



Analisa Pengendalian Kualitas Produk Cacat pada T – Valve Menggunakan Metode *Lean Six Sigma* (DMAIC)

Widya A. Krisnanda[✉], Farida Pulansari

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294

e-mail: widyaamelia85@gmail.com[✉], farida.ti@upnjatim.ac.id[✉]

ABSTRAK

Permasalahan pemborosan defect termasuk dalam The Seven Waste dapat diatasi salah satunya dengan pengendalian kualitas melalui teknik Lean Six Sigma yang mampu dipraktikkan pada PT. Stechoq Robotika Indonesia yaitu sebuah perusahaan R&D (Research and Development) dalam aktivitasnya memproduksi produk T – Valve untuk industri alat kesehatan sebagai pelengkap bundling kantong nafas Genose dan ditemukannya kecacatan terhadap produk jadi. Penelitian ini bertujuan untuk pengukuran tingkat kecacatan, penyebab kecacatan, dan rekomendasi untuk pengendalian kualitas. Dengan pengukuran nilai sigma, analisa diagram fishbone dan 5W+1H untuk menganalisa faktor penyebab dan memberikan rekomendasi yang diberikan. Hasil penelitian ini menunjukkan level sigma dengan rata - rata 4,9 dengan nilai DPMO rata – rata sebesar 264. Terdapat 3 (tiga) jenis cacat yang paling dominan yaitu jenis defect flashing, bubbles, dan short shot dengan persentase cacat defect flashing 12%, Defect Bubbles 12%, dan Short Shot 11%. Perusahaan dinilai sudah cukup baik dalam penindakan kecacatan yang didasarkan pada perhitungan bahwa tingkat nilai sigma yang mendekati 6. Namun perusahaan juga masih perlu untuk mengendalikan kualitas guna mencapai zero defect. Usulan perbaikan yang dapat diterapkan pada perusahaan yaitu dengan melakukan centerlining beserta penanda informasi pada setiap tombol dan memberi sensor pada mesin. Hal tersebut juga dilakukan dengan memaksimalkan pengawasan terhadap operator, SOP, dan kebersihan terhadap komponen dan mesin.

Kata Kunci: DMAIC, Manufaktur Ramping, Pengendalian Kualitas, Six Sigma.

Product Quality Control Analysis of Defects on T – Valve Using the Lean Six Sigma Method (DMAIC)

ABSTRACT

The problem of waste defect included in the Seven Waste can be overcome with quality control through Lean Six Sigma methods that can be applied to PT. Stechoq Robotics Indonesia is an R&D (Research and Development) company in its activities to produce T – Valve products for the medical device industry as a complement to the bundling of Genose breathing bags and the discovery of defects in the products. This study intends to quantify the size of the level of defects, defect causes, and recommendations for quality control. With sigma value measurement, fishbone diagram analysis, and 5W+1H to analyze the causal factors and provide recommendations. The results showed the average sigma level is 4.9 with an average value of 264 DPMO. There are 3 (three) types of defects that are the most dominant type of defect which are the type of defect flashing, bubbles, and short shot with percentage defect flashing 12%, Defect Bubbles 12%, and Short Shot 11%. The company is considered good enough in dealing with defects based on the calculation that the sigma value is close to 6. However, the company still needs to control quality in order to achieve zero defects. Proposed improvements that can be applied to the company are centerlining along with information markers on each button and placing sensors on the machine. This is also done by maximizing supervision of operators, SOPs, and cleanliness of components and machines.

Keywords: DMAIC, Lean Manufacturing, Six Sigma, Quality Control.



I. PENDAHULUAN

Setiap industri manufaktur dituntut untuk mampu mengikuti kemajuan industri. Saat ini sudah banyak industri manufaktur yang berupaya mengimplementasikan konsep integrasi dari *lean* untuk tercapainya *zero waste*. Diketahui bahwa tujuan suatu perusahaan merupakan menciptakan produk bernilai dengan profitabilitas yang maksimal (Setiawan, dkk., 2020). Dalam menggapai hal tersebut, maka industri perlu memiliki kualitas produk yang tinggi kepada konsumen di kala ini yang bertambah kritis dalam pemilihan suatu produk. Kualitas merupakan totalitas kataestik serta ciri produk ataupun jasa yang kemampuannya bisa memuaskan kebutuhan (Al-Faritsy & Wahyunoto, 2022).

PT. Stechoq Robotika Indonesia merupakan perusahaan R&D (*Research and Development*) yang berfokus dalam mengembangkan inovasi produk teknologi robotika dan industrial LoT 4.0. Pada 1 Juli hingga 24 Juli 2022, PT. Stechoq Robotika Indonesia memproduksi produk *T – Valve* yang dipesan oleh salah satu *customer* yang bergerak di bidang industri Kesehatan. *T – Valve* merupakan alat pelengkap *bundling* kantong nafas *Genose*. Namun, selama pelaksanaannya terdapat beberapa kendala pada produk *T – Valve* dimana terdapat beberapa jenis cacat pada produk. Jenis cacat yang teridentifikasi pada produksi *T-Valve* tersebut ialah cacat *flashing, weld line, burn mark, ejector mark, short shot, silver streak, bubbles, flow mark, sink mark, black spot, bending, dan gloss mark* yang disebabkan oleh faktor manusia, metode, mesin, material, dan *tools*. Dengan belum tercapainya *zero defects* tersebut perusahaan perlu memperhatikan penyebab kecacatan tersebut dalam proses pembuatan prosuk.

Sebagai respon dalam perkembangan penerapan konsep *lean* dan pengendalian kualitas terhadap permasalahan tersebut maka *lean Six Sigma* dipilih untuk melakukan perbaikan dan mengurangi pemborosan *defect*. *Lean Six Sigma* ditunjukan untuk penindakan terhadap kualitas dan kinerja serta mampu memecahkan permasalahan yang kompleks. *Lean six sigma* menguatkan untuk mengaplikasikan alat yang tepat dengan metode yang akurat untuk memajukan proses bisnis (Small, 2021). *Lean six sigma* lebih ditunjukan sebagai upaya perbaikan proses dengan memanfaatkan data dan informasi yang ada kemudian melakukan pengolahan dan dilakukan analisa yang dapat dilakukan dengan konsep DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), setelah itu diperoleh kondisi aktual pada sistem kerja, sehingga berhasil merekognisi permasalahan yang terjadi dengan mengetahui penyebab permasalahan, serta lekas dilakukan tindakan untuk sebuah perbaikan (Suseno & Ashari, 2022).

