Journal of Engineering Environtmental Energy and Science
Vol.5, No.2, Juni, 2026, pp. 75 - 88
e-ISSN : 2828-6170

Otomatisasi *Quality Control* untuk Mengurangi Lost Time Produksi di PT ISA dengan Metode DMAIC

Devy Juliani[1], Apriyani[*2], Ainun Nadia[3], Roberta Heni Angit Tanisri[4]
[1]Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jakarta, Indonesia
e-mail: [1]: 202110215028@ubharajaya.ac.id, [*2]**apriyani@dsn.ubharajaya.ac.id**,
[3]ainun.nadia@dsn.ubharajaya.ac.id, [4]roberta.heni@dsn.ubharajaya.ac.id

Abstract

This study aims to reduce lost time in quality control at PT ISA, focusing on part SD-007, which had the highest lost time in 2024. The DMAIC method was applied to systematically improve the process. In the Define stage, long inspection time was identified as the main issue. The Measure stage involved a time study of three operators and 30 samples, showing an average manual inspection time of 740 seconds per part. The Analyze stage revealed that manual and digital measuring tools were time-consuming and prone to operator error. In the Improve stage, the inspection process was automated using a CMM machine with M-COSMOS software, reducing inspection time to 365 seconds per part. A paired sample t-test showed a significant difference before and after improvement ($p < 0.05$). In the Control stage, SOPs were revised and communicated to QC operators to ensure consistent implementation. The study concludes that inspection automation using DMAIC effectively reduces lost time and improves quality control efficiency at PT ISA.

Keywords : *CMM, DMAIC, Lost Time, Quality Control*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengurangi *lost time quality control* di PT ISA, khususnya pada *part* SD-007 yang memiliki *lost time* tertinggi tahun 2024. Metode DMAIC digunakan untuk perbaikan proses secara sistematis. Tahap *Define* mengidentifikasi waktu inspeksi yang lama sebagai masalah utama. Pada tahap *Measure*, dilakukan *time study* terhadap tiga operator dan 30 sampel dengan rata-rata waktu inspeksi manual 740 detik/part. Tahap *Analyze* menunjukkan bahwa penggunaan alat ukur manual dan digital memerlukan waktu lama serta berisiko menimbulkan kesalahan operator. Pada tahap *Improve*, proses inspeksi diautomatisasi menggunakan mesin CMM dengan software M-COSMOS sehingga waktu inspeksi menurun menjadi 365 detik/part. Efektivitas perbaikan diuji menggunakan *paired sample t-test* dengan hasil $p<0,05$ yang menunjukkan perbedaan signifikan. Tahap *Control* dilakukan melalui revisi dan sosialisasi SOP kepada operator QC. Disimpulkan bahwa otomatisasi inspeksi berbasis DMAIC efektif mereduksi *lost time* dan meningkatkan efisiensi *quality control* di PT ISA..
Kata Kunci: *CMM, DMAIC, Lost Time, Quality Control*

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri manufaktur, efisiensi proses produksi menjadi salah satu aspek vital yang memengaruhi daya saing perusahaan. Salah satu indikator penting dalam menilai efisiensi adalah lost time, yaitu waktu terbuang dalam proses produksi yang tidak memberikan nilai tambah. (Assauri, 2016)

PT ISA adalah sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang stamping. Selama tahun 2024 PT ISA menghadapi permasalahan signifikan terkait tingginya *lost time* yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut. Dimana dapat dari data tersebut % *lost time* terbesar diberikan oleh proses QC yakni sebesar 34%. Sedangkan menurut data pada tabel 2 dan gambar 1 diperoeh *lost time* tertinggi adalah *part* SD-007 dengan *lost time* 13%. Data ini menunjukkan adanya ketidakefisienan dalam proses inspeksi *quality control*, yang berdampak langsung terhadap produktivitas dan efektivitas lini produksi.

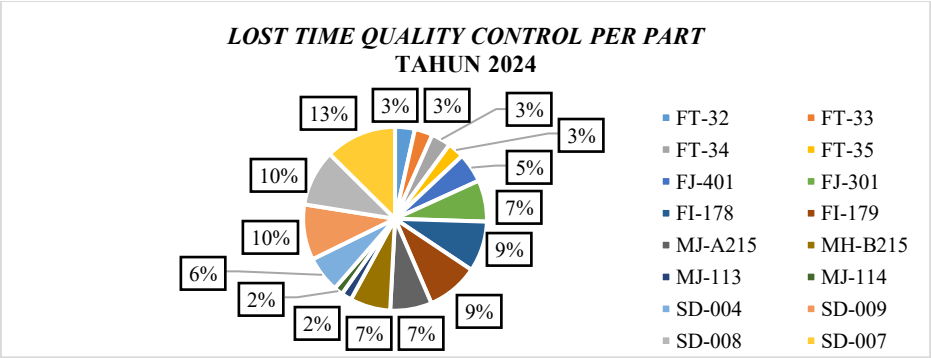
Submitted: **20/12/2025**; Revised: **10/05/2026**; Accepted: **20/05/2026**; Published: **31/06/2026**

