

**OPTIMASI PROSES PRODUKSI KERAMIK LANTAI 60X60 GRANITE  
MENGUNAKAN METODE LEAN SIX SIGMA  
DI PABRIK KERAMIK TANGERANG**

**OPTIMIZATION PRODUCTION PROCESS OF FLOOR 60X60 GRANITE CERAMIC  
USING LEAN SIX SIGMA METHOD  
IN TANGERANG CERAMIC FACTORY**

**Hartono<sup>1</sup>, Manendra Frenando<sup>2</sup>, Joko Supono<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang  
<sup>1</sup>[mashartonopati@gmail.com](mailto:mashartonopati@gmail.com), <sup>2</sup>[manendrafrenando2222@gmail.com](mailto:manendrafrenando2222@gmail.com),  
<sup>3</sup>[joko.supono@yahoo.com](mailto:joko.supono@yahoo.com)

**ABSTRACT**

*The main objective of this study is to identify and reduce product defects occurring during the production process. Data was collected from January to December 2023, with an initial defect rate of 8.65%, equivalent to 86,500 defects per million opportunities (DPMO). Through the application of the Lean Six Sigma method, the defect rate was successfully reduced to 6.16%, or 61,600 DPMO. The initial Sigma level was 3.82 and increased to 4.10 after improvements. This approach involves several key stages: Define, Measure, Analyze, Improve, and Control (DMAIC). In the Define stage, the problem is clearly defined, including identifying the most frequent types of defects such as cracks, surface blemishes, and size variations. In the Measure stage, data is collected and analyzed to identify problematic areas, using statistical tools like histograms, Pareto charts, and control charts. In the Analyze stage, an in-depth analysis is conducted to find the root causes of defects through methods like the 5 Why's and fishbone diagram. In the Improve stage, solutions are implemented to address the root causes, such as adjusting machine parameters, retraining employees, and enhancing raw material quality. In the Control stage, steps are taken to ensure that the improvements made can be sustained in the long term by implementing regular monitoring procedures and quality audits.*

*Keywords : Lean Six Sigma, Product Defect, Production Process, Quality Product, DMAIC, Floor Tile.*

**ABSTRAK**

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengurangi *defect* produk yang terjadi selama proses produksi. Data yang dikumpulkan mencakup periode Januari hingga Desember 2023, dengan tingkat *defect* awal sebesar 8,65%, yang setara dengan 86.500 *defect* per satu juta peluang (DPMO). Melalui penerapan metode *Lean Six Sigma*, tingkat *defect* produk berhasil dikurangi menjadi 6,16%, atau 61.600 DPMO. Nilai *Sigma* awal adalah 3,82 dan meningkat menjadi 4,10 setelah perbaikan. Pendekatan ini melibatkan beberapa tahapan utama: *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (DMAIC). Pada tahap *Define*, masalah didefinisikan dengan jelas, termasuk identifikasi jenis *defect* yang paling sering terjadi seperti retak, *defect* permukaan, dan variasi ukuran. Pada tahap *Measure*, data dikumpulkan dan dianalisis untuk mengidentifikasi area yang bermasalah, menggunakan alat statistik seperti histogram, diagram Pareto, dan peta kendali. Pada tahap *Analyze*, analisis mendalam dilakukan untuk menemukan akar penyebab *defect* melalui metode seperti 5 *Why's* dan diagram *fishbone*. Pada tahap *Improve*, solusi diterapkan untuk mengatasi penyebab *defect*, seperti penyesuaian parameter mesin, pelatihan ulang karyawan, dan peningkatan kualitas bahan baku. Pada tahap *Control*, langkah-langkah diambil untuk memastikan bahwa perbaikan yang dilakukan dapat dipertahankan dalam jangka panjang, dengan menerapkan prosedur pengawasan rutin dan audit kualitas.

Kata Kunci : *Lean Six Sigma, Defect Produk, Proses Produksi, Kualitas Produk, DMAIC, Keramik Lantai*

**1. PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Pabrik Keramik Tangerang, salah satu produsen terkemuka di Indonesia untuk ubin keramik dinding dan lantai, terus menghadapi permintaan pasar yang tinggi terhadap hasil produksinya. Konsistensi dan kualitas produksi sangat vital untuk memastikan kepuasan pelanggan dalam menggunakan produk-produk pabrik ini, terutama dalam konteks material bangunan seperti keramik lantai.

Keramik lantai memiliki sejumlah variasi motif dan warna yang dapat memperindah tampilan *interior* maupun *eksterior* bangunan. Pabrik Keramik Tangerang, yang berlokasi di Balaraja, Kabupaten Tangerang Banten, menghasilkan berbagai jenis keramik lantai, termasuk yang berukuran 60x60 *Granite*. Namun, proses produksi keramik lantai 60x60 *Granite* di pabrik ini masih terhambat oleh beberapa kendala. Hambatan ini mengakibatkan peningkatan waktu produksi dan juga menurunkan konsistensi kualitas produk. Kualitas keramik di line 01, misalnya, masih di bawah standar yang diharapkan. Standar kualitas keramik KW1 atau produk *Grade A* minimal harus mencapai 95%, namun kualitas keramik di line 01 saat ini hanya sekitar 92,04%. Diperlukan langkah-langkah perbaikan yang jelas untuk menyelesaikan hambatan ini dan memastikan bahwa standar kualitas yang diinginkan dapat tercapai.

Tabel 1. 1. Jumlah Produksi dan Defect Proaduk Keramik Lantai 60x60 Granite Selama periode Januari-Desember 2023

Tahun	Produk Bagus		Defect		Total Produksi	Target Produksi (Box)	Persentase Capaian Produksi
	Box	%	Box	%	Box		
2023							
Januari	56.984	91,34	5.400	8,66	62.384	103.000	60,57
Februari	63.227	92,01	5.485	7,99	68.712	103.000	66,72
Maret	83.827	91,62	7.660	8,38	91.487	103.000	88,82
April	29.568	90,57	3.077	9,43	32.645	103.000	31,69
Mei	52.711	92,79	4.090	7,21	56.801	103.000	55,14
Juni	56.222	86,81	8.538	13,90	64.760	103.000	62,87
Juli	65.700	92,59	5.255	7,41	70.955	103.000	68,88
Agustus	75.046	95,02	3.929	4,98	78.975	103.000	76,67
September	95.769	93,67	6.463	6,33	102.232	103.000	99,25
Oktober	63.553	93,98	4.066	6,02	67.619	103.000	65,64
November	82.248	93,84	5.402	6,16	87.610	103.000	84,94
Desember	66.158	90,26	7.149	9,74	73.307	103.000	71,14

Dari tabel diatas Pabrik Keramik Tangerang selama periode Januari-Desember 2023 hasil rata-rata kualitas produk bagus hanya mencapai 92,36% yang artinya belum memenuhi standar minimal yang dibuat perusahaan yaitu sebesar 95%, untuk produk *defect* memiliki nilai rata-rata sebesar 7,64% yang artinya melebihi standar toleransi yang dibuat perusahaan sebesar 5%. Sedangkan selama periode Januari-Desember 2023 capaian hasil produksi rata rata hanya mencapai 696.670 box dari target produksi sebesar 1.030.000 box atau hanya 67,63% dari target produksi yang ditetapkan perusahaan.

