis pusat atau *control limit*
- UCL : batas atas atau *upper control limit*
- LCL : batas bawah atau *lower control limit*

#### Perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO)

DPMO adalah ukuran untuk kualitas produk ataupun proses yang berkorelasi langsung dengan cacat, biaya dan

waktu yang terbuang. DPMO akan menggambarkan jumlah cacat per satu juta peluang. Hasil perhitungan DPMO digunakan untuk mengetahui nilai sigma dari suatu perusahaan. Rumus perhitungan DPMO yaitu:

$$DPMO = DPO \times 1000000 \quad (5)$$

### Perhitungan Sigma Level

Perhitungan nilai sigma digunakan untuk mengukur kinerja perusahaan. Semakin besar nilai sigma maka semakin bagus kinerja perusahaan dalam mengurangi kecacatan produk. Perhitungan *sigma level* dapat dilakukan dengan *Microsoft Excel*.

$$\text{Sigma level} = \text{Normsinv} (1 - DPMO/1000000) + 1,5 \quad (6)$$

### Perhitungan Kapabilitas Proses

Menurut Sucipto et al., (2018), kapabilitas proses adalah usaha perusahaan dalam menghasilkan produk sesuai keinginan *customer*. Penghitungan nilai *kapabilitas* proses melalui indeks kapabilitas proses (*Cp*) dan *final yield* (kemampuan proses).

$$\text{Final Yield} = 100 \% - \left( \left( \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah inspeksi}} \right) \times 100\% \right) \quad (7)$$

$$Cp = \frac{\text{nilai sigma}}{3} \quad (8)$$

### Pengukuran Process Cycle Efficiency

Menurut Satria & Yulawati (2018), pengukuran *process cycle efficiency* (PCE) dilakukan untuk mengetahui persentase aktivitas proses produksi yang memiliki nilai tambah untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Nilai PCE yang semakin tinggi, maka akan semakin baik. Rumus perhitungan PCE sebagai berikut:

$$PCE = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100 \quad (9)$$

### Analyze

Tahap analisis dilakukan pada masalah yang sering terjadi dan berpotensi untuk diselesaikan guna meningkatkan mutu produk. Tahapan dalam proses *analyze* adalah pembuatan diagram *fishbone*, analisis *five why* dan analisis FMEA. Diagram, *fishbone* merupakan alat statistik untuk menganalisa penyebab permasalahan perusahaan (Luo, 2018). Analisis FMEA digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan suatu proses produksi atau produk. (Shanshan Fu et al., 2022). FMEA dapat melacak dan menghilangkan kemungkinan kesalahan dan kegagalan (Ouyang et al., 2022). Analisa FMEA dilakukan dengan memberikan nilai pada setiap masalah yang potensial berdasarkan *severity* (keparahan), *occurrence* (kejadian), dan *detection* (deteksi). Nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* diperoleh dengan cara melakukan penyebaran kuesioner pada pihak perusahaan.

### Improve

Tahap *improve* akan memberikan usulan perbaikan kepada perusahaan untuk mengurangi terjadinya produk cacat berdasarkan hasil analisis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

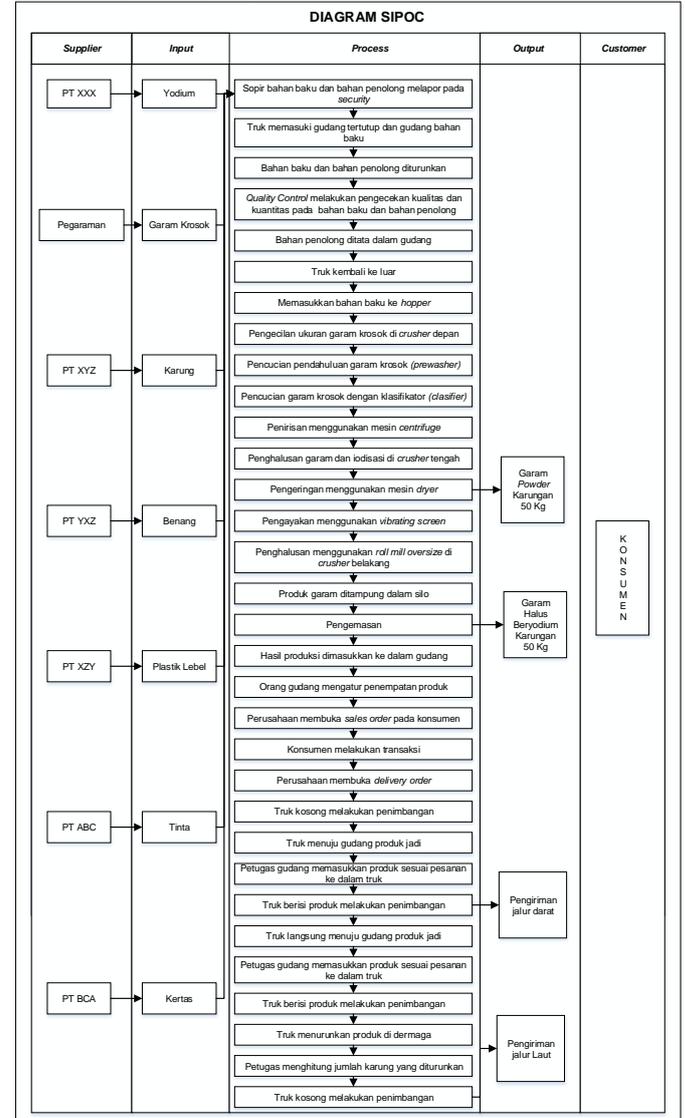
Pengendalian mutu produk Garam Halus Beryodium pada PT. Garam menggunakan pendekatan *lean six sigma* dengan 4 metode yaitu:

### Define

Tahap ini akan membuat diagram *SIPOC* dan mengelompokkan jenis cacat.

### Diagram SIPOC

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa terdapat proses yang bersifat pemborosan *non value added* (NVA) pada perhitungan jumlah karung ketika di dermaga. Kegiatan tersebut perlu dihapus karena jumlah karung sudah dihitung pada saat proses pengemasan.



Gambar 1. Diagram SIPOC produksi garam

### Jenis Cacat

- Jenis cacat pada garam terbagi menjadi tiga yaitu :
- Kurang kadar yodium  
 Garam halus beryodium dikategorikan sebagai produk cacat apabila memiliki kadar yodium kurang dari 30 ppm. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2010), tentang syarat mutu garam konsumsi beryodium menyatakan bahwa minimal kandungan yodium dalam produk garam sebesar 30 mg/kg.
  - Warna kusam  
 Garam halus beryodium dikategorikan cacat kusam apabila tingkat keputihan garam lebih dari 31%. Semakin tinggi kadar keputihan garam menunjukkan warna garam tersebut semakin kusam. Garam hasil produksi diukur tingkat putihnya berdasarkan garam pembanding yang dijadikan

standar. Salah satu penyebab terjadinya cacat ini adalah karena kerusakan pada mesin dan terdapat jeda waktu hingga mesin menyala kembali yang menyebabkan garam menjadi kusam. Umumnya terjadi pada saat mesin produksi dijalankan kembali dan ketika dilakukan pembersihan silo (tempat penampungan garam sebelum proses pengemasan). Cacat garam kusam terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Produk kusam (kiri) dan produk lolos uji lab (kanan).

- Berat kotor tidak sesuai

Berat kotor tidak sesuai terbagi menjadi dua yaitu kurang dari standar dan melebihi standar. Jenis cacat berat kotor kurang dari standar merupakan cacat produk yang diakibatkan berat kotor kurang dari batas bawah. Batas bawah dihasilkan dari akumulasi antara berat bersih dan berat kemasan. Berat bersih produk yang ditetapkan yaitu 50 kg, sedangkan berat kemasan yang digunakan sebagai wadah produk sebesar 0,36 kg sehingga batas bawah produk yaitu 50,36. Garam halus beryodium yang memiliki berat kotor kurang dari 50,36 kg maka produk tersebut tergolong cacat berat kurang dari standar. Contoh produk yang mengalami jenis cacat tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Cacat berat kurang dari standar

Jenis cacat berat melebihi standar merupakan *non conformity product* dan *non value added* produk bagi perusahaan yang disebabkan karena berat kotor lebih dari batas atas. Batas atas produk adalah 51,11 kg. Angka tersebut dilebihkan sebesar 1,5% dari berat bersih yang telah ditetapkan perusahaan. Hal ini sebagai toleransi timbangan di pabrik dengan timbangan lainnya, dan untuk meningkatkan kepuasan konsumen. Contoh produk yang mengalami jenis cacat tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



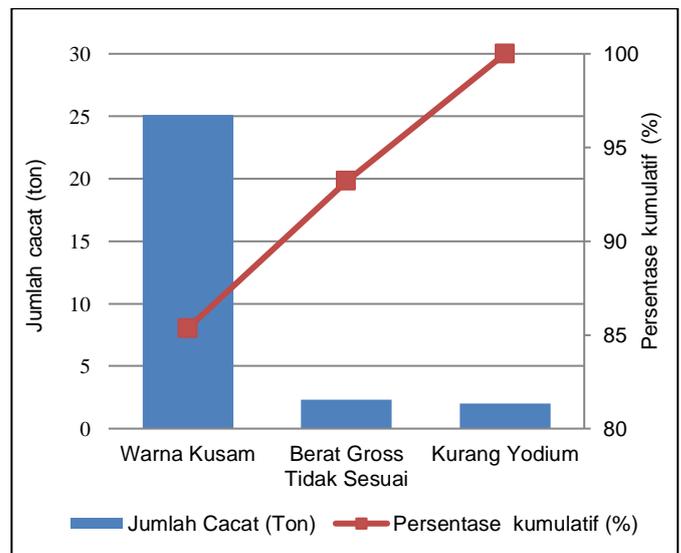
Gambar 4. Cacat berat melebihi standar.