Tabel 1 Data *Lost Time* Tahun 2024

No	Kegiatan	*Lost time* (menit/tahun)	*% Lost time*
1	*Machine problem*	275	1.60%
2	*Die problem*	1.988	11.57%
3	*Scrap handling*	955	5.56%
4	*Change coil*	2.337	13.60%
5	Inspeksi *quality control*	5.836	33.97%
6	*Down time operator*	30	0.17%
7	*Preparation machine*	2.175	12.66%
8	*Preparation coil*	3.584	20.87%
TOTAL		17.180	

Tabel 2. Data L*ost Time Quality Control* Tiap *Part* Tahun 2024

No	*Part Number*	Menit/Tahun	No	*Part Number*	Menit/Tahun
1	FT-32	203	9	MJ-A215	427
2	FT-33	185	10	MH-B215	415
3	FT-34	200	11	MJ-113	107
4	FT-35	170	12	MJ-114	92
5	FJ-401	303	13	SD-004	371
6	FJ-301	425	14	SD-009	569
7	FI-178	518	15	SD-008	578
8	FI-179	533	16	SD-007	740
TOTAL				5.836	



Gambar 1 Data *Lost Ttme Quality Control* Per *Part* Tahun 2024

Pada periode tahun 2024, belum terdapat *Key Performance Indicator* (KPI) khusus yang ditetapkan untuk pengurangan lost time pada proses inspeksi *quality control*. Oleh karena itu, target KPI yang ditetapkan pada tahun 2025 dijadikan sebagai *baseline* awal untuk mengukur efektivitas perbaikan dan peningkatan kinerja inspeksi. Pada tahun 2025, PT ISA berkomitmen untuk meningkatkan produktivitas secara lebih efektif dan efisien, dengan menetapkan target pengurangan lost time inspeksi quality control sebesar 2% dari capaian tahun sebelumnya, yaitu dari 34% menjadi 32%.

Tabel 3. Rata-Rata Waktu Inspeksi *Part* SD-007 (per pcs)

No	Aktivitas	*Metode Check*	Qty *Point Check*	Rata-Rata Waktu (Detik)
1	Menerima *part*	Persiapan	0	2
2	Menyiapkan *checksheet* dan alat ukur yang dibutuhkan	Persiapan	0	10
3	Melihat visual *part*	Visual *check*	1	5
4	Memasang *part* dengan *checking fixture*	*Checking fixture*	0	15
5	Mengukur *surface*	*Ball gauge*	2	15
6	Mengukur *trimline*	*Steel rule*	4	10
7	Mengukur *surface*	*Feeler gauge*	2	10
8	Melepaskan *part* dengan *checking fixture*	*Checking fixture*	0	15
9	Mengukur *distance*	*Digital caliper*	21	300
10	Mengukur *thikness material*	*Digital outside micrometer*	1	16
11	Mengukur *diameter hole*	*Pin gauge*	6	12
12	Mengukur *distance, flatness* dan ketinggian *burry*	*Dial & digital height gauge*	80	22
	Total		450	740

Tabel 3 di atas adalah data *time study* rata-rata waktu inspeksi *part* SD-007 yang dilakukan pada tiga *manpower.* Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat waktu inspeksi SD-007mencapai 740 detik per *part*. Proses inspeksi yang dilakukan masih bersifat manual dan semi-digital, menggunakan berbagai alat ukur seperti *ball gauge, feeler gauge, digital caliper*, *outside micrometer* dan *dial & digital height gauge*. Selain memakan waktu, metode ini juga rentan terhadap kesalahan manusia (*human error*) dan ketidakkonsistenan hasil pengukuran antar operator.

Penerapan otomasi mampu mengurangi ketergantungan terhadap aktivitas manual, meminimalkan potensi kesalahan manusia (*human error*), serta meningkatkan efisiensi mesin melalui sistem kontrol yang lebih stabil. (Afrilian et al., 2025) *Coordinate Measuring Machine* (CMM) adalah alat yang digunakan untuk mengukur dimensi dan toleransi geometrik secara presisi. Pemanfaatan CMM dapat memangkas waktu dan biaya dibandingkan pengukuran secara manual (Nikam, 2018).