Dengan melihat kualitas dan capaian produksi diatas maka perusahaan berusaha untuk meningkatkan keduanya dengan menggunakan pendekatan lean six sigma sebagai dasarnya.

## 1.2 Tinjauan Pustaka

### 1. Lean

*Lean* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Tujuan *Lean* adalah meningkatkan terus-menerus *Customer Value* melalui peningkatan terusmenerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value-to-waste ratio*) (Gaspersz, 2007). *Lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*) dalam desain, produksi (untuk bidang manufaktur) atau operasi (untuk bidang jasa) dan *supply chain management* yang berkaitan langsung dengan pelanggan (Jones, n.d.-a). *Lean* yang diterapkan pada *manufacturing* disebut sebagai *Lean manufacturing* sedangkan *Lean service* diterapkan pada industri jasa (Gaspersz, 2007).

### 2. Kualitas

Kualitas menurut *International Organization for Standardization (ISO)* atau Organisasi Internasional mendefinisikan kualitas sebagai totalitas fitur dan karakteristik dari suatu produk atau jasa yang mengandalkan kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan perusahaan, pasar dan pelanggan secara konsisten. Dalam praktiknya, istilah kualitas bisa memiliki banyak makna, tergantung pada produk atau jasa dan tahap proses produksi serta tingkat nilai yang dirasakan pelanggan yang dikaitkan dengan fitur dan karakteristiknya. (ILO Office in Jakarta., 2013).

Dengan adanya pengendalian kualitas dalam proses produksi dapat digunakan sebagai *Controlling* dalam merencanakan sekaligus menerapkan jaminan kualitas dari suatu produk. Jaminan kualitas merupakan bagian dari manajemen mutu dimana hal tersebut memberikan kepastian serta keyakinan bahwa persyaratan mutu telah terpenuhi (Hadi, 2007). Setelah dilakukannya pengendalian kualitas dapat diketahui bagaimana kualitas produk

yang dihasilkan selama proses produksi apakah sesuai dengan ketentuan perusahaan atau tidak, apabila produk dirasa cukup baik maka dapat disalurkan kepada masyarakat, namun apabila produk tersebut *defect* maka perlu dilakukan beberapa tindakan agar produk selanjutnya tidak mengalami *defect* yang sama. Hal tersebut merupakan salah satu keuntungan dalam menerapkan pengendalian kualitas, apabila terdapat produk *defect* maka dapat diidentifikasi bagian mana saja yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan perusahaan sehingga ditemukan beberapa alternatif tindakan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir *defect* pada proses produksi selanjutnya dan mendapatkan spesifikasi produk yang tepat.

### 3. *Six Sigma*

Pengelolaan *Sigma* ( $\sigma$ ) merupakan sebuah abjad Yunani yang menunjukkan standar deviasi dari suatu proses. Standar deviasi mengukur variasi atau jumlah persebaran suatu rata-rata proses. Nilai *Sigma* dapat diartikan seberapa sering *defect* yang mungkin terjadi. Jika semakin tinggi tingkat *Sigma* maka semakin kecil toleransi yang diberikan pada *defect* sehingga semakin tinggi kapabilitas proses. Hal itu dikatakan semakin baik. Bila jumlah *defect* yang meningkat, maka jumlah *Sigma* akan menurun. Dengan kata lain, *Sigma* semakin besar maka kualitas produk akan lebih baik. Pengertian *Six Sigma* menurut *Gasperz* (2007) adalah strategi terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan luar biasa (dramatik) di tingkat bawah dan sebagai pengendalian proses industri yang berfokus pada pelanggan dengan memperhatikan kemampuan proses. Apabila produk (barang dan/atau jasa) diproses pada tingkat kinerja kualitas *Six Sigma*, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. *Six Sigma* adalah sebuah sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, mempertahankan dan memaksimalkan sukses bisnis. *Six Sigma* secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap kebutuhan pelanggan, pemakaian yang disiplin terhadap fakta, data, analisis statistik dan perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki dan menanamkan kembali proses bisnis (Pande, et al., 2000).

*Gasperz* (2007) secara umum menyebutkan bahwa *Six Sigma* lebih menonjolkan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). DMAIC digunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang telah ada sedemikian rupa sehingga mencapai *zero defect*. DMAIC terdiri dari 5 tahap yaitu :

1. *Define* adalah mendefinisikan secara formal sasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atau kebutuhan pelanggan dan strategi perusahaan.
2. *Measure* adalah mengukur kinerja proses pada saat sekarang (*baseline Measurement*) agar dapat dibandingkan dengan target yang ditetapkan. Dalam tahap ini dilakukan pemetaan proses dan pengumpulan data yang berkaitan dengan indikator kinerja kunci
3. *Analyze* adalah menganalisa hubungan sebab-akibat berbagai faktor yang dipelajari untuk mengetahui faktor-faktor dominan yang perlu dikendalikan.
4. *Improve* adalah mengoptimalkan proses menggunakan analisis analisis seperti Design of Experiments (DOE) dan lain-lain untuk mengetahui dan mengendalikan kondisi optimum proses.
5. *Control* adalah melakukan pengendalian terhadap proses secara terus-menerus untuk meningkatkan kapabilitas proses menuju target *Six Sigma*. Tujuan Pengendalian Kualitas

## 2. METODOLOGI

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah

### 1. Wawancara (*Interview*)

Merupakan suatu cara untuk mendapatkan data atau informasi dengan tanya jawab secara langsung pada orang yang mengetahui tentang objek yang di teliti. Dalam hal ini adalah pihak manajemen/karyawan Pabrik Keramik Taagerang yaitu data mengenai jenis-jenis *defect* produk dan penyebabnya, proses produksi, hambatan proses produksi dan bahan baku yang diinginkan.