Dalam upaya mencapai kualitas yang baik maka sangat perlu bagi perusahaan untuk melakukan pengendalian kualitas yang tepat. Hal tersebut dapat terwujud salah satunya dengan cara mengimplementasikan metode *lean six sigma* melalui konsep DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) supaya perusahaan dapat mengeliminasi dan mencegah adanya peluang kecacatan akibat dari adanya penyimpangan yang hendak memunculkan kerugian besar dalam hal kualitas dan kuantitas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kualitas

Produk yang berkualitas ialah produk yang serasi dengan yang diharapkan oleh pengguna (Nursasongko dkk., 2022). Kualitas diharapkan sanggup merealisasikan sebagai indeks kesuksesan dari rekayasa agar mempengaruhi pengurangan variasi produk dan juga akan memberikan pertumbuhan penjualan. Kualitas yang dipertahankan sebagai tujuan adalah penghindaran kecelakaan (*zero accident*), peniadaan kecacatan (*zero defect*) dan peniadaan keluhan (*zero compliant*) (Walujo dkk., 2020). Kualitas ialah satu resep utama pada suatu industri dikatakan cakap untuk *survive* membentengi pasar, berdasarkan kualitas yang terjamin dapat mencitrakan suatu pengakuan tertentu di mata pelanggan (Wijaya dkk., 2021). Perusahaan yang dapat mewujudkan barang dan jasa berkualitas tinggi sesuai

dengan kebutuhan pelanggan dan bersaing di pasar harus memiliki *Quality Control* secara baik terhadap produknya (Saputra & Renilaili, 2019).

B. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah suatu aksi terencana untuk meraih, menjaga, hingga meningkatkan kualitas produk sehingga melengkapi standar yang telah ditetapkan dengan tujuan utama untuk kepuasan konsumen (Harahap dkk., 2018). Pandangan utama pengendalian kualitas produk yaitu menemukan upaya terbaik untuk mencapai kualitas yang targetkan pada setiap langkah industri (Nugraha dkk., 2022). Faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas diantaranya adalah kapasitas proses, spesifikasi yang berlaku, tingkat standar, dan biaya kualitas (Juwito & Al-Faritsy, 2022). Dengan terus dilakukannya pengendalian kualitas (*quality control*) maka produk cacat akan terhindari (*defect prevention*). Hal ini dapat tentunya berdampak pada pemborosan baik material atau tenaga kerja yang sedikit serta akan menghasilkan berupa peningkatan produktivitas (Rinjani dkk., 2021).

C. Konsep Lean

Lean ialah suatu kegiatan berkelanjutan yang bermaksud untuk menghilangkan pemborosan dan meningkatkan nilai tambah produk. *Lean* didefinisikan selaku pendekatan sistematis dalam mengeliminasi pemborosan (*waste*) atau segala sesuatu yang tidak mengandung nilai tambah (*Non – Value Added*) melalui sasaran utama *lean* untuk secara terus - menerus menaikkan *customer value* melalui *continuous improvement* pada rasio antara nilai tambah kepada *waste* (*the value-to-waste ratio*) (Ridwan dkk., 2020). Terdapat 7 jenis pemborosan/*lean* yang dapat diketahui yaitu produksi yang berlebih (*Over Production*), aktivitas menunggu dan menganggur (*Waiting*), kegiatan yang berlebihan pada proses pemindahan (*transporting*), Pemborosan pada tahap proses (*Processing*), pemborosan persediaan yang terlalu banyak dan menumpuk (*Inventory*), gerakan pekerja yang tidak memiliki nilai tambah (*motion*), kecacatan pada produk (*Defects*) (Adetia & Linda, 2021).

D. Lean Six Sigma

Lean Six Sigma merupakan perpaduan dari teori *Lean* dan *Six Sigma*. *Lean Six Sigma* membangun persepsi peningkatan kuat yang menggunakan alat berbasis data untuk mengatasi persoalan, mengoreksi proses, dan meredam biaya. Konsep *Lean* dapat diartikan sebagai suatu metode yang sistematis untuk memahami dan menghapuskan *non – value added* melalui peningkatan secara terus menerus. Di sisi lain, *six sigma* ialah metode yang dengan beberapa konsep untuk memperbaiki proses bisnis dengan tujuan mengeliminasi proses dengan kualitas yang baik. Dalam *six sigma* memiliki elemen penting yaitu memproduksi 3,4 cacat untuk per satu juta kesempatan atau 3,4 DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) melalui perkembangan proses dalam mencapai tingkat kinerja 6 *sigma* (Rahmatillah dkk., 2019). Metode *Lean* menawarkan keuntungan berupa proses yang lebih kencang, efisien, dan kepuasan, sedangkan *Six Sigma* menawarkan berupa berkurangnya cacat produk, meningkatnya pendapatan dan kepuasan konsumen. Dengan demikian, *Lean Six Sigma* sanggup membentuk suatu produk serta jasa yang lebih cepat dan efektif baik dari segi biaya maupun kualitas (Abdul Mail dkk., 2019).

E. DMAIC

DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) merupakan langkah dalam tata cara *Six Sigma* untuk menekan alterasi proses dalam penghilangan penyimpangan yang ada dengan metode perbaikan secara terus – menerus (*continuous improvement*). Metodologi DMAIC ialah sebuah pengembangan dari PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) yang termasuk dalam metodologi *Total Quality Management* (TQM) yang terkenal dari para ahli mutu deming. Tata cara DMAIC ini dikendalikan untuk menggapai *sigma level* secara efektif (Nindiani dkk., 2019). Tahapan konsep DMAIC yakni sebagai berikut:

1. *Define*, merupakan tahap awal dimana di tentukan proporsi *defect* yang menjadi pemicu yang terlihat signifikan terhadap adanya keabnormalan yang merupakan akar



penyimpangan produksi dengan cara yang disajikan sebagai berikut (Wibowo & Al-Faritsy, 2022):

- a. Mengenali permasalahan (identifikasi) sebuah standar kualitas terhadap *finished product* yang telah ditentukan oleh perusahaan.
- b. *Problem statement* adalah gambaran pendek permasalahan yang perlu dibenahi.
- c. Upaya meningkatkan kualitas *Lean Six Sigma* yang ditetapkan hendak fokus pada upaya meningkatkan kualitas mengarah kepada *zero defect*.

Dalam tahap ini terdapat diagram SIPOC (*supplier, Input, Process, Output, Customer*) sebagai identifikasi proses bisnis dari awal dengan *supplier* hingga akhir sampai ke tangan *customer* sehingga membantu dalam mengidentifikasi elemen perbaikan yang akan di analisis. Selain itu terdapat histogram untuk menampilkan frekuensi *defect* yang terjadi.