Menyikapi permasalahan ini, perusahaan menetapkan target pengurangan *lost time* melalui program peningkatan efisiensi proses inspeksi. Untuk itu, dibutuhkan pendekatan metodologi yang mampu mengidentifikasi akar masalah secara sistematis dan menghasilkan solusi yang terukur. Metode *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dipilih sebagai alat bantu perbaikan proses. (Afrilian et al., 2025)

Penelitian terdahulu oleh (Suherman & Nawangpalupi, 2023) menunjukkan bahwa penerapan *lean manufacturing* dengan *inspection plan* pada area CMM berhasil menurunkan waktu siklus 33% dan meningkatkan tingkat pemanfaatan mesin dari <60% menjadi 81% serta operator menjadi 84%. Sedangkan menurut (Afrilian et al., 2025) penerapan metode DMAIC pada sistem otomatisasi dengan *air cylinder* dan PLC berhasil menurunkan *downtime* dari 500 menit menjadi 31 menit (lebih dari 90%) dan meningkatkan efisiensi waktu proses sebesar 30,77%

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan dan menguji efektivitas otomatisasi proses inspeksi *quality control* menggunakan *Coordinate Measuring Machine* (CMM) terhadap pengurangan waktu inspeksi, serta memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan efisiensi dan produktivitas di PT ISA.

METODE PENELITIAN

1. Metode DMAIC

Metode DMAIC berarti *define* (definisi), *measurement* (pengukuran), *analyze* (analisis), *improve* (perbaikan) dan *control* (kontrol). (Patil & Inamdar, n.d.)

Submitted: **20/12/2025**; Revised: **10/05/2026**; Accepted: **20/05/2026**; Published: **31/06/2026**

a. *Define* merupakan tahap untuk menguraikan masalah, tujuan, sumber daya, dan jadwal proyek.
b. *Measure* merupakan tahapan untuk mengumpulkan data dan mengukur kinerja proses yang sedang berlangsung.
c. *Analyze*, tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab kesalahan dalam proses. Pada tahap diterapkan teknik-teknik analisis untuk memvalidasi penyebab kesalahan tersebut.
d. *Improve* yaitu melakukan pengukuran (mengacu pada peluang, kerusakan, dan kapabilitas proses saat ini), memberikan rekomendasi perbaikan, menganalisis hasil, dan menjalankan tindakan perbaikan.
e. *Control,* tahap ini memiliki tujuan untuk memastikan bahwa usulan perbaikan dapat diimplementasikan dengan tepat dan efektif. Tahap ini juga melibatkan monitoring secara terus-menerus terhadap keberhasilan implementasi usulan perbaikan tersebut.

2. Pengukuran Waktu Kerja

Menurut (Afrian et al., 2020) *time study* merupakan metode untuk mengukur dan menganalisis lamanya waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu aktivitas kerja yang dilakukan secara normal oleh tenaga kerja terlatih, sehingga hasil pengukuran tersebut dapat digunakan sebagai dasar penetapan waktu standar suatu pekerjaan.

3. Uji Kecukupan Data

Untuk mendapatkan rata-rata waktu yang valid maka dilakukan uji kecukupan data dengan rumus yaitu:(Afrian et al., 2020)

$$N' = \left[\frac{k/_{S}\sqrt{N\Sigma x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right] \quad (1)$$

Dimana :
Xi = Data Waktu Pengukuran
N = Jumlah Data.
K = Harga indeks.
S = Tingkat ketelitian.

Dalam aktifitas pengukuran kerja biasanya akan diambil 95% tingkat keyakinan (*convidence level*) dan 5% tingkat ketelitian (*degree of accuracy*). Hal ini berarti bahwa sekurang-kurangnya 95% dari 100% harga rata-rata dari waktu yang dicatat atau diukur untuk suatu elemen kerja akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5% tingkat keyakinan. Tingkat keyakinan yang digunakan adalah :

- Untuk tingkat keyakianan 68% harga K adalah 1
- Untuk tingkat keyakinan 95% harga K adalah 2
- Untuk tingkat keyakinan 99% harga K adalah 3

4. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data ini dibutuhkan untuk mengatasi perubahan yang terus terjadi dimana perubahan-perubahan yang terjadi tetap harus dalam batas kewajaran. (Sutalaksana dkk., 1979)

1. Masukan data-data ke dalam subgrup-subgrup
2. Hitung nilai rata-rata masing-masin subgrup x
3. Hitung nilai rata-rata dari rata-rata subgrup $\bar{x}$
4. Hitung nilai standar deviasi berdasarkan pada persamaan berikut:

$$\sigma = \left[\sqrt{\frac{\sum(\bar{x}-xi)^2}{N-1}}\right] \quad (2)$$

5. Hitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgrup dengann adalah jumlah subgrup

$$\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

n adalah jumlah subgroup

6. Hitung batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB)

$$BKA = \bar{x} + Z\sigma \quad (4)$$

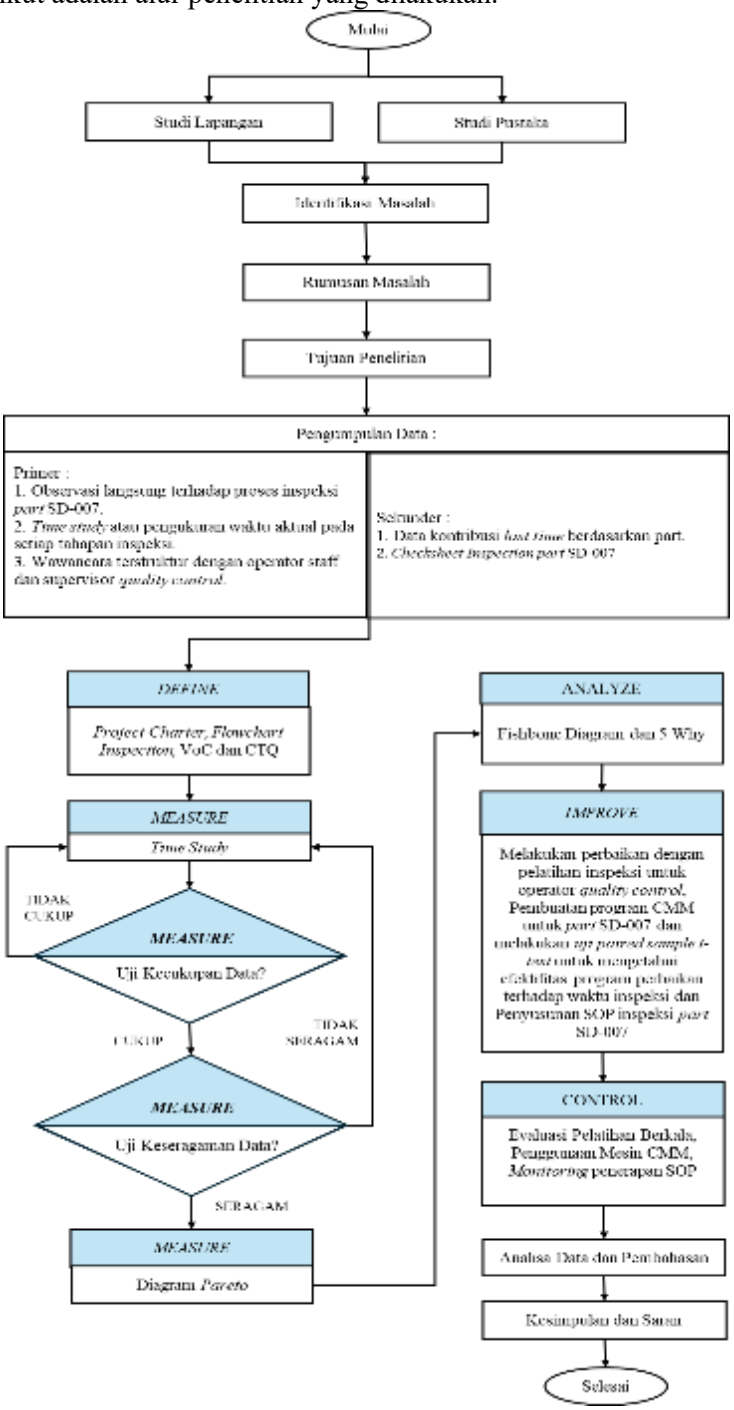
$$BKB = \bar{x} - Z\sigma \quad (5)$$

Untuk tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95 % maka nilai Z = 2 dan nilai S = 0.05

5. Uji T-Test

Uji *Paired Sample T-Test*, terkadang disebut *Dependent Sample T-Test*, adalah prosedur statistik yang digunakan untuk menentukan apakah perbedaan rata-rata antara dua himpunan pengamatan adalah nol. Dalam uji *Paired Sample T-Test*, setiap subjek atau entitas diukur dua kali, kemudian menghasilkan pasangan pengamatan.

Gambar 2 berikut adalah alur penelitian yang dilakukan.



Gambar 2 *Flowchart* Penelitian

Submitted: **20/12/2025**; Revised: **10/05/2026**; Accepted: **20/05/2026**; Published: **31/06/2026**