**Measure**  
**Presentasi Jenis Cacat**

Perhitungan persentase jenis cacat disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut. Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa jumlah cacat tertinggi yaitu cacat warna kusam dengan jumlah 25,10 ton. Sedangkan jumlah cacat jenis berat kotor tidak sesuai standar sebanyak 2,306 ton dan jenis cacat kurang yodium berjumlah 2 ton.

**Diagram Pareto**

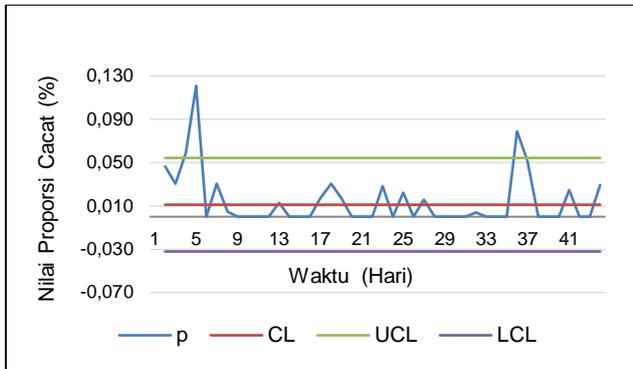
Diagram pareto digunakan untuk memperjelas hasil dari pembuatan Tabel 1. Diagram pareto jenis cacat garam halus beryodium dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan Gambar 5 diketahui urutan frekuensi cacat dari tertinggi ke terendah. Posisi sebelah kiri merupakan jenis cacat dengan frekuensi cacat tertinggi, dan posisi sebelah kanan merupakan jenis cacat dengan frekuensi cacat terendah. Jenis cacat warna kusam mempunyai presentasi frekuensi sebesar 85,357 % dengan persentase kumulatif sebesar 85,357 %. Kemudian jenis cacat berat kotor tidak sesuai mempunyai presentasi frekuensi sebesar 7,842 % dengan persentase kumulatif sebesar 93,20 %. Selanjutnya pada jenis cacat kurang yodium mempunyai presentasi frekuensi sebesar 6,80 % dengan persentase kumulatif sebesar 100 %. Berdasarkan diagram pareto tersebut analisa penyebab cacat produk difokuskan pada jenis cacat warna kusam dan berat kotor tidak sesuai.



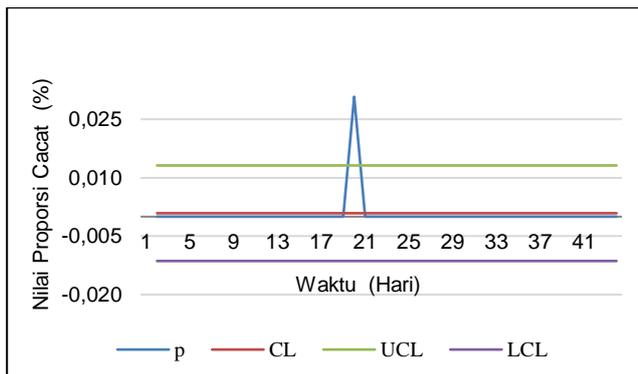
Gambar 5. Diagram pareto jenis cacat garam halus beryodium

Tabel 1. Persentase jenis cacat garam halus beryodium di PT. Garam Bulan Oktober-November 2021

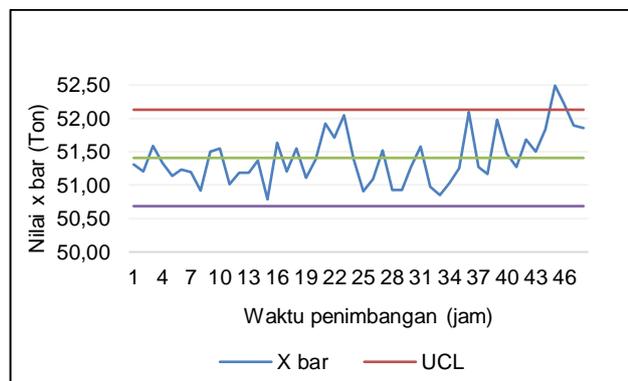
No.	Jenis cacat	Jumlah produksi (ton)	Jumlah cacat (ton)	Persentase frekuensi (%)	Persentase kumulatif (%)
1	Warna Kusam		25,10	85,357	85,357
2	Berat Kotor Tidak Sesuai	2.268,20	2,306	7,842	93,20
3	Kurang Yodium		2	6,80	100
Total		2.268,20	29,41	100	100



Gambar 6. Peta kendali  $p$  ( $p$ -chart) untuk cacat warna kusam.