### 2. Dokumentasi

Yaitu dengan mempelajari dokumen-dokumen perusahaan yang berupa kegiatan produksi, laporan jumlah produksi, dan jumlah produk *defect*, rencana kerja, serta dokumentasi kepegawaian.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini selanjutnya dianalisis dengan tahapan sebagai berikut :

#### a. *Define*

*Define* merupakan tahap awal dalam pembuatan DMAIC pada *Lean Six Sigma* yang bertujuan untuk mendeskripsikan permasalahan yang terjadi pada perusahaan. Pada tahap ini berisi tentang current state *value stream mapping* yang digunakan untuk mengetahui aliran proses produksi dari awal hingga akhir. Selain itu, pada tahap ini juga mengidentifikasi pemborosan-pemborosan apa saja yang terjadi produk keramik lantai 60x60 *Granite*. Terutama pemborosan tentang produk *defect*.

#### b. *Measure*

Pada tahap ini yang dilakukan adalah menghitung nilai *level sigma* pada produk keramik lantai 60x60 *Granite*. Dimana data yang dibutuhkan adalah data total produksi, jumlah produk *defect*, CTQ, DPU, TOP, DPO serta menghitung nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) untuk mengetahui nilai *level sigma* pada produk keramik lantai 60x60 *Granite*

### c. Analysis

Dalam tahap analisis bagian DMAIC, data yang produk keramik lantai 60x60 *Granite* melalui perhitungan diagram *Pareto* yang nantinya akan dianalisis menggunakan *Fishbone* diagram dari setiap jenis *defect* yang terjadi pada produk yang dihasilkan oleh produk keramik lantai 60x60 *Granite*.

### d. Improve

Pada tahap *Improve* di DMAIC data yang dibutuhkan adalah data yang berasal dari analisis penyebab *defect* pada diagram *Fishbone* yang nantinya akan digunakan untuk menentukan nilai RPN (*Risk Priority Number*) melalui penilaian *Severity*, *Occurance* dan *Detectability* dalam menentukan prioritas penyebab terjadinya *defect* pada produk yang dihasilkan oleh produk keramik lantai 60x60 *Granite*.

### e. Control

Pada tahap ini merupakan upaya yang akan dilakukan untuk mengawasi dan mempertahankan perbaikan-perbaikan yang telah dilakukan. Agar menjadi standar operasional dalam melakukan pekerjaan pada produk keramik lantai 60x60 *Granite*. Tahap ini berupa upaya yang dilakukan dalam mengawasi dan mempertahankan perbaikan yang telah dilakukan. Upaya ini diharapkan mampu menerapkan usulan dari hasil *Improve* yang dilakukan dalam kurun waktu tertentu seperti data penanganan yang dilakukan oleh produk keramik lantai 60x60 *Granite* saat ditemukannya produk *defect*, serta penentuan waktu repair dalam proses produksi.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pengumpulan Data

#### a. Data Jumlah Produksi Periode Januari – Desember 2023

Pabrik Keramik Tangerang sudah mengklasifikasikan *Defect* pada produk yang dihasilkan, terdapat lima jenis *Defect* yaitu *Defect* gumpil, *Defect* somplak, *Defect* laminasi, *Defect* belah dan *Defect* garis DP. Berikut merupakan tabel data *Defect* Pabrik Keramik Tangerang :

Tabel 3. 1. Data Jumlah Produksi Periode Januari – Desember 2023

Bulan 2023	Quantity (Box)					
	Produk Bagus		Defect		Total Produksi	
	Box	%	Box	%	Box	%
Januari	56.984	91,34	5.400	8,66	62.384	100
Februari	63.227	92,01	5.485	7,99	68.712	100
Maret	83.827	91,62	7.660	8,38	91.487	100
April	29.568	90,57	3.077	9,43	32.645	100
Mei	52.711	92,79	4.090	7,21	56.801	100
Juni	56.222	86,81	8.538	13,9	64.760	100
Juli	65.700	92,59	5.255	7,41	70.955	100
Agustus	75.046	95,02	3.929	4,98	78.975	100
September	95.769	93,67	6.463	6,33	102.232	100
Oktober	63.553	93,98	4.066	6,02	67.619	100
November	82.248	93,84	5.402	6,16	87.610	100
Desember	66.158	90,26	7.149	9,74	73.307	100
Total	791.013	92,36	66.514	7,64	857.487	100

Dari tabel diatas Pabrik Keramik Tangerang selama periode Januari-Desember 2023 hasil rata-rata jumlah produksi mencapai 857.487 box dengan produk bagus sebanyak 791.013 box dan *Defect* sebanyak 66.514 box.

#### b. Data Capaian Hasil Produksi Periode Januari – Desember 2023

Berikut data tabel capaian hasil produksi keramik lantai 60x60 di pabrik keramik tangerang dalam kurun waktu Januari

Tabel 3. 2. Capaian Hasil Produksi Periode Januari – Desember 2023

Bulan 2023	Hasil Tercapai		
	Box	%	Target, Box
Januari	62.384	60,57	103.000
Februari	68.712	66,72	103.000
Maret	91.487	88,82	103.000
April	32.645	31,69	103.000
Mei	56.801	55,14	103.000
Juni	64.760	62,87	103.000
Juli	70.955	68,88	103.000
Agustus	78.975	76,67	103.000
September	102.232	99,25	103.000
Oktober	67.619	65,64	103.000
November	87.610	84,94	103.000
Desember	73.307	71,14	103.000
Total	857.527	69,34	1.236.000

Dari tabel diatas Pabrik Keramik Tangerang selama periode Januari-Desember 2023 hasil rata-rata jumlah capaian produksi sebanyak 857.527 Box atau sebanyak 69.34% dari 1.236.000 box (Jumlah tersebut di dapat dari kapasitas mesin tanpa ada downtime dalam satu tahun).

c. Data *Defect* Periode Januari – Desember 2023

Pabrik Keramik Tangerang sudah mengklasifikasikan *Defect* pada produk yang dihasilkan, terdapat lima jenis *Defect* yang kritis yaitu *Defect* gumpil, *Defect* somplak, *Defect* laminasi, *Defect* belah, dan *Defect* garis DP. Berikut merupakan tabel data *Defect* Pabrik Keramik Tangerang :