HASIL DAN PEMBAHASAN

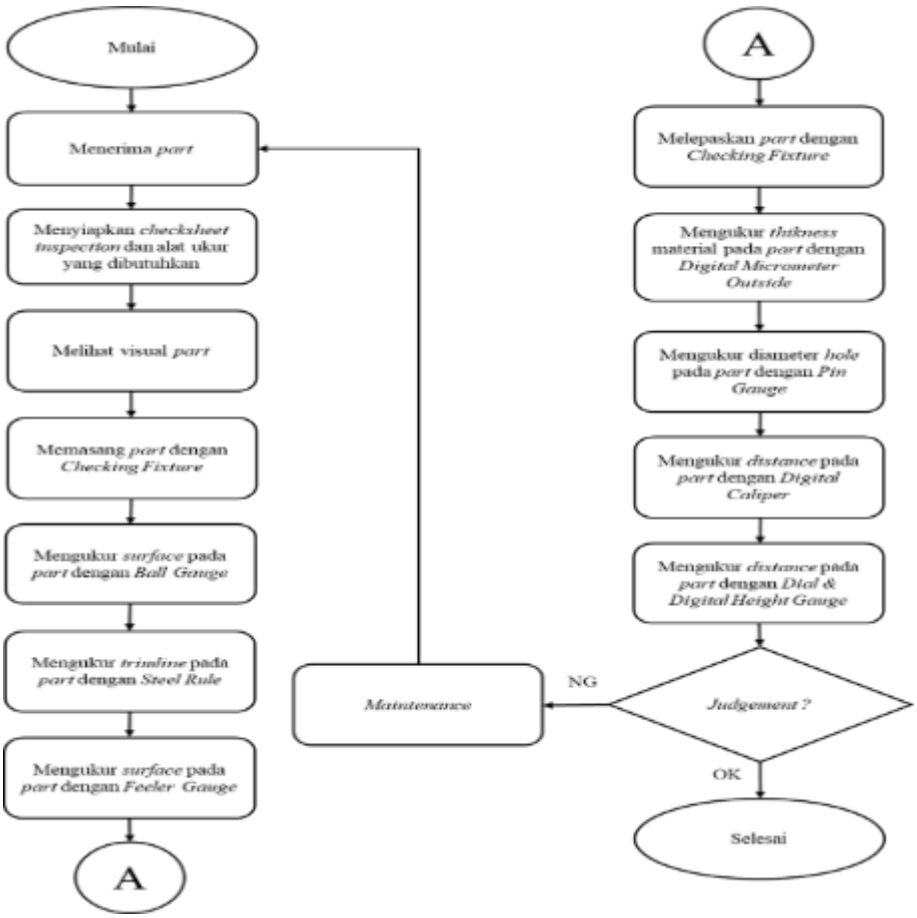
Tahap *Define*

Pada tahap ini, dilakukan penyusunan *project charter* untuk menjelaskan ruang lingkup permasalahan, tujuan proyek, dan tim yang terlibat, kemudian disusun pula *flowchart* proses yang menggambarkan tahapan-tahapan aktivitas yang dilakukan operator, penggalian *Voice of Customer* (VoC) guna memahami kebutuhan dan harapan pelanggan internal terhadap proses inspeksi. Hasil dari VoC tersebut kemudian diterjemahkan ke dalam bentuk *Critical to Quality* (CTQ) sebagai tolok ukur kualitas yang harus dipenuhi dalam proses pengukuran *part* secara efektif dan efisien. Tabel 4 berikut merupakan *project charter* yang mendeskripsikan proyek ini. (Ahmad, 2019) (Hartoyo et al., 2012)

Tabel 4 *Project Charter*

Project Charter			
Project Name :			
Otomatisasi Proses Inspeksi *Quality Control* untuk Mengurangi *Lost Time* Produksi di Pt Isa dengan Menggunakan Metode DMAIC			
Business Case :			
Berdasarkan data *lost time* produksi bulan Januari - Desember 2024, didapati bahwa *lost time* terbesar yaitu inspeksi *quality control* yang memberikan kontribusi *lost time* sebesar 34%. Data ini menunjukkan adanya ketidakefisienan dalam proses inspeksi *quality control*, yang berdampak langsung terhadap produktivitas dan efektivitas lini produksi.			
Problem /Opportunity :		*Scope, Contraints, Assumptions :*	
1. Tinggi nya *lost time* produksi yang terdapat di inspeksi *quality control.* 2. Rencana perbaikan untuk mengurangi *lost time* belum ada implementasi. 3. Proses inspeksi masih belum efektif karena masih dilakukan secara manual dan digital.		1. Data yang digunakan adalah data tahun 2024. 2. Penelitian hanya difokuskan pada *part* SD-007 berdasarkan *lost time* tertinggi. 3. Analisis terbatas pada proses inspeksi dimensi di area *quality control*, tanpa mencakup aspek produksi lainnya.	
Goal :		*Team Members :*	
1. Untuk mengetahui penyebab terjadinya tingginya *lost time* pada proses inspeksi *quality control*. 2. Untuk mengetahui cara perbaikan untuk mereduksi *lost time* pada proses inspeksi *quality control* dengan DMAIC. 3. Untuk mengetahui efektifitas perbaikan dalam mengurangi waktu inspeksi *quality control.*		1. Amelia R.A (SPV) 2. Intan A.R (Staff) 3. Saptopo A (Operator) 4. Vedia W.M (Operator) 5. Devy Juliani (Operator)	
Preliminary Project Plan :		*Target Date :*	*Actual Date :*
Define		Februari 2025	Februari 2025
Measure		Maret 2025	Maret 2025
Analyze		April 2025	April 2025
Improve		Mei 2025	Mei 2025
Control		Juni 2025	Juni 2025
Prepared by :	Devy Juliani	*Approved by :*	Amelia R.A

Setelah dilakukan identifikasi masalah melalui *project charter*, langkah selanjutnya adalah memahami alur proses inspeksi yang sedang berjalan saat ini, yang diyunjukan seperti pada gambar 3 berikut.