Gambar 7. Peta kendali  $p$  ( $p$ -chart) untuk cacat kurang yodium



Gambar 8. Peta kendali  $x$  ( $x$ -chart) untuk berat kotor tidak sesuai

#### Pembuatan Peta Kendali $p$

Peta kendali  $p$  untuk cacat warna kusam disajikan pada Gambar 6, sedangkan peta kendali  $p$  untuk cacat kurang yodium disajikan pada Gambar 7. Gambar 6 merupakan

peta atribut yang membahas data cacat warna kusam. Berdasarkan Gambar 6 diketahui terdapat 2 proporsi kecacatan atau 2 proses produksi yang melewati garis *Upper Control Limit* (UCL) yang terdapat pada pengamatan ke-4, dan ke-35 dengan proporsi cacat sebesar 0,121 % dan 0,079 %. Kejadian tersebut menunjukkan adanya penyimpangan dan memerlukan perbaikan untuk memperbaiki mutu produk agar proses dapat terkendali. Grafik dianggap normal jika pengamatan berada dalam UCL maupun LCL (Jacobs & Chase, 2015).

Gambar 7 merupakan peta atribut yang membahas jenis cacat kurang yodium. Berdasarkan Gambar 7 diketahui bahwa terdapat 1 proporsi kecacatan atau 1 proses produksi yang keluar dari batas yaitu pada pengamatan hari ke-19. Hal ini menunjukkan adanya penyimpangan dan memerlukan perbaikan untuk memperbaiki mutu produk agar proses dapat terkendali.

#### Pembuatan Peta Kendali $x$

Gambar 8. merupakan peta variabel yang membahas data cacat berat *gross* tidak sesuai yang terdiri atas cacat berat kurang dari standar dan cacat melebihi standar. Garis pusat atau *Control Limit* (CL) sebesar 51,41, nilai *Low Control Limit* (LCL) sebesar 50,69 dan nilai *Upper Control Limit* (UCL) sebesar 52,13. Berdasarkan Gambar 8 terdapat nilai yang berada di luar batas kendali atas yaitu pada data ke-45 dan data ke-46. Nilai  $\bar{x}$  pada data ke-45 adalah 52,49 ton dan untuk data ke-46 yaitu 52,22 ton. Adanya nilai yang keluar dari batas kendali atas menunjukkan adanya penyimpangan dalam proses produksi yang terjadi.

#### Perhitungan DPMO, Nilai Sigma, *Final Yield* dan *Kapabilitas Proses*

Perhitungan DPMO, nilai sigma, kemampuan proses (*final yield*) dan kapabilitas proses dapat dilihat pada Tabel 2 dan konversi tingkat pencapaian *sigma* pada perusahaan dijelaskan pada Tabel 3.

Nilai rata-rata total produksi selama bulan Oktober dan November 2021 yaitu 52,749 ton. Bulan Oktober dan November 2021 memiliki nilai sigma sebesar 4,313 dan nilai DPMO sebesar 5.443,776 yang artinya dalam 1.000.000 ton garam halus beryodium yang diproduksi terdapat 5.443,776 ton produk yang tidak memenuhi kriteria mutu perusahaan. Nilai DPMO tersebut memiliki nilai 4 *sigma*, sehingga perusahaan dikategorikan sebagai rata-rata industri USA. Rata-rata nilai kemampuan proses menunjukkan persentase sebesar 98,367%. Menurut Rimantho & Athiyah (2017), nilai kapabilitas proses suatu perusahaan akan baik jika melebihi 1,33. PT Garam pada bulan Oktober dan November 2021 memiliki kemampuan proses yang baik karena memiliki nilai  $C_p$  sebesar 1,438 namun tetap perlu dilakukan perbaikan untuk mencapai tingkat kinerja 6-sigma.

#### Perhitungan nilai *process cycle efficiency*

Total waktu aktivitas produksi pada PT Garam yaitu 38 menit untuk setiap bahan baku yang diproses. Total bahan baku sekali masuk yaitu sekitar 2,35 ton.

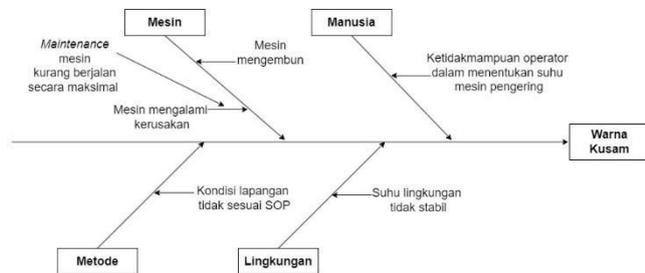
Tabel 2. Nilai rata-rata perhitungan DPMO, nilai sigma, *final yield*, dan kapabilitas

Bulan	Total produksi (ton)	Jumlah cacat (ton)	DPMO	Nilai <i>Sigma</i>	<i>Final yield</i> (%)	Kapabilitas proses ( <i>Cp</i> )
Oktober	48,760	0,810	6609,443	4,107	98,017	1,369
November	57,787	0,525	3971,355	4,574	98,809	1,525
Rata-rata	52,749	0,684	5.443,776	4,313	98,367	1,438