2. *Measure*, merupakan tahapan yang menjembatani ke langkah berikutnya yaitu langkah analisa. Langkah *measure* mempunyai dua sasaran utama yaitu (Jaya dkk., 2020):

- a. Mendapatkan informasi berupa data untuk melakukan pengukuran dan memvalidasi permasalahan serta peluang.
- b. Mengolah fakta dari informasi dan angka dari data yang dimiliki.

Dalam tahap ini dilakukan perhitungan metode *lean six sigma* yaitu perhitungan DPU, TOP, DPO, DPMO untuk mendapatkan nilai sigma (Hardianti dkk., 2019)

3. *Analyze*, bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai penyebab dari inti permasalahan yang terpilih dari hasil yang didapatkan pada tahap pengukuran. Pada tahap ini, penyebab kerusakan ditentukan dengan menggunakan diagram Pareto dan *Fishbone*. (Ramadan dkk., 2022).

4. *Improve*, merupakan sebuah usulan perbaikan yang akan mengurangi cacat produk dengan mengharapkan mencapai *Zero Fault*. *Improve* termasuk langkah utama untuk mencari opsi dan kebijakan dalam pemecahan masalah pada proses yang muncul dan berdampak pada adanya kecacatan produksi yang berperan sebagai penyembuh terhadap permasalahan kerusakan. Hal ini dapat dilakukan dengan membangun dengan alat 5W+1H yang merupakan merupakan *action plan* terhadap faktor – faktor penyebab seperti manusia, mesin, metode, dan material (Iqbalian & Radyanto, 2022).

5. *Control*, merupakan fase akhir untuk meningkatkan kualitas produk. Tujuan fase ini untuk memastikan bahwa terus dilakukannya evaluasi dan *control* hasil pelaksanaan fase sebelumnya agar kesalahan tidak terulang. Perusahaan juga sebaiknya melakukan analisa terhadap kualitas secara rutin melalui pendekatan DMAIC (Wahyu dkk., 2022).

III. METODE PENELITIAN

Data penelitian dikumpulkan dengan dilakukannya pengamatan dan wawancara. Kemudian data dan informasi yang dikumpulkan tersebut diukur melalui metode *lean six sigma* dengan konsep DMAIC (*Define, Measure, Analysis, Improve And Control*). Dengan *lean six sigma*, perusahaan dapat memperoleh proses cepat pada *lean* dan kualitas yang dimiliki oleh *six sigma*. Analisis melalui diagram fishbone dan 5W+1H. Langkah – langkah akan dijelaskan sebagai berikut:

A. Identifikasi Variabel

Variabel terikat pada studi ini ialah jumlah produksi produk *T – Valve* beserta jumlah cacat *flashing, Wield line, Bum Mark, Ejector Mark, Short Shot, Silver Streak, Bubbles, Flow Mark, Sink Mark, Black Spot, Bending, dan Gloss Mark*.

B. Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk penelitian ialah data hasil produksi produk *T – Valve* dan data *defect* produksi *T – Valve*.

C. Define

Pada tahap pertama yaitu dengan identifikasi permasalahan, dilakukannya identifikasi permasalahan dengan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, dan Customer*)

untuk mengetahui keseluruhan proses dan menggunakan diagram histogram untuk mendapatkan frekuensi kecacatan.

D. Measure

Pada tahap kedua yaitu pengukuran dilakukan untuk pengukuran terhadap kecacatan serta tingkat perusahaan dalam mengatasi kecacatan yang dilakukan perhitungan DPU, TOP, DPO, DPMO, dan nilai *Sigma* sebagai berikut:

1. Perhitungan Nilai *Defect/Unit* (DPU)

$$DPU = (\text{Total Defect})/(\text{Total Produksi}) \quad (1)$$

2. Menentukan Total Opportunities (TOP)

$$TOP = \text{Total Produk} \times \text{Opportunities} \quad (2)$$

3. Perhitungan Nilai *Defect/Opportunities* (DPO)

$$DPO = (\text{Total Produk Cacat (D)})/TOP \quad (3)$$

4. Perhitungan *Defect/Million Opportunities* (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (4)$$

5. Perhitungan Tingkat *Sigma*

$$Sigma = \text{Normsinv} (1 - DPMO/1.000.000) + 1,5 \quad (5)$$

E. Analyze

Pada tahap ketiga yaitu analisa permasalahan dilakukannya analisa diagram pareto untuk mengetahui cacat yang dominan agar diprioritaskan untuk perbaikan dan analisa diagram *fishbone* untuk mengetahui faktor penyebab kecacatan.

F. Improve

Pada tahap keempat yaitu pengujian dan upaya eliminasi akar masalah dilakukan dengan analisis 5W + 1H untuk mendapatkan pemahaman terhadap permasalahan yang terjadi, waktu terjadi, dimana, mengapa, penanggung jawab, dan upaya perbaikan.

G. Control

Pada tahap Tindakan *control* yang merupakan Tindakan perbaikan kualitas produk melalui perbaikan terhadap faktor penyebab dari cacat produk *T – Valve* melalui sebuah usulan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data – data yang dibutuhkan dan akan diolah pada penelitian ini merupakan data total beserta jenis *defect* yang dihasilkan untuk produk *T-Valve* yang di produksi pada 1 Juli – 24 Juli 2022. Dalam perhitungan menggunakan metode *Lean Six Sigma* sampai dengan rekomendasi perbaikan dengan hasil sebagai berikut:

A. Define

Tahapan awal dengan dilakukan identifikasi jenis – jenis kecacatan yang akan di analisis. Data yang didapat ialah data kecacatan produk *T – Valve* dengan total *defect* sebanyak 2.942 unit dari total produk sebanyak 116.206 unit sebagai berikut:

Tabel 1
Data Kecacatan Produk *T – Valve*

Tanggal	Total Produk (unit)	Defect (unit)	Jenis Defect											
			Flashing	Weld Line	Burr Mark	Ejector Mark	Short Shot	Silver Streak	Bubbles	Flow Mark	Sink Mark	Black Spot	Bending	Gloss Mark
01/07/2022	3581	109	14	0	15	7	17	5	9	10	15	0	14	3
02/07/2022	3693	115	10	0	16	8	21	5	19	12	10	4	9	1