Gambar 3 *Flowchart Inspeksi Part SD-007*

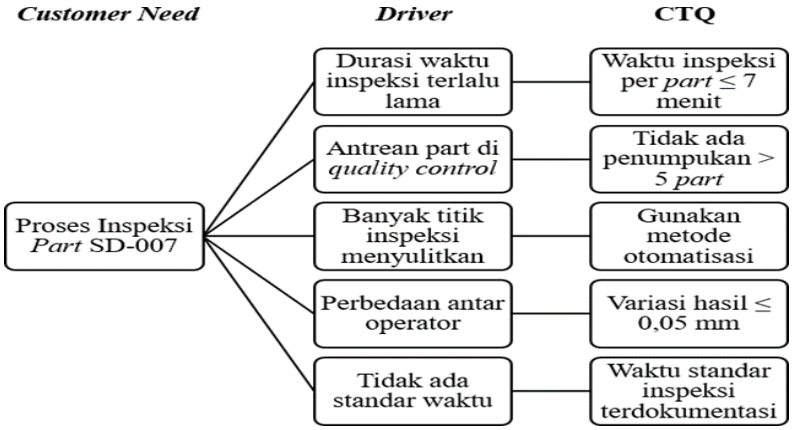
Sebagai bagian dari tahap *Define*, dilakukan pengumpulan *Voice of Customer* (VOC) untuk memahami kebutuhan, keluhan, serta ekspektasi pihak-pihak yang terlibat langsung dalam proses inspeksi, khususnya operator *quality control* dan produksi. *Voice of customer* ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. VOC

No	Sumber VOC	Pernyataan (*Voice*)	Kebutuhan (*Need*)
1	Operator *quality control*	"Pengukuran satu *part* bisa sampai 20 menit sendiri."	Proses inspeksi harus lebih cepat
2	Leader produksi	"*Part* sering tertahan di *quality control*, jadi antriannya panjang."	Proses rilis *part* ke produksi harus lancar
3	Operator *quality control*	"Tiap part banyak titik ukur bikin bingung dan capek."	Metode pengukuran harus efisien dan mudah
4	Supervisor *quality control*	"Terkadang hasil ukur antar orang berbeda-beda."	Hasil pengukuran harus konsisten dan andal
5	Operator Produksi	"Saya tidak tahu kap an part bisa lanjut proses."	waktu inspeksi harus bisa diprediksi dan stabil

Masalah utama yang muncul adalah lamanya durasi inspeksi, antrean *part* yang menumpuk, ketidakpastian waktu rilis, serta variasi hasil ukur antar personel. Masukan tersebut kemudian diolah menjadi kebutuhan (*need*) yang dapat dijadikan dasar dalam merancang solusi perbaikan di tahap selanjutnya, terutama dalam menentukan parameter CTQ. Gambar 4 menunjukkan CTQ yang didapatkan.

Submitted: **20/12/2025**; Revised: **10/05/2026**; Accepted: **20/05/2026**; Published: **31/06/2026**



Gambar 4 Pohon CTQ

Pohon CTQ tersebut membantu mengidentifikasi kebutuhan kritis pelanggan internal dalam bentuk parameter-parameter teknis yang dapat diukur. Parameter ini akan menjadi dasar dalam tahap *Measure* dan *Improve* untuk merancang solusi yang tepat sasaran.

Tahap *Measure*

Pada tahap ini, dilakukan pengukuran waktu proses inspeksi melalui metode *time study* terhadap aktivitas operator dalam melakukan pengukuran *part* SD-007. Data yang diperoleh dari *time study* kemudian dianalisis menggunakan uji kecukupan data guna memastikan bahwa jumlah pengamatan yang dikumpulkan telah mencukupi untuk mewakili kondisi proses secara statistik, Selanjutnya, dilakukan uji keseragaman data untuk memastikan bahwa proses berjalan dalam kondisi yang stabil dan tidak dipengaruhi oleh variasi khusus.

Time Study

Pengumpulan data *time study* dilakukan terhadap tiga operator *quality control* yang ditugaskan untuk melakukan pengukuran secara manual terhadap *part* SD-007. Masing-masing operator melakukan pengukuran terhadap 10 sampel *part*, sehingga total terdapat 30 data pengamatan yang digunakan dalam analisis ini. Tabel 6 merupakan data hasil *time study* yang dilakukan.