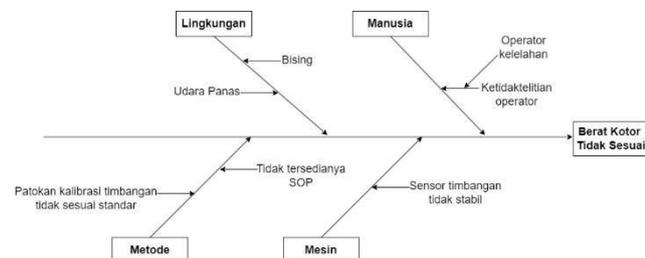
Tabel 3. Konversi tingkat pencapaian sigma

Tingkat Pencapaian Sigma	DPMO	Persentase yang memenuhi spesifikasi	Keterangan
1-Sigma	691.462	31%	Sangat Tidak Kompetitif
2-Sigma	308.538	69,20%	Rata-rata Industri Indonesia
3-Sigma	66.807	93,32%	Rata-rata Industri Indonesia
4-Sigma	6.210	99,379%	Rata-rata Industri USA
5-Sigma	233	99,977%	Rata-rata Industri USA
6-Sigma	3,4	99,997%	Industri Kelas Dunia

Sumber: (Gaspersz, 2002)



Gambar 9. Diagram *fishbone* cacat warna kusam



Gambar 10. Diagram *fishbone* cacat berat kotor tidak sesuai

Diagram alir proses produksi menunjukkan bahwa waktu menunggu (*lead time*) terjadi saat memasukkan bahan baku ke dalam *hopper* (tempat penampungan bahan baku) dengan waktu 3 menit. Total *lead time* merupakan akumulasi *value added time* dan *lead time* yaitu 41 menit. Semua tahapan proses setelah bahan baku berada di *hopper* tidak ditemukan adanya *lead time* karena proses produksi menggunakan mesin yang telah diatur agar proses berjalan dengan efisien, sehingga nilai *value added time* sebesar 38 menit.

$$\begin{aligned}
 PCE &= \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100 && (10) \\
 &= \frac{38 \text{ menit}}{41 \text{ menit}} \\
 &= 92,6 \%
 \end{aligned}$$

**Analyze**  
**Diagram *fishbone***

Diagram *fishbone* untuk cacat warna kusam pada garam dapat dilihat pada Gambar 9 dan untuk cacat berat *gross* tidak sesuai disajikan pada Gambar 10.

Berdasarkan Gambar 9 diketahui faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kecacatan produk yaitu suhu lingkungan tidak stabil. Suhu mesin pengering dalam setiap proses produksi dapat berbeda tergantung dari kondisi cuaca. Suhu mesin pengering yang tinggi dapat menyebabkan garam menjadi kusam. Faktor metode yang menyebabkan cacat warna kusam yaitu kondisi lapangan yang tidak sesuai *standard operational procedure* (SOP). Penggunaan suhu mesin pengering jika mengikuti SOP perusahaan dapat menyebabkan produk menjadi kusam. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti efektivitas mesin, kondisi lingkungan dan bahan baku sehingga diperlukan SOP terbaru.

Faktor mesin yang menyebabkan produk cacat yaitu mesin silo mengembun, mesin lama off dan terjadi kerusakan. Dampak jika mesin mengembun menyebabkan warna kusam di awal produksi. Terjadinya insiden mesin off karena listrik mati. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kerusakan mesin pada saat proses produksi menyebabkan garam disimpan sementara di silo. Akibat penyimpanan sementara tersebut menyebabkan produk garam menjadi kusam karena terkena dinding silo yang panas. Kemudian faktor manusia yang menyebabkan produk cacat adalah ketidakmampuan karyawan dalam menentukan suhu mesin pengering.

Berdasarkan Gambar 10 diketahui faktor mesin yang menyebabkan cacat berat kotor tidak sesuai yaitu sensor timbangan pada proses penimbangan tidak stabil. Observasi menunjukkan angka berat timbangan menunjukkan nilai minus ketika pertama kali karung diisi dengan produk. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya berat melebihi standar. Faktor manusia yang mengakibatkan cacat produk berat melebihi standar yaitu ketidaktelitian karyawan dalam melakukan kalibrasi timbangan. Ketidaktelitian karyawan bagian operator diakibatkan karena karyawan mengalami kelelahan.

Faktor metode yang menyebabkan cacat berat kotor tidak sesuai yaitu tidak tersedianya SOP dalam melakukan pengetukan corong dan silo. Proses pengetukan yang dilakukan karyawan tidak memiliki ketepatan waktu dalam melakukan pengetukan. Faktor lingkungan dipengaruhi oleh udara panas dan bunyi bising yang terjadi selama produksi

berlangsung. Faktor udara yang panas dan adanya bunyi bising suara mesin menyebabkan karyawan bagian pengemasan merasa gerah, dan mudah lelah. Kondisi tersebut menyebabkan konsentrasi karyawan dalam bekerja menurun.

**Five Why**

Metode *five why* digunakan untuk mengetahui akar masalah yang menyebabkan produk cacat. Analisis *five why* dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 menunjukkan faktor utama yang menyebabkan warna produk kusam adalah ketidakterampilan operator dalam menentukan suhu mesin pengering. Suhu mesin pengering yang terlalu tinggi mengakibatkan warna produk kusam sedangkan suhu mesin pengering yang terlalu rendah akan mengakibatkan produk memiliki kadar air yang tinggi.