Tanggal	Total Produk (unit)	Defect (unit)	Jenis Defect											
			Flashing	Weld Line	Burn Mark	Ejector Mark	Short Shot	Silver Streak	Bubbles	Flow Mark	Sink Mark	Black Spot	Bending	Gloss Mark
03/07/2022	3680	91	11	0	3	0	27	8	12	9	6	6	4	5
04/07/2022	3393	73	11	0	7	0	11	16	9	0	1	8	8	2
05/07/2022	3564	91	12	0	0	8	10	7	16	1	8	2	19	8
06/07/2022	3500	62	0	0	0	2	9	8	12	4	7	5	9	6
07/07/2022	3569	64	5	0	0	0	2	16	8	9	0	1	12	11
08/07/2022	3769	68	6	0	0	0	0	15	12	14	5	0	9	7
09/07/2022	3692	64	9	3	3	0	7	2	10	7	5	7	1	10
10/07/2022	3769	85	6	14	7	0	1	11	14	2	6	3	6	15
11/07/2022	3698	117	10	10	16	7	8	17	25	8	3	5	0	8
12/07/2022	3893	87	7	10	18	4	10	3	13	4	8	1	0	9
13/07/2022	3893	87	4	12	9	3	5	11	7	18	7	8	0	3
14/07/2022	3925	94	6	13	10	3	20	7	11	7	2	9	0	6
15/07/2022	3893	116	18	5	5	10	16	13	16	0	7	5	7	14
16/07/2022	3308	125	14	10	3	10	23	10	13	0	17	8	5	12
17/07/2022	3658	93	9	10	3	14	15	8	17	0	3	6	2	6
18/07/2022	3792	99	10	0	7	4	17	17	12	0	0	11	11	10
19/07/2022	3858	126	13	8	10	13	10	10	15	1	4	8	18	16
20/07/2022	3993	126	14	5	9	14	7	13	17	15	9	10	8	5
21/07/2022	3769	126	11	7	9	6	19	21	19	9	8	11	0	6
22/07/2022	3960	86	18	2	4	12	5	3	15	5	0	13	0	9
23/07/2022	3568	81	15	17	5	9	13	0	1	5	4	7	2	3
24/07/2022	3993	89	19	13	9	4	8	7	5	14	3	1	0	6
Jumlah	116206	2942	367	184	210	197	329	279	339	184	207	203	228	215

Sumber: Data Internal PT. Stechoq Robotika Indonesia, 2022

Berdasarkan data kecacatan produk *T – Valve* diatas maka diketahui terdapat 12 jenis *defect* dengan identifikasi kecacatan sebagai berikut:

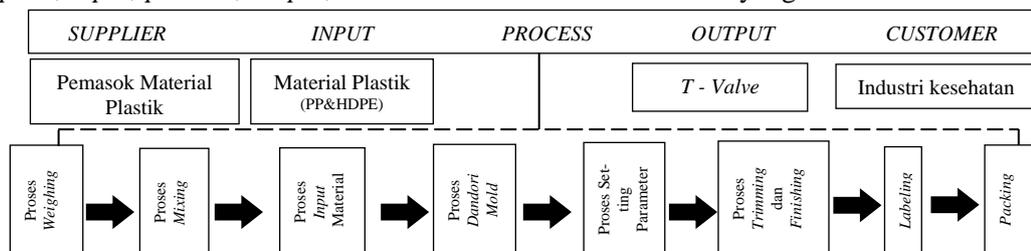
Tabel 2
Identifikasi Jenis Defect

No	Jenis Defect	Identifikasi
1	Flashing	Material berlebih yang ikut membeku di pinggir – pinggir
2	Weld line	Hasil produk injeksi terdapat bekas tergores akibat pertemuan dua atau lebih aliran lelehan material dan membentuk sebuah garis
3	Burn Mark	Permukaan hasil injeksi terlihat gosong seperti bekas terbakar
4	Ejector Mark	Hasil injeksi terlihat bekas dari <i>ejector</i>
5	Short Shot	Hasil injeksi tidak terisi dengan sempurna, atau ada sebagian yang tidak tercetak
6	Silver Streak	Permukaan hasil injeksi terdapat semburan warna perak terlihat seperti garis -garis halus yang banyak pada permukaan hasil injeksi
7	Bubbles	Hasil injeksi terlihat ada gelembung udara yang terperangkap
8	Flow Mark	Hasil injeksi terlihat bergelombang
9	Sink mark	Permukaan produk hasil injeksi terlihat ada cekungan dan tidak rata/dekok
10	Black Spot	Permukaan produk hasil injeksi terlihat bitnik hitam atau titik hitam
11	Bending	Hasil injeksi berubah bentuk (cembung atau cekung) sesudah didinginkan
12	Gloss Mark	Permukaan hasil injeksi terlihat mengkilap

Sumber: Data Internal PT. Stechoq Robotika Indonesia, 2022

1. SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)

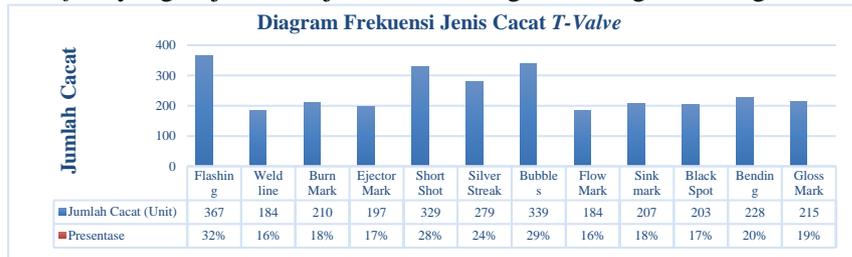
Identifikasi dengan diagram SIPOC yang menggambarkan informasi mengenai *supplier, input, process, output, customer* untuk rencana tindakan yang harus dilakukan.



Gambar 2. Diagram SIPOC proses produksi *T-Valve*
Sumber: PT. Stechoq Robotika Indonesia (2022)

2. Histogram

Frekuensi *defect* yang terjadi ditunjukkan oleh diagram histogram sebagai berikut:



Gambar 3. Histogram Frekuensi Jenis Cacat T-Valve
Sumber : Data Primer Diolah (2022)

Berdasarkan Gambar 3. diatas yang menunjukkan hasil frekuensi produk cacat dengan presentase produksi dari masing – masing *defect* produk *T-Valve*. Memiliki persentase rata – rata pada jenis *flashing* 32%, *Wield line* 16%, *Bum Mark* 18%, *Ejector Mark* 17%, *Short Shot* 28%, *Silver Streak* 24%, *Bubbles* 29%, *Flow Mark* 16%, *Sink Mark* 18%, *Black Spot* 17%, *Bending* 20%, dan *Gloss Mark* 19%.