Tabel 6 *Time Study* Proses Inspeksi *Before Improvement*

Sampel Ke-	Tanggal	Waktu Pengamatan (Detik)		
		QC1	QC2	QC3
1	03/03/2025	740	741	737
2	05/03/2025	746	745	744
3	07/03/2025	737	732	733
4	10/03/2025	741	741	737
5	12/03/2025	744	749	747
6	14/03/2025	739	734	733
7	17/03/2025	742	748	742
8	19/03/2025	735	734	733
9	21/03/2025	746	745	742
10	24/03/2025	744	744	736

Uji Kecukupan Data

Berikut adalah perhitungan uji kecukupan data berdasarkan data *time study* yang telah dikumpulkan:

$$N' = \left[\frac{k/s\sqrt{N\Sigma x^2-(\sum x)^2}}{\sum x}\right] \quad (6)$$

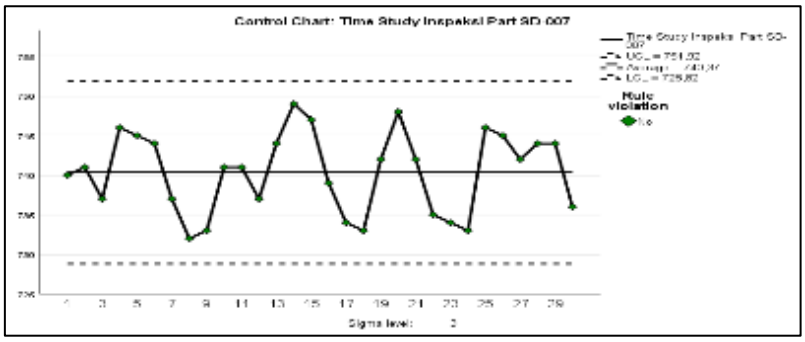
$$N' = \left[\frac{40/0{,}05\sqrt{30\ x\ 16445027-(22211)^2}}{22211}\right]$$

$$N' = 28{,}92$$

Berdasarkan hasil perhitungan uji kecukupan data, diperoleh bahwa jumlah minimum data yang dibutuhkan untuk mewakili kondisi proses secara statistik adalah sebanyak 29 pengamatan. Dengan demikian, data yang telah dikumpulkan sebanyak 30 pengamatan dinyatakan memenuhi syarat kecukupan, sehingga valid untuk digunakan dalam analisis tahap selanjutnya.

Uji Keseragaman Data

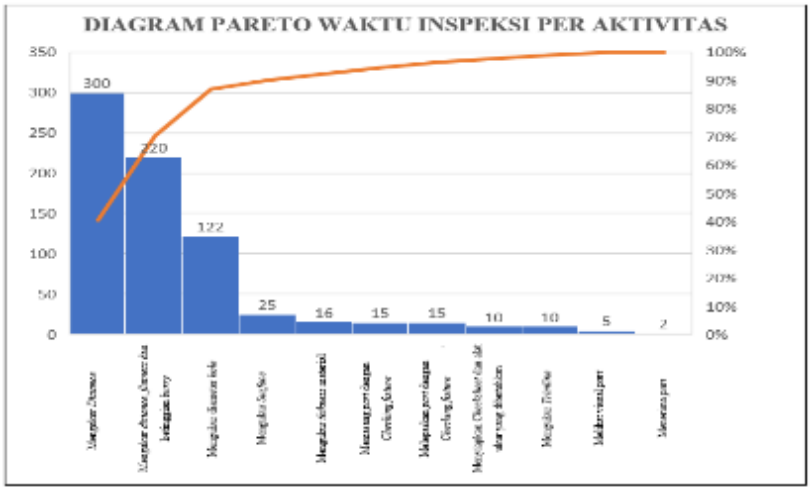
Proses uji keseragaman dilakukan menggunakan aplikasi SPSS dengan bantuan *Control Chart* (Peta Kendali). Grafik ini digunakan untuk memantau apakah data berada dalam batas kendali statistik, yaitu *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL). Gambar 5 berikut adalah *control chart* hasil pengolahan data *time study* inspeksi part SD-007:



Gambar 5 Uji Keseragaman Data

Diagram *Pareto*

Berdasarkan data *time study* pada table 3, ditentukan alat ukur mana yang paling dominan digunakan dalam proses inspeksi part SD-007, yang ditunjukkan pada diagram Pareto pada gambar 6 berikut.



Gambar 6 Diagram *Pareto* Waktu Inspeksi Per Aktivitas

Berdasarkan diagram *pareto* menunjukkan bahwa terdapat tiga aktivitas yang secara signifikan menyumbang terhadap total waktu inspeksi *part* SD-007 yakni:

1. Mengukur *distance* menggunakan d*igital caliper* dengan waktu 300 detik,
2. Mengukur *distance*, *flatness*, dan ketinggian *burry* menggunakan *dial & digital height gauge* sebesar 220 detik, serta
3. Mengukur diameter *hole* menggunakan *pin gauge* selama 122 detik.