Tabel 5 menunjukan penyebab utama produk cacat berat melebihi standar adalah sensor timbangan tidak stabil dan patokan kalibrasi timbangan otomatis tidak sesuai standar. Timbangan otomatis yang ada di bagian pengemasan sudah *error*. Kondisi tersebut dapat diketahui ketika peletakan

karung pada mesin pengemasan yang menunjukkan berat timbangan dimulai dari angka minus.

**Failure Mode Effect Analyze (FMEA)**

Analisis terakhir dengan perhitungan FMEA. Analisis perhitungan FMEA dapat dilihat pada Tabel 6 berikut. Berdasarkan Tabel 6 menunjukan nilai *risk priority number* (RPN) yang paling tinggi terdapat pada faktor patokan kalibrasi timbangan tidak sesuai standar dengan nilai RPN yaitu 600 sedangkan nilai terendah sebesar 64. Menurut Suherman & Cahyana (2019), semakin besar nilai tingkat keparahan menyebabkan semakin tinggi tingkat keparahan yang terjadi. Nilai frekuensi kejadian yang semakin besar menyebabkan peluang kegagalan akan semakin tinggi.

**Improve**

Tahap ini memberikan usulan perbaikan berdasarkan hasil analisis, Usulan perbaikan diprioritaskan dari penyebab terjadinya cacat yang mempunyai nilai RPN diatas 250. Tabel 7 merupakan usulan perbaikan pada produksi garam perusahaan.

Tabel 4. Analisis cacat warna kusam dengan metode *five why*

Masalah	Why	Why	Why	Why	Why
	Mengapa warna produk kusam ?	Mengapa faktor tersebut mempengaruhi warna produk ?	Mengapa operator kurang terampil ?	Mengapa tidak dilakukan pelatihan ?	Mengapa perusahaan mengalami kesulitan dalam membagi waktu ?
Cacat warna kusam	Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi	Operator kurang terampil dalam menentukan suhu mesin pengering dan merawat mesin	Operator tidak diberikan pelatihan	Perusahaan mengalami kesulitan dalam membagi waktu	Perusahaan berfokus pada target produksi.

Tabel 5. Analisis cacat berat *gross* tidak sesuai dengan metode *five why*

Masalah	Why	Why	Why	Why	Why
	Mengapa berat kotor tidak sesuai ?	Mengapa sensor timbangan tidak stabil dan patokan kalibrasi timbangan tidak sesuai standar ?	Mengapa <i>load cell</i> timbangan otomatis <i>error</i> dan operator tidak menggunakan jembatan timbang dalam melakukan kalibrasi timbangan otomatis ?	Mengapa timbangan otomatis tidak diganti dan kalibrasi timbangan otomatis sejak awal tidak menggunakan jembatan timbang ?	Mengapa pabrik tidak memiliki waktu untuk kalibrasi ulang ?
Berat kotor tidak sesuai	Sensor timbangan tidak stabil dan patokan kalibrasi timbangan otomatis tidak sesuai standar	Sensor timbangan otomatis <i>error</i> dan operator tidak menggunakan jembatan timbang dalam melakukan kalibrasi timbangan otomatis	Timbangan otomatis tidak diganti dan kalibrasi timbangan otomatis sejak awal tidak menggunakan jembatan timbang	Pabrik tidak memiliki waktu untuk kalibrasi ulang	Perusahaan lebih fokus untuk memproduksi produk untuk mencapai target

Tabel 6. Perhitungan Failure Mode Effect Analyze (FMEA)

No.	Penyebab kegagalan	Tingkat keparahan	Frekuensi kejadian	Perkiraan deteksi	RPN	Peringkat
1	Operator kurang teliti dan kurang terampil	10	4	5	200	8
2	Bahan baku terlalu lama di gudang	9	5	5	225	6
3	Kerusakan mesin	9	9	4	324	3
4	Mesin mengembun	8	8	4	256	5
5	Kondisi lapangan tidak sesuai SOP	8	8	5	320	4
6	Sensor timbangan tidak stabil	9	8	7	504	2
7	Tidak tersedianya SOP terkait pemukulan corong di bagian pengemasan	7	6	5	210	7
8	Patokan kalibrasi timbangan tidak sesuai standar	10	10	6	600	1
9	Suhu lingkungan tidak stabil	6	6	5	180	9
10	Udara panas	5	10	3	150	10
11	Bising	4	4	4	64	11