B. Measure

Measure merupakan tahap melakukan perhitungan dan pengukuran kecacatan objek penelitian yaitu produk *T – Valve*. Proses perhitungan tahap *measure* menggunakan metode *lean six sigma* melalui perhitungan DPMO (*Defect Per Million Opportunities*), kemudian dikonversikan dengan tabel *Six Sigma* untuk mengetahui tingkatan nilai sigma. Terdapat DPMO yang perlu diketahui adalah unit (U) yang menunjukkan jumlah suatu produk. *Defect* (D) yaitu jumlah produk cacat yang terjadi. *Opportunity* (OP) merupakan karakteristik yang berpotensi terhadap cacat (Al-Faritsy & Wahyunoto, 2022).

1. Perhitungan Nilai *Defect/Unit* (DPU)

Tabel 3
Hasil Perhitungan *Defect/Unit T – Valve*

No	Jenis Cacat	Jumlah (unit)	Jumlah Produk (unit)	DPU
1	<i>Flashing</i>	367	116206	0,003158
2	<i>Weld line</i>	184		0,001583
3	<i>Burn Mark</i>	210		0,001807
4	<i>Ejector Mark</i>	197		0,001695
5	<i>Short Shot</i>	329		0,002831
6	<i>Silver Streak</i>	279		0,002401
7	<i>Bubbles</i>	339		0,002917
8	<i>Flow Mark</i>	184		0,001583
9	<i>Sink mark</i>	207		0,001781
10	<i>Black Spot</i>	203		0,001747
11	<i>Bending</i>	228		0,001962
12	<i>Glass Mark</i>	215		0,001850
Total		2942		

Sumber : Data Primer Diolah (2022)

2. Menentukan *Total Opportunitiest* (TOP)

Opportunitiest ialah peluang proses yang dapat mengakibatkan cacat (Rinjani dkk., 2021). Berdasarkan proses produksi *T – Valve* terdapat 8 langkah proses produksi, diantaranya ialah proses *weighing*, proses *mixing*, proses *input material*, proses *dandori mold*, proses *setting* parameter produk, proses *trimming* dan *finishing, labeling, dan packing*. Sehingga perhitungan TOP sebagai berikut:

$$TOP = 116206 \times 8 = 929648$$

3. Perhitungan Nilai *Defect/Opportunitiest* (DPO), Nilai *Defect/Million Opportunitiest* (DPMO), dan Tingkat *Sigma*

Tabel 4
Hasil Perhitungan *Defect/Opportunitiest T – Valve*

No	Jenis Cacat	Jumlah (unit)	Jumlah Produk (unit)	DPO	DPMO	Tingkat Sigma
1	<i>Flashing</i>	367	116206	0,000395	395	4,856434
2	<i>Weld line</i>	184		0,000198	198	5,042836
3	<i>Burn Mark</i>	210		0,000226	226	5,007826

No	Jenis Cacat	Jumlah (unit)	DPO	DPMO	Tingkat Sigma
4	Ejector Mark	197	0,000212	212	5,024791
5	Short Shot	329	0,000354	354	4,886542
6	Silver Streak	279	0,000300	300	4,931512
7	Bubbles	339	0,000365	365	4,878317
8	Flow Mark	184	0,000198	198	5,042836
9	Sink mark	207	0,000223	223	5,011653
10	Black Spot	203	0,000218	218	5,016835
11	Bending	228	0,000245	245	4,985887
12	Glass Mark	215	0,000231	231	5,001561
	Total	2942			

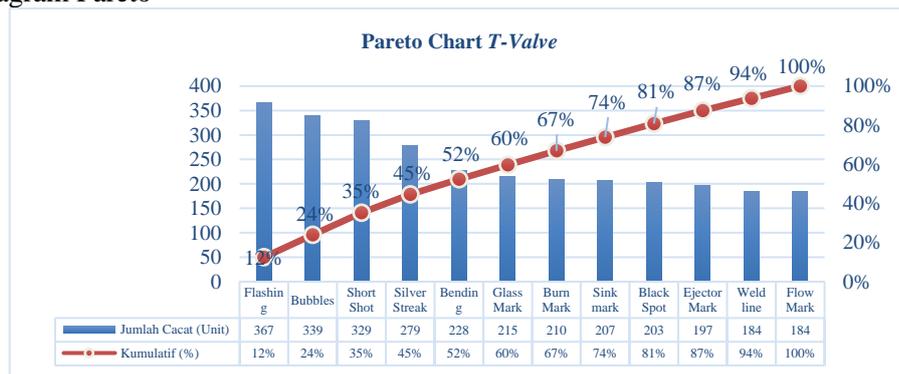
Sumber : Data Primer Diolah (2022)

Berdasarkan perhitungan DPO, DPMO, dan hasil konversi terhadap nilai *sigma* di atas diketahui bahwa perusahaan ternilai cukup baik terhadap penindakan tingkatan kecacatan namun belum mencapai 6 *sigma*. Akan tetapi dapat terlihat dalam Tabel 4. bahwa pada produk *T – Valve* terdapat kecacatan yang masih terjadi. Maka perlu adanya tindakan perbaikan serta pengendalian kualitas yang segera dilakukan agar *zero defect* pada perusahaan dapat terjadi.

C. Analyze

Berdasarkan hasil diskusi melalui operator produksi terkait uraian informasi produksi dan data perhitungan DPMO diatas yang menunjukkan kecacatan produk masih terjadi, sehingga perlu dilakukan langkah analisis. Tahap Analisis dalam metode *lean six sigma* menggunakan diagram pareto dan *fishbone* yang ditampilkan sebagai berikut:

1. Diagram Pareto

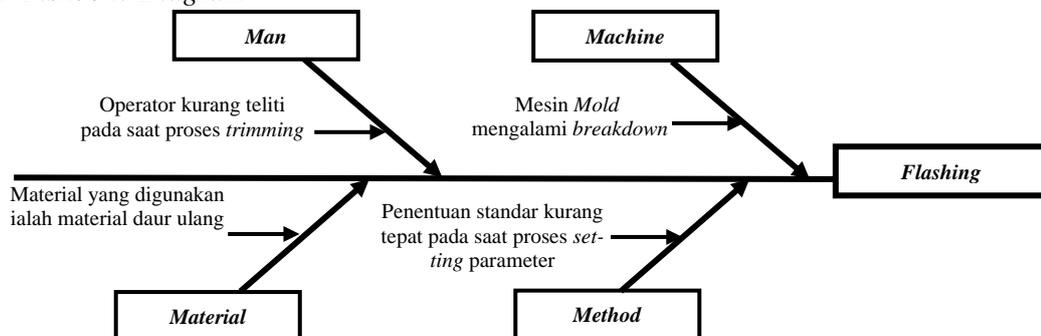


Gambar 4. Diagram Pareto Kecacatan T – Valve

Sumber : Data Primer Diolah (2022)

Berdasarkan diagram pareto diatas, terlihat bahwa terdapat 3 jenis *defect* berdasarkan nilai cacat paling tinggi (dominan). Yaitu jenis *defect flashing* dengan persentase cacat 12%, *Defect Bubbles* 12%, dan *Short Shot* 11%. Maka berdasarkan diagram pareto pada Gambar 4. 3 jenis cacat paling dominan tersebut akan diprioritaskan dalam langkah perbaikan. Selanjutnya dilakukan analisis diagram *fishbone* untuk analisis sebab akibat dari kemungkinan terjadinya *defect* pada tiga jenis cacat prioritas tersebut.