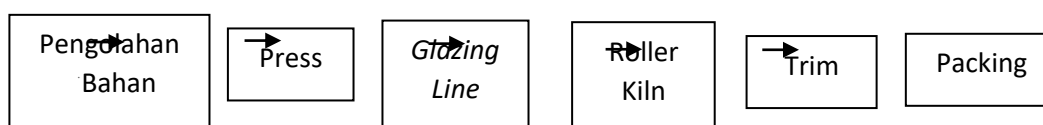
Tabel 3. 3. Data *Defect* Periode Januari – Desember 2023

Bulan (2023)	Jumlah Produksi	<i>Defect</i> Gumpil (Box)	<i>Defect</i> Somplak (Box)	<i>Defect</i> laminasi (Box)	<i>Defect</i> Belah (Box)	<i>Defect</i> Garis DP (Box)	Total <i>Defect</i> (Box)
Januari	62.384	2.420	1.770	647	340	223	5.400
Februari	68.712	3.247	976	1.003	97	162	5.485
Maret	91.487	2.970	2.321	700	150	1.519	7.660
April	32.645	921	534	624	327	671	3.077
Mei	56.801	1.327	1.109	329	675	650	4.090
Juni	64.760	2.908	1.987	1.098	2.038	507	8.538
Juli	70.955	1.003	1.988	1.704	441	119	5.255
Agustus	78.975	987	767	1.109	598	468	3.929
September	102.232	2.300	2.857	89	643	574	6.463
Oktober	67.619	2.234	1.107	267	121	337	4.066
November	87.610	3.220	1.000	365	489	328	5.402
Desember	73.307	2.876	2.509	1.230	422	112	7.149
Total	857.527	26.413	18.925	9.165	6.341	5.670	66.514

Dapat dilihat pada tabel diatas, bahwa *Defect* gumpil dihasilkan sebanyak 26413 produk, *Defect* somplak 18925 produk, *Defect* laminasi 9165 produk, *Defect* belah 6341 produk dan *Defect* garis DP sebanyak 5670 produk dengan total keseluruhan produk *Defect* yang dihasilkan selama bulan Januari - Desember 2023 ialah sebanyak 857.527 produk.

d. Proses Produksi Pembuatan Keramik Lantai 60x60

Berikut ini merupakan *Flowchart* dan juga penjelasan setiap bagian dari proses pembuatan keramik lantai 60x60 di *Glazing Line* 02 mulai dari RAW Material sampai ke *Finish Good*.



Gambar 3.1. Flowchart Proses Produksi Keramik Lantai 60x60 Granite

### 3.2. Pengolahan Data

Proses pengolahan data ini meliputi beberapa langkah utama, yaitu :

a. Define

Tahap ini berisi data aliran proses produksi yang dimulai dari *Supplier* sampai *Customer* bagian Produksi Keramik Lantai 60x60 serta mengidentifikasi pemborosan-pemborosan apa saja yang ada pada bagian Proses Produksi Keramik Lantai 60x60. Berikut merupakan aliran proses produksi yang dimulai dari *supplier* (Bahan baku) hingga dikirim kepada *Customer* pada bagian Produksi Keramik lantai 60x60 yang disajikan dalam bentuk Diagram SIPOC seperti berikut :



Gambar 3.2. Diagram SIPOC Proses Produksi.

Dari diagram diatas menjelaskan bahwa *supplier* dari bagian Produksi adalah bagian Pengolahan bahan yang memberikan *input powder, RAW Materials* yang memberikan *input* berupa *INK* serta *GBM* yang memberikan *input Engobe, Glaze, dan Top Glaze*. Untuk proses produksinya dimulai dari proses pengepresan powder menjadi *green body*, kemudian proses pengaplikasian *Engobe, Glaze, dan Top Glaze* kemudian proses pembakaran *Glazed body*. *Output* yang dihasilkan adalah keramik lantai 60x60 yang nantinya akan dikirim ke bagian selanjutnya adalah bagian *Trim dan Packing*.

b. Measure

Perhitungan DPMO (*Defect Per Million Oppurtunity*). Berikut ini merupakan perhitungan DPMO dan Tingkat *Sigma* pada bagian *Glazing Line*. Penentuan nilai ini merupakan sebuah tolak ukur kinerja perusahaan untuk menghadapi persaingan dalam dunia industri. Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk menghitung nilai DPO, DPMO dan *level sigma* pada bagian *Gkazing Line*.

Tabel 3.4. Data Nilai DPO, DPMO dan Nilai Sigma Periode Januari-Desember 2023

Bulan	Produk Bagus	Defect	Total Produksi	CTQ	DPO	DPMO	Level sigma
Januari	56.984	5.400	62.384	5	0.017312	17312.13	3.61
Februari	63.227	5.485	68.712	5	0.015965	15965.19	3.65
Maret	83.827	7.660	91.487	5	0.016746	16745.55	3.63
April	29.568	3.077	32.645	5	0.018851	18851.28	3.58
Mei	52.711	4.090	56.801	5	0.014401	14401.15	3.69
Juni	56.222	8.538	64.760	5	0.026368	26368.13	3.44
Juli	65.700	5.255	70.955	5	0.014812	14812.20	3.68
Agustus	75.046	3.929	78.975	5	0.009950	9949.98	3.83
September	95.769	6.463	102.232	5	0.012644	12643.79	3.74
Oktober	63.553	4.066	67.619	5	0.012026	12026.21	3.76
November	82.248	5.402	87.610	5	0.012332	12331.93	3.75
Desember	66.158	7.149	73.307	5	0.019504	19504.28	3.56

Berikut contoh perhitungan DPO, DPMO, dan *Level sigma* bulan januari :

Bulan Januari

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Total Produksi} \times \text{Jumlah Peluang per Unit}}$$

$$DPO = \frac{5400}{62384 \times 5}$$

$$DPO = \frac{5400}{311920} = 0,017312$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.0000$$

$$DPMO = 0.017312 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 17312.13$$

$$\begin{aligned} \text{Level sigma} &= \text{NORMSINV}1 - \left( \frac{1.000.000 - 17312.13}{1.000.000} \right) + 1.5 \\ &= \text{NORMSINV}(0.98268787) + 1.5 \\ &= 3.61 \end{aligned}$$