Tabel 7. Usulan perbaikan produk garam halus PT. Garam

Potential Failure Mode	RPN	Potential Cause of Mode	Why	What	Where	When	Who	How
Patokan kalibrasi timbangan tidak sesuai standar	600	Patokan kalibrasi timbangan digital	Supaya produk akhir tidak mengalami kecacatan	Melakukan kalibrasi timbangan menggunakan jembatan timbang	Mesin pengemas	Sesuai keputusan perusahaan	Bagian maintenance, dan bagian produksi	Melakukan kalibrasi timbangan sesuai dengan standar perusahaan
Sensor timbangan tidak stabil	504	Timbangan yang digunakan kurang akurat	Supaya produk akhir tidak mengalami kecacatan	Sensor timbangan error dan penimbangan dihitung dari angka minus	Mesin pengemas	Sesuai keputusan perusahaan	Bagian maintenance, dan operator	Efektivitas mesin sudah menurun sehingga sebaiknya dilakukan penggantian mesin.
Mesin terjadi kerusakan	324	Perawatan corrective maintenance	Supaya kegiatan produksi tidak terhambat dan mesin dapat digunakan dalam jangka panjang	Menyusun jadwal dan kegiatan preventive maintenance	Mesin produksi	Sesuai keputusan perusahaan	Bagian maintenance, dan bagian produksi	Membuat jadwal preventive maintenance mesin dan memberikan sosialisasi pada operator untuk merawat dan menjaga kondisi mesin
Kondisi lapangan tidak sesuai SOP	320	Efektivitas mesin menurun	Supaya produk akhir sesuai standar perusahaan	Mengganti mesin pengering	Mesin pengering	Sesuai dengan keputusan perusahaan	Manajer, dan bagian maintenance,	Perlu penggantian mesin agar suhu yang digunakan sesuai SOP
Mesin mengembun	256	Terjadi setelah dilakukan pembersihan mesin	Supaya produk akhir sesuai standar perusahaan	Melakukan proses pengeringan pada masing-masing mesin	Mesin produksi	Setelah pembersihan	Bagian maintenance, bagian produksi, dan operator	Melakukan pengeringan pada setiap mesin produksi

## KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian menunjukkan nilai *performance* pengendalian mutu yang didapatkan PT. Garam sebesar 4,313. Kategori nilai *sigma* tersebut lebih mendekati sebagai rata-rata industri Indonesia. Faktor yang menjadi prioritas penyebab cacat produk yaitu patokan kalibrasi timbangan tidak sesuai standar, sensor timbangan tidak stabil, mesin terjadi kerusakan, kondisi lapangan tidak sesuai SOP, dan mesin yang mengembun. Strategi perbaikan yang diusulkan untuk menekan cacat produk yaitu melakukan kalibrasi timbangan dengan timbangan yang sesuai standar, melakukan pergantian mesin pengemasan, membuat jadwal *preventive maintenance* mesin, memberikan sosialisasi pada operator untuk merawat dan menjaga kondisi mesin produksi, melakukan penggantian mesin pengering agar suhu yang digunakan sesuai SOP perusahaan. Kemudian melakukan pengeringan pada jalannya produk di setiap mesin produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amirzadeh, V., Mashinchi, M., & Parchami, A. (2009). Construction of p-charts using degree of nonconformity. *Information Sciences Journal*, 179 (2009) : 150-160. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2008.09.010>
- Assadad, L., & Utomo, B. S. B. (2011). Pemanfaatan Garam dalam Industri Pengolahan Produk Perikanan. *Jurnal Squalen*, 6 (1) : 26-37. <https://doi.org/10.15578/squalen.v6i1.58>
- Ayudyaswara, L., & Suparno. (2015). Aplikasi Pendekatan Lean Six Sigma untuk Meningkatkan Kualitas Kue Malkist di PT. X. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXII. 1-9. Program Studi MMT-ITS. Surabaya 24 Januari 2015, 1-9.
- Badan Standarisasi Nasional. (2010). Garam Konsumsi Beryodium. SNI No. 3556:2010. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Didiharyono, Marsal, & Bakhtiar. (2018). Analisis Pengendalian Produksi dengan Metode *Six Sigma* pada Industri Air Minum PT Asera Tirta Posidonia, Kota Palopo. *Jurnal Sainsmat*. 7 (2) : 163-176. <https://doi.org/10.35580/sainsmat7273702018>
- Dewi, A. P., & Naryono, E. (2020). Studi Literatur Pengaruh Lama Penyimpanan Garam Halus Beryodium terhadap Kadar Yodium Secara Iodeometri. *Jurnal Teknologi Separasi*, 6 (2), 484-490. <http://dx.doi.org/10.33795/distilat.v6i2.163>.
- Gaspersz, V. (2002). *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Gultom, S., Sinaga, T.S., & Sinulingga, S. (2013). Studi Pengendalian Mutu Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma Pada Pt. XYZ. *E-Jurnal Teknik Industri FT USU*. 3 (2), 23-30.
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2015). *Manajemen Operasi dan Rantai Pasokan*. Jakarta : Salemba Empat.
- Kementerian Perindustrian [KEMENPRIN]. (2022). Kemenprin Fasilitas Industri Serap Garam Lokal Lebih dari 1 Juta Ton. <https://kemenperin.go.id/artikel/23443/Kemenperin-Fasilitas-Industri-Serap-Garam-Lokal-Lebih-dari-1-Juta-Ton#:~:text=Menperin%20menyebutkan%2C%20kebutuhan%20garam%20nasional,untuk%20rumah%20tangga%20maupun%20komersial>.
- Kharub, M., Ruchita, B., Hariharan, S., & Vamsi, S. N. (2022). Profit enhancement for small, medium scale enterprises using Lean Six Sigma. *Materials Today : Proceedings*, 56 (2022): 2591-595. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.159>
- Kulkarni, D. S., Prasanna, N. D., Mirunalini, S., Deekshitha, D., Kousalya, N., & Agalya, A. (2022). Enhancing the process capability of machining process of boring tool holder by application of six sigma methodology. *Materials Today : Proceedings*, 52 (2022): 329-338. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.043>
- Luo, T., Chao Wu., & Duan, L. (2018). Fishbone diagram and risk matrix analysis method and its application in safety assessment of natural gas spherical tank. *Journal of Cleaner Production*, 174 (2018): 296-304. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.334>
- Nurwulan, N. R. (2021). Penerapan *Lean Manufacturing* di Industri Makanan dan Minuman: Kajian Literatur. *Jurnal IKRA-ITH Ekonomika*, 4 (2): 62-68.
- Ouyang, L., Che, Y., Yan, L., & Park, C. (2022). Multiple perspectives on analyzing risk factors in FMEA. *Computers in Industry Journal*. 141 (2022): 103712. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103712>.
- Pamungkas, I., Irawan, H. T., & Arkanullah. (2018). Implementasi Statistical Process Control Untuk Pengendalian Kualitas Garam Tradisional Di Kabupaten Pidie. *Jurnal Optimalisasi*, 4 (2): 108-118.
- Pebrianti, S. A., Kusumah, S. H., & Yunita, N. (2021). Identifikasi Permasalahan Kualitas Garam Industri Di Pt Niaga Garam Cemerlang Menggunakan Check Sheet, Pareto Chart Dan Fishbone Analysis. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2 (3): 79-86.
- Qayyum, S., Ullah, F., Al-Turjman F., & Mojtahedi, M. (2021). Managing smart cities through six sigma DMADICV method: A review-based conceptual framework. *Sustainable Cities and Society Journal*, 72 (2021): 103022. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103022>
- Ratnadi & Suprianto, E. (2016). Pengendalian Kualitas Produksi Menggunakan Alat Bantu Statistik (*Seven tools*) dalam Upaya Menekan Tingkat Kerusakan Produk. *Jurnal INDEPT*. 6 (2): 10-18.
- Rimantho, D., & Mariani, D. M. (2017). Penerapan Metode *Six Sigma* Pengendalian Kualitas Air Baku Pada Produksi Makanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 16(1), 1-12. <https://doi.org/10.23917/jiti.v16i1.2283>
- Rahmatillah, I. Sundoro, Fitria, L. (2019). Peningkatan Kualitas Produk *Crackers* berdasarkan Metode *Lean Six Sigma* di PT M. *Jurnal Rekayasa Hijau*. 2 (3): 95-106.
- Satria, T., dan Yuliatwati, E. (2018). Perancangan *Lean Manufacturing* dengan Menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) dan VALSAT untuk Meminimumkan *Waste* (Studi Kasus: PT. XYZ). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*. 7 (1): 55-63. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v7i1.2828.55-63>
- Sulistyarini, D. H. (2018). *Analisa Cacat Pada Kemasan Garam Menggunakan Statistical Process Control*. Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri. ITN Malang, 3 Pebruari 2018.
- Sucipto, S., Astuti, R., & Megawati, A. (2018). Analisis Kualitas Pengemasan Vakum Ikan Beku dengan Metode *Six Sigma* (Studi kasus di PT X, Pasuruan Jawa Timur). *AGROINTEK*. 12 (2), 99-107. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v12i2.4041>
- Suherman, A., & Cahyana, B. J. (2019). *Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya*. Seminar Nasional Sain dan Teknologi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, 16 Oktober 2019, 1–9.

- Susendi, N., Adrian., & Sopyan, I. (2021). Kajian Metode Root Cause Analysis yang Digunakan dalam Manajemen Risiko di Industri Farmasi. *Majalah Farmasetika*, 6 (4): 310-321. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i4.35053>.
- Shanshan Fu., Yuerong Yu., Chen, J., Han, B., & Zhongdai Wu. (2022). Towards a probabilistic approach for risk analysis of nuclear-powered icebreakers using FMEA and FRAM. *Ocean Engineering Journal*, 260 (2022): 112041. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.112041>.
- Ulfah, E. M. (2019). Analisis Kualitas Distribusi Air Menggunakan Metode *Six Sigma* DMAIC pada PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. *Jurnal Inovasi Bisnis dan Manajemen Indonesia*. 2(3): 315-329. <https://doi.org/10.31842/jurnal-inobis.v2i3.93>.
- Wicaksono, P. A., Sari, D. P., Handayani, N. U., & Ramadhan, A. D. (2017). Peningkatan Pengendalian Kualitas Melalui Metode Lean Six Sigma. *Jurnal Teknik Industri*. 12 (3): 205–212. <https://doi.org/10.14710/jati.12.3.205-212>