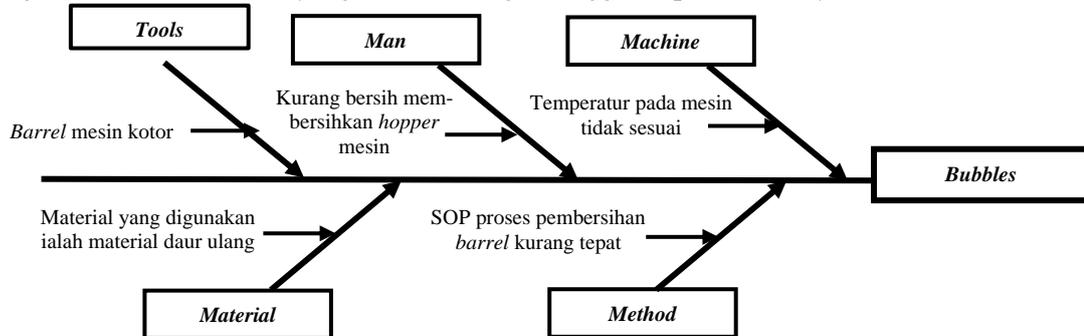
2. Fishbone Diagram



Gambar 5. Fishbone diagram untuk defect flashing

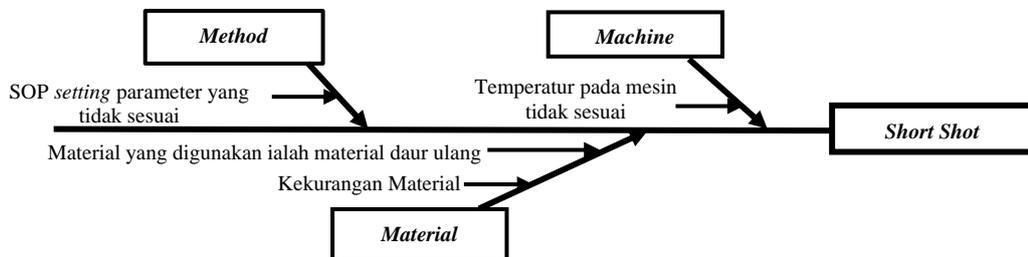
Sumber : Data Primer Diolah (2022)

Jenis cacat *flashing* disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor penyebab digambarkan pada diagram sebab akibat Gambar. 5. Cacat *flashing* dianalisis dari faktor manusia (*man*) disebabkan oleh operator yang kurang teliti pada saat proses *trimming* atau pemotongan bahan. Kemudian pada faktor mesin (*machine*) terjadi karena mesin *mold* mengalami *breakdown* sehingga menyebabkan *defect*. Selanjutnya dari faktor metode (*method*) terjadi karena penentuan standar kurang tepat sehingga menyebabkan proses *setting* parameter yang tidak sesuai. Faktor penyebab material terjadi karena pemakaian material yang digunakan ialah material yang di daur ulang sehingga berpotensi menyebabkan cacat.



Gambar 6. Fishbone diagram untuk defect bubbles
 Sumber : Data Primer Diolah (2022)

Jenis cacat *bubbles* disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor penyebab digambarkan pada diagram sebab akibat Gambar. 6. Cacat *bubbles* dianalisis dari faktor peralatan (*tools*) disebabkan oleh *barrel* mesin yang kotor. Selanjutnya pada faktor manusia (*man*) disebabkan oleh operator yang kurang bersih saat membersihkan *hopper* mesin. Kemudian pada faktor mesin (*machine*) terjadi karena temperature mesin yang tidak sesuai atau mesin yang *overheat*. Kemudian dari faktor metode (*method*) terjadi karena SOP untuk proses pembersihan *barrel* kurang tepat sehingga kembali dilakukan pencucian *barrel* mesin injeksi. Faktor penyebab material terjadi karena pemakaian material yang digunakan ialah material yang di daur ulang sehingga berpotensi menyebabkan cacat.



Gambar 7. Fishbone diagram untuk defect Short Shot
 Sumber : Data Primer Diolah (2022)

Jenis cacat *short Shot* disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor penyebab digambarkan pada diagram sebab akibat Gambar. 7. Cacat *short Shot* dianalisis dari faktor mesin (*machine*) terjadi karena temperature mesin yang tidak sesuai atau mesin yang *overheat*. Kemudian dari faktor metode (*method*) terjadi karena SOP untuk *setting* parameter yang tidak sesuai sehingga perlu dilakukan *setting* ulang parameter injeksi produk yang tidak efisien. Faktor penyebab material terjadi karena pemakaian material yang digunakan ialah material yang di daur ulang sehingga berpotensi menyebabkan cacat dan juga terjadinya kekurangan material.