### c. Analyze

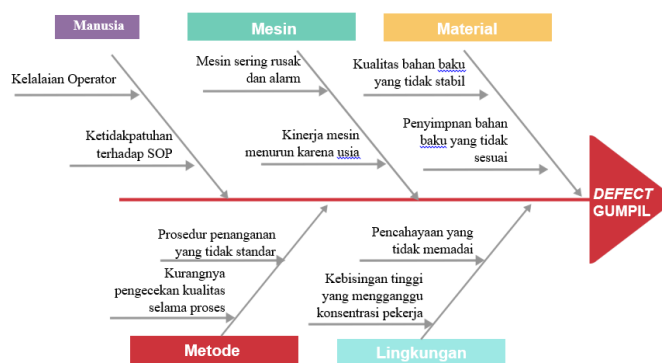
Dalam tahap ini berisi tentang analisa yang dilakukan oleh peneliti untuk menentukan jenis *defect* paling dominan yang ada pada bagian *Glazing Line* serta mengidentifikasi penyebab-penyebab yang menghasilkan produk *defect* pada bagian tersebut. Dalam tahap ini analisa yang dilakukan menggunakan bantuan Diagram *Pareto* dan *Root Cause Analysis* menggunakan Diagram *Fishbone*. Berikut ini merupakan hasil Diagram *Pareto* dan Diagram *Fishbone* pada bagian *Glazing Line*.

Tabel 3.5. Jumlah Defect dan Variasi Defect Periode Januari-Desember 2023

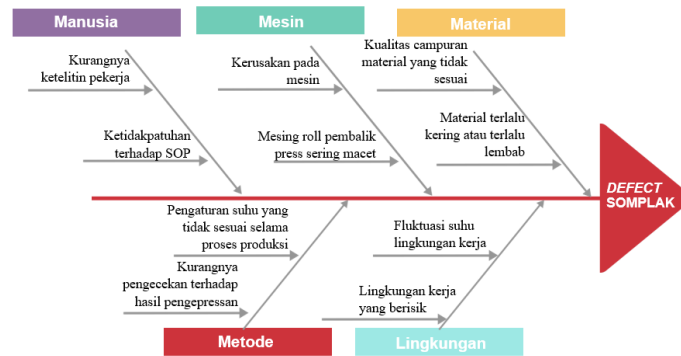
Bulan (2023)	Jumlah Produksi	Defect Gumpil (Box)	Defect Somplak (Box)	Defect laminasi (Box)	Defect Belah (Box)	Defect Garis DP (Box)	Total Defect (Box)	Presentase (%)
Januari	62.384	2.420	1.770	647	340	223	5.400	8.12
Februari	68.712	3.247	976	1.003	97	162	5.485	8.25
Maret	91.487	2.970	2.321	700	150	1.519	7.660	8.51
April	32.645	921	534	624	327	671	3.077	4.63
Mei	56.801	1.327	1.109	329	675	650	4.090	6.15
Juni	64.760	2.908	1.987	1.098	2.038	507	8.538	12.83
Juli	70.955	1.003	1.988	1.704	441	119	5.255	8.01
Agustus	78.975	987	767	1.109	598	468	3.929	5.90
September	102.232	2.300	2.857	89	643	574	6.463	9.72
Oktober	67.619	2.234	1.107	267	121	337	4.066	6.11
November	87.610	3.220	1.000	365	489	328	5.402	10.75
Desember	73.307	2.876	2.509	1.230	422	112	7.149	8.12
Total	857.527	26.413	18.925	9.165	6.341	5.670	66.514	100

Dari diagram tersebut, dapat dilihat bahwa *defect* Gumpil dan Somplak mendominasi jumlah keseluruhan *defect* dengan kontribusi sebesar 68% dari total keseluruhan *defect*. *Defect* Gumpil sendiri menyumbang sekitar 40%, sementara *defect* Somplak menambah 28% lagi, sehingga mencapai total 68%. Dengan menambahkan *defect* Laminasi yang memiliki kontribusi sebesar 14%, akumulasi tiga jenis *defect* ini mencapai 82% dari total keseluruhan *defect*.

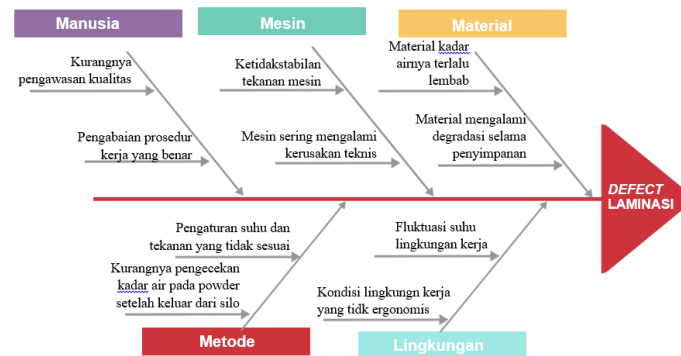
Mengacu pada prinsip 80/20, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar masalah (82%) berasal dari sebagian kecil jenis *defect* (Gumpil, Somplak, dan Laminasi). Oleh karena itu, upaya perbaikan yang difokuskan pada ketiga *defect* ini akan memberikan dampak dalam mengurangi jumlah total *defect* pada keramik lantai 60x60 granite.



Gambar 3.3. Fishbone Defect Gumpil



Gambar 3.4. Fishbone Defect Somplak



Gambar 3.5. Fishbone Defect Laminasi

d. Improve

Pada tahap *Improve* berisi tentang perhitungan nilai RPN (Risk Priority Number) dalam analisis FMEA (Failure Mode & Effect Analysis) melalui interview terhadap member Kepala Bagian *Glazing Line* dalam menentukan nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detectability* dalam menentukan nilai RPN untuk mengetahui prioritas penyebab terjadinya *defect* pada bagian *Glazing Line*. Setelah mendapatkan prioritas penyebab terjadinya *defect*, maka peneliti dapat memberikan usulan perbaikan dalam upaya mengurangi produk *defect* dominan yang terjadi pada bagian tersebut. Berikut merupakan analisis FMEA dalam menentukan nilai RPN pada bagian *Glazing Line*: Perhitungan ulang *Level sigma* setelah perbaikan periode Januari-Mei 2024.

Tabel 3.6. DPO, DPMO, dan Level Sigma Setelah Perbaikan

Bulan	Produk Bagus	Defect	Total Produksi	CTQ	DPO	DPMO	Level sigma
Januari	77.380	1.965	79.345	5	0.005079	5078.83	4.07
Februari	100.926	1.876	102.802	5	0.003718	3717.57	4.17
Maret	89.965	1.997	91.962	5	0.004439	4439.50	4.11
April	42.808	1.184	43.992	5	0.005531	5531.67	4.04
Mei	98.643	2.982	101.625	5	0.006046	6046.04	4.00
Total	409.722	10.004	419.726				

Berikut salah satu perhitungan bulan Januari ;  
Bulan Januari

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Total Produksi} \times \text{Jumlah Peluang per Unit}}$$

$$DPO = \frac{1965}{79345 \times 5}$$

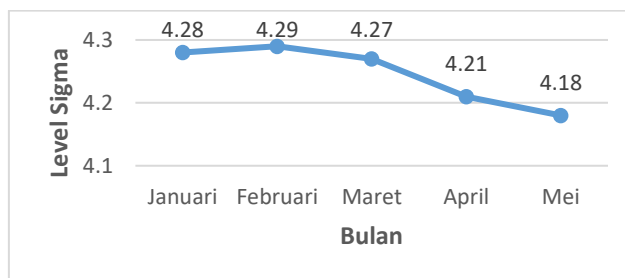
$$DPO = \frac{1965}{396725} = 0,004953$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.0000$$

$$DPMO = 0.004953 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 4953.05$$

$$\begin{aligned} \text{Level sigma} &= \text{NORMSINV}\left(1 - \frac{1.000.000 - 4953.05}{1.000.000}\right) + 1.5 \\ &= \text{NORMSINV}(0.99504695) + 1.5 \\ &= 4.28 \end{aligned}$$



Gambar 3.6. Grafik Level sigma Setelah Perbaikan

#### e. Control

Dalam tahap ini berisi tentang pengendalian yang berfokus terhadap perbaikan yang akan dilakukan dapat terus berlanjut. Perbaikan yang dilakukan adalah membuat dan menentukan *Standart Operasional Procedure* dalam melakukan pengawasan terhadap penyebab terjadinya *defect* agar produk *defect* dapat diminimalisir serta dapat meningkatkan produktivitas, peningkatan kualitas serta menghilangkan pemborosan produk *defect* pada bagian *Glazing Line*.

### 3.3. Analisa dan Pembahasan

#### a. Define

Pembahas tentang iagram SIPOC untuk bagian *Glazing Line* yang memiliki 3 *supplier* yaitu pengolahan bahan, RAW material, dan GBM. Proses produksi yang dilakukan oleh bagian *Glazing Line* yaitu dimulai dari proses press powder menjadi *green body*. Pertama adalah proses spray egobe ke permukaan *green body* yang kelur EVA, selanjutnya proses spray *Glaze* diatas *body* yang sudah di spray *Engobe*, selanjutnya proses print *Motive* diatas permukaan *Glazed body* dan terakhir proses spray *Top Glaze body* yang sudah di print kemudian masuk lory untuk di drayer kemudian melalui proses pembakaran ke bagian Roller Kiln dan setelah dibakar akan masuk kebagian *Trimming* dan kemudian akan di packing. Selanjutnya pada bagian ini *output* yang dihasilkan adalah keramik lantai 60x60 *Granite*. Tentang barang *Defect* yang terjadi pada bagian *Glazing Line*. Dalam melakukan observasi yang dilakukan didapatkan bahwa barang *Defect* yang ditemukan pada bagian ini juga terdapat dari *supplier Glazing Line* itu sendiri. Produk *Defect* yang ada pada bagian ini dapat berasal dari *supplier* dan berasal dari bagian itu sendiri. Selain itu dapat disebabkan oleh proses kerja yang ada pada bagian *Glazing Line* yaitu seperti gumpil, somplak, belah dan garis DP.

#### b. Measure

Perhitungan DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) pada bagian *Glazing Line* bertujuan untuk mengukur kinerja perusahaan dalam menghadapi persaingan industri. Langkah-langkah perhitungannya meliputi menghitung nilai DPO, DPMO, dan *level sigma*. DPO dihitung dengan rumus jumlah *Defect* dibagi total produksi dikalikan jumlah peluang per unit (CTQ). DPMO dihitung dengan mengalikan DPO dengan 1.000.000, dan *level sigma* dihitung menggunakan fungsi NORM.S.INV pada Excel.

Berdasarkan data periode Januari-Desember 2023, hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai DPO, DPMO, dan *level sigma* bervariasi setiap bulan. Contoh perhitungan pada bulan Januari adalah sebagai berikut:  $DPO = 5400 / (62384 * 5) = 0.017312$ ,  $DPMO = 0.017312 * 1.000.000 = 17312.13$ , dan  $level\ sigma = NORM.S.INV(1 - 17312.13 / 1.000.000) + 1.5 = 3.61$ . Grafik *level sigma* menunjukkan bahwa *level sigma* bulanan berkisar antara 3.44 (Juni) hingga 3.83 (Agustus), mengindikasikan variasi kualitas produksi.

Dari perhitungan dan grafik, dapat disimpulkan bahwa kualitas produksi keramik lantai 60x60 pada bagian *Glazing Line* memiliki tingkat *Sigma* yang fluktuatif, dengan puncak kinerja pada bulan Agustus (3.83) dan kinerja terendah pada bulan Juni (3.44).

#### c. Analyze

Analisis yang dilakukan menggunakan Diagram *Pareto* bertujuan untuk menentukan jenis *Defect* paling dominan pada bagian *Glazing Line* serta mengidentifikasi penyebab yang menghasilkan produk *Defect*. Berdasarkan data Januari-Desember 2023, terdapat lima jenis *Defect* utama: Gumpil, Somplak, Laminasi, Belah, dan Garis DP. Total *Defect* bulanan bervariasi, dengan contoh pada bulan Januari: *Defect* Gumpil (2.420), Somplak (1.770), Laminasi (647), Belah (340), dan Garis DP (223), dengan total 5.400 box atau 8,12% dari produksi. *Defect* tertinggi terjadi pada bulan Juni dengan total 8.538 box atau 12,83% dari produksi. Diagram *Pareto* menunjukkan bahwa *Defect* Gumpil dan Somplak merupakan jenis *Defect* yang paling dominan, menyumbang persentase kumulatif tertinggi dari total *Defect*.