D. Improve

Pada tahap perbaikan dilakukan analisis perbaikan dengan menggunakan 5W + 1H, yang ditunjukkan pada Tabel 5. sebagai berikut:

Tabel 5
5W + 1H Dari Kecacatan T – Valve

Waktu Terjadi (When)	Defect Terjadi (What)	Terjadinya Defect (Where)	Penyebab (Why)		Penanggung Jawab (Who)	Perbaikan (How)
			Faktor Penyebab	Penyebab		
Saat proses produksi dan finishing berlangsung	Flash-ing	Lantai produksi	Manusia	Operator kurang teliti pada saat proses <i>trimming</i>	Operator bagian proses <i>trimming</i> dan QA	Sebaiknya operator memastikan proses <i>trimming</i> sesuai dan adanya pengawasan. Selain itu, adanya pelatihan, pembagian kerja yang sesuai, dan adanya <i>centerlining</i> serta penanda informasi pada setiap tombol
			Metode	Kurang tepat pada saat proses <i>setting</i> parameter	QA	Sebaiknya pihak QA membuat standar <i>setting</i> parameter yang tepat
			Mesin	Mesin <i>Mold</i> mengalami <i>breakdown</i>	Setter dan Manajemen	Sebaiknya pihak <i>setter</i> memastikan bahwa <i>line clearance</i> dan mesin yang digunakan sudah sesuai standar serta dengan pengecekan berkala. Sebaiknya manajemen menambahkan mesin dengan sensor
			Material	Material yang digunakan ialah material daur ulang	QC dan manajemen	Sebaiknya material yang digunakan untuk sekali pakai, dan adanya pengecekan dan pengawasan secara berkala agar kualitas (mutu) yang dihasilkan lebih baik
Saat proses produksi dan finishing	Bubbles	Lantai produksi	Manusia	Kurang bersih saat membersihkan <i>hopper</i> mesin	Operator	Sebaiknya operator memastikan bahwa <i>hopper</i> dalam keadaan bersih dan melakukan pengecekan secara berulang
			Metode	Setting ulang parameter injeksi produk yang tidak efisien	Setter dan QA	Sebaiknya QA melakukan <i>improvement</i> metode setting parameter produk
			Mesin	Temperatur leleh material pada mesin tidak pas	Setter	Sebaiknya <i>setter</i> memastikan bahwa mesin dalam keadaan baik dan pengecekan dan perbaikan secara berkala. Sebaiknya pihak manajemen mempertimbangkan mesin yang memiliki sensor
Saat proses produksi dan finishing	Short Shot	Lantai Produksi	Material	Material yang digunakan ialah material daur ulang	QC dan manajemen	Sebaiknya material yang digunakan untuk sekali pakai, dan adanya pengecekan dan pengawasan secara berkala agar kualitas (mutu) yang dihasilkan lebih baik
			Tools	<i>Barrel</i> mesin kotor	Setter dan QC	Mengganti <i>Barrel</i> yang sudah tidak layak pakai dan membersihkan sebelum dan sesudah digunakan serta melakukan pemeriksaan secara berkala
			Metode	SOP setting parameter yang tidak sesuai	Setter dan QA	Sebaiknya QA melakukan <i>improvement</i> metode <i>setting</i> parameter produk
			Mesin	Temperatur pada mesin kurang pas	Setter dan QA	Sebaiknya <i>Setter</i> memastikan bahwa <i>setting</i> mesin sesuai standar dan QA meninjau kembali SOP <i>setting</i> temperatur serta adanya pengecekan berkala
			Material	Material yang digunakan ialah material daur	QA dan manajemen	Sebaiknya material yang digunakan untuk sekali pakai, dan adanya pengecekan dan

Waktu Terjadi (<i>When</i>)	Defect Terjadi (<i>What</i>)	Terjadinya Defect (<i>Where</i>)	Penyebab (<i>Why</i>)		Penanggung Jawab (<i>Who</i>)	Perbaikan (<i>How</i>)
			Faktor Penyebab	Penyebab		
				ulang dan kekurangan material		pengawasan secara berkala. Sebaiknya pihak manajemen memastikan bahwa material mencukupi kebutuhan produksi

Sumber : Data Primer Diolah (2022)

E. Control

Pada tahap *control* dilakukan analisis terakhir dengan usulan. Tindakan *control* perbaikan kualitas produk dengan melakukan perbaikan terhadap semua faktor penyebab dari cacat pada produk *T – Valve* yaitu dari faktor manusia, material, mesin, metode, dan *tools* sebagai berikut:

1. Manusia, melakukan pengawasan dan komunikasi kerja terhadap operator untuk memastikan pekerjaan operator. Selanjutnya pembagian kerja sesuai porsi kepada operator agar tidak menyebabkan *overworked* yang menjadi penyebab tidak fokusnya operator. Melakukan pelatihan kepada operator supaya lebih terampil dalam bekerja dan penambahan/ peninjauan ulang Standar Operasional Prosedur (SOP) serta melakukan *centerlining* dan adanya penanda informasi yang tertempel pada tombol pengaturan mesin.
2. Metode, Melakukan *improvement* dan peninjauan standar *setting* parameter dan menambahkan pencucian *barrel* dengan kombinasi alat otomatis untuk mencegah *human error*.
3. Mesin, Memastikan bahwa *line clearance* dan mesin yang digunakan produksi sudah sesuai standar dan siap digunakan untuk kegiatan produksi. Adanya pengecekan dan perawatan mesin (*preventive maintenance*) serta mempertimbangkan penggunaan mesin yang memiliki sensor untuk memastikan kebersihan cetakan (*mold*) dan sebagai pendeteksi adanya keabnormalan.
4. Material, Melakukan pengecekan dan pengawasan terhadap material agar kualitas (mutu) yang dihasilkan lebih baik. Melakukan pengecekan kembali dan peramalan yang tepat pada saat melakukan *purchasing* material agar tidak terjadi kekurangan material.
5. *Tools*, Melakukan penggantian *barrel* dan peralatan yang sudah tidak layak pakai. Selanjutnya melakukan pembersihan sebelum dan sesudah digunakan dengan pemeriksaan secara berkala

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dengan metode *Lean Six Sigma* yang telah dilakukan, diperoleh rata – rata *level sigma* yaitu 4,9 dengan nilai rata-rata DPMO sebesar 264. Perusahaan sudah cukup baik dalam penindakan tingkat kecacatan dengan nilai sigma yang mendekati 6 yaitu hampir mencapai *zero defect*. Namun karena masih adanya kecacatan maka masih diperlukan tindakan pengendalian kualitas secara lebih lanjut dan perlunya dilakukan pengontrolan agar kecacatan tidak terjadi secara berulang serta meningkatkan produktivitas dengan tidak menyebabkan waktu tunggu (*waiting*) yang disebabkan oleh adanya pengerjaan atau adanya *setting* ulang. Perbaikan dilakukan dengan memprioritaskan terhadap 3 (tiga) jenis cacat yang paling dominan yaitu jenis *defect flashing* dengan persentase cacat 12%, *Defect Bubbles* 12%, dan *Short Shot* 11%.