Diagram *Fishbone* ini digunakan untuk mencari factor-faktor penyebab terjadinya *Defect* pada suatu proses produksi, dimana factor-faktor yang dianalisa adalah factor manusia, material, mesin, metode dan lingkungan. Dalam pembahasan ini, analisa menggunakan diagram *Fishbone* digunakan untuk mencari tahu penyebab

terjadinya *Defect* untuk masing-masing *Defect* paling dominan yang terjadi di bagian *Glazing Line*. Selain itu dalam pembahasan ini terdapat validasi penyebab *Defect* yang terjadi untuk masing-masing jenis *Defect*. Validasi ini digunakan untuk memperkuat analisa dari peneliti dalam menentukan akar penyebab masalah dari permasalahan yang terjadi. Berikut ini merupakan pembahasan diagram *Fishbone* dan validasi penyebab *Defect* dari masing-masing jenis *Defect* yang terjadi di bagian *Glazing*

#### d. Improve

Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) digunakan untuk menentukan tingkat prioritas penyebab *Defect* yang terjadi. Dari nilai Risk Priority Number (RPN) yang didapatkan dari nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detectability*, dapat dilihat bahwa penyebab yang memiliki nilai RPN tertinggi perlu segera diperbaiki untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan *Defect* tersebut

Dalam proses *glazing line*, *defect* gumpil menjadi perhatian utama. Penyebab potensial dari keramik gumpil diidentifikasi sebagai kelalaian operator dengan *severity* 8, *occurrence* 7, dan *detection* 6, yang menghasilkan RPN 336. Langkah yang direkomendasikan adalah mengadakan pelatihan rutin untuk operator menghasilkan RPN baru sebesar 96. Selain itu, kelelahan operator juga menjadi penyebab dengan RPN awal 240. Untuk mengatasinya, rotasi kerja telah ditetapkan oleh manajer SDM, menurunkan RPN menjadi 48. Kurangnya pengawasan juga berkontribusi dengan RPN awal 240, yang kemudian diatasi dengan menyusun SOP pengawasan oleh manajer kualitas, menurunkan RPN menjadi 72. Keramik somplak juga diidentifikasi dalam proses *glazing line* dengan *severity* 7. Pelatihan rutin yang dilakukan manajer produksi menurunkan RPN menjadi 84. Kelelahan operator, dengan RPN awal 140, diatasi dengan menetapkan rotasi kerja oleh manajer SDM, menurunkan RPN menjadi 42. Kurangnya pengawasan juga menyebabkan *defect* ini dengan RPN awal 175, yang kemudian diatasi dengan menyusun SOP pengawasan oleh manajer kualitas, menurunkan RPN menjadi 63. Dalam kasus laminasi, adhesi yang tidak sempurna diidentifikasi dengan *severity* 9. Penyebab utama adalah ketidakakuratan suhu dengan *occurrence* 6 dan *detection* 5, menghasilkan RPN 270. Kalibrasi mesin rutin yang dilakukan oleh manajer mesin menurunkan RPN menjadi 81. Kurangnya pengawasan juga diidentifikasi dengan RPN 225, yang kemudian diatasi dengan menyusun SOP pengawasan oleh manajer kualitas, menurunkan RPN menjadi 81.

Dari analisis FMEA, tindakan preventif seperti pelatihan rutin, rotasi kerja, kalibrasi mesin, dan penyusunan SOP pengawasan terbukti efektif dalam mengurangi angka kejadian (*occurrence*) dan meningkatkan deteksi (*detection*) dari berbagai mode kegagalan potensial. Pendekatan ini membantu dalam menurunkan nilai RPN, yang menunjukkan penurunan risiko kegagalan dalam proses produksi keramik lantai 60x60.

Grafik *Level sigma* setelah perbaikan menunjukkan tren dari bulan Januari hingga Mei, dengan *Level sigma* mengalami sedikit penurunan dari 4,28 pada bulan Januari menjadi 4,18 pada bulan Mei. Perbaikan yang dilakukan berhasil meningkatkan *Level sigma* secara keseluruhan, meskipun ada fluktuasi bulanan. Tingkat *defect* cenderung menurun, yang berarti perbaikan proses produksi telah memberikan dampak positif terhadap kualitas produk.

#### e. Control

Pada tahap ini akan membahas tentang bagaimana kontrol dari *Glazing Line* dalam rangka memastikan usulan perbaikan dilaksanakan dan berjalan dengan baik maka diperlukan SOP (*Standar Operasional Prosedur*). Didalam SOP memuat hal-hal dalam melakukan pekerjaan maupun melakukan proses produksi. Untuk saat ini Pabrik Keramik Tangerang dalam menjalankan proses produksinya menggunakan petunjuk kerja yang ada pada setiap bagian kerja dan mesin-mesin kerja.

- Pelatihan Karyawan
- Rotasi Kerja
- Formulir Pengecekan Kualitas dan Pemeliharaan Mesin
- Pengecekan dan Pemeliharaan Mesin
- Inspeksi oleh Quality Control

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah dicapai maka berikut adalah kesimpulannya.

1. Analisis data produksi menunjukkan bahwa nilai *level sigma* saat ini adalah 3,49. Tingkat *defect* produk awal yang tercatat sebesar 7,77%, atau 77.700 *defect* per satu juta peluang (DPMO). Dengan menggunakan tabel konversi DPMO ke nilai *Sigma*, diperoleh nilai *Sigma* sebesar 3,49. Data ini mengindikasikan adanya peluang signifikan untuk perbaikan dalam proses produksi guna mencapai standar kualitas yang lebih tinggi.
2. Implementasi metode *Lean Six Sigma* melalui tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) berhasil mengidentifikasi dan mengatasi beberapa faktor utama penyebab *defect* produk. Ketidakstabilan proses produksi, ketidaksesuaian bahan baku, dan kurangnya pelatihan karyawan telah diidentifikasi sebagai penyebab utama. Melalui analisis mendalam menggunakan metode 5 *Why's* dan diagram *fishbone*, solusi yang diimplementasikan meliputi penyesuaian parameter mesin, peningkatan kualitas bahan baku, dan pelatihan

ulang karyawan. Hasilnya menunjukkan bahwa tingkat *defect* produk dapat dikurangi secara signifikan dan efisiensi produksi meningkat.

3. Setelah implementasi perbaikan, tingkat *defect* produk berhasil dikurangi dari 7,77% menjadi rata-rata 4,2%, atau 42.000 DPMO. Dengan menggunakan tabel konversi DPMO ke nilai *Sigma*, nilai *Sigma* setelah perbaikan meningkat dari 3,49 menjadi 4,10. Peningkatan ini menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan berhasil mengurangi tingkat *defect* produk dan meningkatkan kualitas produk akhir, sehingga berdampak positif pada kinerja operasional dan reputasi perusahaan.

#### 4.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut dalam penelitian selanjutnya

1. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengumpulkan data yang lebih rinci mengenai jenis dan penyebab *defect* produk secara spesifik. Hal ini akan memungkinkan analisis yang lebih mendalam dan implementasi solusi yang lebih tepat sasaran.
2. Selain metode Lean Six Sigma, pertimbangkan untuk menggunakan metodologi lain yang relevan seperti Total Quality Management (TQM) atau Statistical Process Control (SPC). Pendekatan yang beragam dapat memberikan perspektif yang lebih komprehensif dalam meningkatkan kualitas produksi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, W., & Kholil, M. (2016). Analisis Penerapan Lean Production Process Untuk Mengurangi Lead Time Process Perawatan Engine (Studi Kasus Pt.GMF Aeroasia). *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 14(2).
- Alawiyah, T., Devani, V., & Amalia, N. (2021). Usulan Penerapan *Lean Six Sigma* Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Semen. *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 16(1).
- Anh, V. N. M., Anh, H. K. N., Huy, V. N., Huy, H. G., & Ly, M. (2023). Improve Productivity and Quality Using Lean Six *Sigma*: A Case Study. *International Research Journal on Advanced Science Hub*, 5(03).
- Ariani, D. W. (2005). Lokasi: *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Revisi 2008*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 299.
- Dewi Yuliana, Saryatmo, M. A., & Salomon, L. L. (2023). Penerapan *lean six sigma* untuk meningkatkan kualitas volute casing dalam mengurangi produk *defect*. *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 2(1).
- Dolcemascolo, D., (2006). Improving The Extended Value Stream : Lean for the Entire Supply Chain. *New York: Productivity Press*.
- Duc, M. L., & Thu, M. N. (2022). Application of *Lean Six Sigma* for Improve Productivity at The Mechanical Plant. A Case Study. *Manufacturing Technology*, 22(2).
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. In PT Gramedia Pustaka Utama.
- George, Michael L. 2002. *Lean Six Sigma, Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. New York :McGraw-Hill
- Herawati, H., & Mulyani, D. (2016). Pengaruh Kualitas Bahan Baku Dan Proses Produksi Terhadap Kualitas Produk Pada Ud. Tahu Rosydi Puspan Maron Probolinggo. *UNEJ E-Proceeding*.
- ILO Office in Jakarta. (2013). *Kesinambungan Daya saing dan Tanggung jawab Perusahaan (SCORE)*. Modul 2, Kualitas : peningkatan Kualitas Berkesinambungan. ILO.
- Irawati, R., & Hardiastuti, E. B. W. (2016). Perancangan Standard Operating Procedure (SOP) Proses Pembelian Bahan Baku, Proses Produksi dan Pengemasan pada Industri Jasa Boga (Studi Kasus pada PT. KSM Catering & Bakery Batam). *Jurnal Akuntansi, Ekonomi Dan Manajemen Bisnis*, 4(2).
- Joes, S., Salomon, L. L., & Daywin, F. J. (2023). Penerapan Lean Six *Sigma* Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Kualitas Produk Kemasan Food Pail Pada Perusahaan Percetakan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 10(3).
- Jones, T. (n.d.-a). *B Anish Waste And Create Wealth In Your Corporation*. The Machine That Changed the World.

- Kholil, M., Haekal, J., Suparno, A., Oktaandhini, D. S., & Widodo, T. (2021). *Lean Six Sigma* Integration to Reduce Waste in Tablet coating Production with DMAIC and VSM Approach in Production Lines of Manufacturing Companies. *International Journal Of Scientific Advances*, 2(5).
- Lestari, R. C., Handayani, K. F., Firmansah, G. G., & Fauzi, M. (2022). Upaya Meminimalisasi *Defect* Produk Dengan Implementasi Metode *Lean Six Sigmas*. *Jurnal Bayesian : Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometrika*, 2(1).
- Ly, M., & Kieu Viet, Q. N. (2022). Improvement Productivity and Quality by Using *Lean Six Sigma*: A Case Study in Mechanical Manufacturing. *International Research Journal on Advanced Science Hub*, 4(11).
- Pande, P. S., Neuman, R. P. & Cavanagh, R. R., 2000. *The Six Sigma Way*. New York: McGraw Hill.
- Ridho, D. A., & Suseno, S. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode *Lean Six Sigma* Pada PT. Djohartex. *Jurnal Inovasi Dan Kreativitas (JIKa)*, 2(2).
- Romadhani, F., Mahbubah, N., & Kurniawan, M. D. (2021). Implementasi metode *lean six sigma* guna mengeliminasi *defect* pada proses produksi purified gypsum di pt. Aaa. *Radial : Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 9(2), 89–103.
- Sanny, A. F., Mustafid, M., & Hoyyi, A. (2015). Implementasi metode *lean six sigma* sebagai upaya meminimalisasi *defect* produk kemasan cup air mineral 240 ml (studi kasus perusahaan air minum). *Jurnal Gaussian Universitas Diponegoro*, 4(2).
- Suparno, Hamim, Moh. I., & Prasetiawan, H. (2016). Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Bogie Barber S2hd9c Menggunakan Metode *Lean Six Sigma* Di Pt Barata Indonesia (Persero) Gresik. *Journal of Research and Technology*, 2(2).
- Syafrimaini, & Husin, A. E. (2021). Implementation of *Lean Six Sigma* method in high- rise residential building projects. *Civil Engineering and Architecture*, 9(4).
- Wicaksono, P. A., Sari, D. P., Handayani, N. U., & Prastawa, H. (2017). Peningkatan Pengendalian Kualitas Melalui Metode *Lean Six Sigma*. *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 12(3).
- Yanti, N., Herwanto, D., & Febriyanti, D. (2023). Analisis Penerapan *Lean Six Sigma* DMAIC pada Pengendalian Kualitas Produk *Defect* Part X di PT. XYZ. *Jurnal Serambi Engineering*, VIII(1).