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah hanya berfokus kepada pengukuran dan usulan perbaikan terhadap kecacatan pada produk *T – Valve*. Berdasarkan hasil penelitian maka perusahaan sebaiknya menerapkan rekomendasi dengan terus melakukan pengukuran dalam upaya pengendalian kualitas melalui *lean six sigma* dengan konsep DMAIC. Rekomendasi usulan perbaikan untuk mengatasi permasalahan ialah melakukan pemasangan *centerlining* beserta penanda informasi pada setiap tombol dan memberi sensor pada mesin. Hal tersebut dilakukan dengan memaksimalkan pengawasan terhadap operator,

SOP, dan kebersihan terhadap komponen dan mesin. Pada penelitian selanjutnya juga dapat dikembangkan dengan mengembangkan melalui metode lain untuk hasil pengukuran yang berbeda dengan pengembangan identifikasi mendalam pada analisa penyebab daur ulang material, SOP, dan permesinan.

PUSTAKA

- Abdul Mail, Syarifudin, A., & Cahyadi, S. (2019). Usulan Perbaikan Untuk Meminimasi Waste Pada Produk Steel Structure Dengan Metode Lean Six Sigma. *Jurnal InTent : Jurnal Industri Dan Teknologi Terpadu*, 2(2), 103–112.
- Adetia, S., & Linda, M. R. (2021). Implementation of lean manufacturing in SMEs using fuzzy analytical hierarchy process. *Operations Management and Information System Studies*, 1(2), 102–112. <https://doi.org/10.24036/jkmb.xxxxxxx>
- Al-Faritsy, A. Z., & Wahyunoto, A. S. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Meja Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT XYZ. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 4(2), 52–62. <https://doi.org/10.37631/jri.v4i2.707>
- Harahap, B., Parinduri, L., Ama, A., & Fitria, L. (2018). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA (Studi Kasus : PT. Growth Sumatra Industry). *Cetak Buletin Utama Teknik*, 13(3), 1410–4520.
- Hardianti, S., Satyahadadewi, & Imro'ah, N. (2019). Implementasi Metode Lean Six Sigma Pada Produksi Wajan Nomor 18 Di Cv. Xyz. *Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika Dan Terapannya*, 8(2), 263–272. <https://doi.org/10.26418/bbimst.v8i2.32350>
- Iqbalian, H. R., & Radyanto, M. R. (2022). Perbaikan Berkelanjutan Melalui Pengendalian Kualitas Pada Produk Bantalan Rel Kereta Dengan Menerapkan Metode Quality Control Circle (QCC) dan Lean Six Sigma (LSS) Pada PT Balton Kurnia Abadi. 19(2), 365–372.
- Jaya, D. I., Andriani, M., & Sabardi, W. (2020). USULAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK ROTI DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA (Studi Kasus : UD. Ramadhani, Desa Durian Kecamatan Rantau Kabupaten Aceh Tamiang). *Industri Samudra*, 3(1), 49–58. <https://doi.org/10.34010/iqe.v8i1.2784>
- Juwito, A., & Al-Faritsy, A. Z. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas untuk Mengurangi Cacat Produk dengan Metode Six Sigma di UMKM Makmur Santosa. *JCI Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 1(12), 3295–3315. <http://bajangjournal.com/index.php/JCI>
- Nindiani, A., Nursikin, R., Kustia, A., Sertiadi, T., Puji, N. W., & Wahyudi. (2019). Penurunan Cacat Produk Garnish-Assembly Tailgate Di Perusahaan Otomotif Melalui Pendekatan Metode Dmaic. *Industry Xplore*, 4(1), 72–82. <https://doi.org/10.36805/teknikindustri.v4i1.604>
- Nugraha, G. A., Sukanta, & Ubaidilah. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat pada Part ARB Menggunakan Lean Six Sigma dengan Konsep DMAIC. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(13), 140–148.
- Nursasongko, H., Niman, N., & Biardhian, L. E. (2022). Sosialisasi Penggunaan Lean Six Sigma dengan Konsep DMAIC untuk Menghilangkan Muda Proses Pengambilan Baut Lebih dari Standar. *Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(July), 436–442.
- Rahmatillah, I., Sundoro, S., & Fitria, L. (2019). Peningkatan Kualitas Produk Crackers berdasarkan Metode Lean Six Sigma di PT M. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 3(2), 95–106. <https://doi.org/10.26760/jrh.v3i2.3143>
- Ramadan, P., Syarif, A. A., & Ariani, F. (2022). PENERAPAN METODE LEAN SIX SIGMA DALAM RANGKA MENINGKATKAN KUALITAS PELAYANAN PADA PERUSAHAAN EKSPEDISI. *JITEKH*, 10(1), 21–29.
- Ridwan, A., Arina, F., & Permana, A. (2020). Peningkatan kualitas dan efisiensi pada proses produksi dunnage menggunakan metode lean six sigma (Studi kasus di PT. XYZ). *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(2), 186. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9618>
- Rinjani, I., Wahyudin, W., & Nugraha, B. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat pada Lensa Tipe X Menggunakan Lean Six Sigma dengan Konsep DMAIC. *Unistek*, 8(1), 18–29. <https://doi.org/10.33592/unistek.v8i1.878>
- Saputra, D., & Renilaili. (2019). Pengendalian Mutu Produk Semen Melalui Pendekatan Statistical Quality Control (SQC) (Studi Kasus Di PT. Semen Baturaja) Quality. *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industr*, 4(1), 24–34.
- Setiawan, A., Pulansari, F., & Sumiati, S. (2020). Pengukuran Kinerja Dengan Metode Supply Chain Operations Reference (Scor). *Juminten*, 1(1), 55–66. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i1.14>
- Small, P. (2021). *Lean Six Sigma*. Arkham Publishing Limited.
- Suseno, & Ashari, taufik A. (2022). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK BASE PLATE DENGAN MENGGUNAKAN METODE LEAN SIX SIGMA (DMAIC) PADA PT XYZ. 1(6), 1321–1332.
- Wahyu, A., Purnomo, G., Nuruddin, M., & Rizqi, A. W. (2022). Analisis Kecacatan Produk Timbangan SF 400 dengan Metode Six Sigma dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di CV . Golden Star. 20(1), 122–129.
- Walujo, D. ., Koesdijati, T., & Utomo, Y. (2020). *Pengendalian Kualitas*. SCOPINDO MEDIA PUSTAKA.
- Wibowo, P. P., & Al-Faritsy, A. Z. (2022). USULAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK KOTAK TISU DENGAN PENDEKATAN METODE SIX SIGMA Oleh. *Cakrawala Ilmiah*, 20(1), 105–123.
- Wijaya, B. S., Andesta, D., & Priyana, E. D. (2021). Minimasi Kecacatan pada Produk Kemasan Kedelai Menggunakan Six Sigma, FMEA dan Seven Tools di PT. SATP. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 5(2), 83. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v5i2.1435>