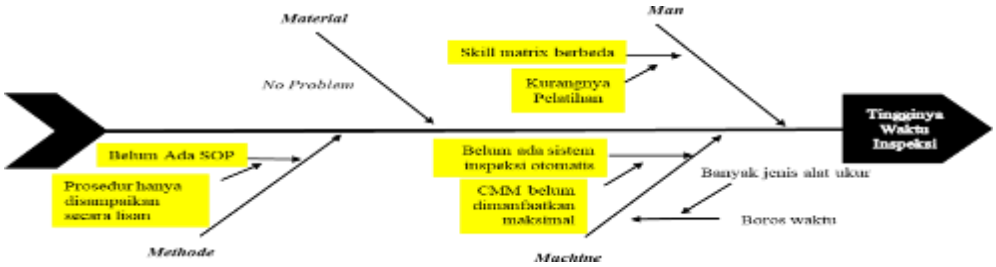
Tahap *Analyze*

Pada tahap *analyze*, dilakukan analisis mendalam terhadap aktivitas-aktivitas yang memiliki kontribusi terbesar terhadap total waktu inspeksi, seperti yang telah diidentifikasi sebelumnya melalui diagram pareto. Fokus utama analisis ini adalah untuk menemukan penyebab mendasar dari tingginya durasi waktu pengukuran, khususnya pada penggunaan alat ukur *digital caliper, dial & digital height gauge,* dan *pin gauge.*

Submitted: **20/12/2025**; Revised: **10/05/2026**; Accepted: **20/05/2026**; Published: **31/06/2026**

Fishbone Diagram

Analisis ini bertujuan untuk mengelompokkan faktor-faktor penyebab berdasarkan kategori utama seperti manusia, metode dan mesin. Gambar 7 berikut adalah *fishbone* diagram yang menggambarkan kemungkinan penyebab dari tingginya waktu inspeksi:



Gambar7. *Fishbone* Diagram

Setelah dilakukan identifikasi penyebab utama melalui *fishbone* diagram, langkah selanjutnya adalah menggali akar masalah secara lebih mendalam menggunakan metode 5 *Why* yang ditunjukkan pada tabel 7 berikut.(Salehudin & Siregar, 2023)

Tabel 7 Analisa 5 *Why*

Permasalahan Utama	Skill matrix berbeda	Belum ada sistem inspeksi otomatis (CMM)	Tidak adanya SOP tertulis
Why 1	Operator tidak terampil melakukan pengukuran	Proses inspeksi masih dilakukan secara manual	Prosedur kerja hanya disampaikan secara lisan
Why 2	Tidak ada pelatihan berkala	Mesin CMM belum digunakan sepenuhnya	SOP tertulis belum tersedia
Why 3	Pelatihan hanya saat awal masuk	Tidak semua *part* memiliki program CMM	Tidak ada PIC untuk menyusun SOP
Why 4	Tidak ada program pelatihan rutin	Tidak ada tim atau teknisi pengembang CMM	Belum ada sistem standardisasi kerja
Why 5	Pelatihan belum dianggap prioritas oleh manajemen	Tidak ada perencanaan strategis pengembangan sistem otomatis	Dokumentasi prosedur kerja belum menjadi prioritas perusahaan
Akar Masalah	Tidak ada sistem pelatihan dan pengembangan kompetensi berkelanjutan	Tidak adanya SDM dan rencana kerja khusus untuk implementasi inspeksi otomatis	Tidak adanya kebijakan formal untuk penyusunan dan penerapan SOP

Tahap *Improvement*

Berdasarkan hasil analisis akar masalah pada tahap sebelumnya, terdapat tiga fokus utama perbaikan:

1. Kurangnya pelatihan operator *quality control*
2. Belum adanya implementasi sistem inspeksi otomatis berbasis mesin CMM
3. Tidak adanya SOP tertulis untuk inspeksi *part* SD-007

Melalui diskusi bersama tim *quality control* dan manajemen, ditetapkan tiga solusi yang dianggap paling efektif, realistis, dan berdampak langsung terhadap permasalahan, yaitu:

1. Menyelenggarakan pelatihan inspeksi berkala untuk operator *quality control* setiap 6 bulan.
2. Membuat dan mengimplementasikan program pengukuran otomatis pada mesin CMM untuk *part* SD-007.
3. Menyusun dan menerapkan SOP tertulis yang menjelaskan langkah-langkah standar dalam proses inspeksi *part* SD-007.

Pembuatan Program CMM Untuk *Part* SD-007

1. Identifikasi titik-titik ukur yang bisa dimasukkan ke dalam program CMM

Berdasarkan gambar 6 diagram pareto waktu inspeksi per aktivitas, alat ukur *digital caliper, dial & digital height gauge* dan *pin gauge* ini adalah alat- alat yang memiliki kontribusinya yang signifikan

terhadap total waktu inspeksi, serta tingkat kesulitannya saat diukur secara konvensional. Oleh karena itu, beberapa metode *check* berikut dipilih untuk dialihkan ke pengukuran otomatis menggunakan mesin CMM, dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan konsistensi proses inspeksi.

Titik-titik inspeksi yang dipilih merupakan kombinasi dari pengukuran dengan waktu terlama dan tingkat kesulitan tinggi jika dilakukan secara manual. Oleh karena itu, titik-titik ini menjadi prioritas untuk dialihkan ke pengukuran menggunakan mesin CMM. Tabel 8 berikut ini adalah tabel rekapitulasi jumlah (quantity) *point* inspeksi yang akan diubah ke sistem pengukuran CMM.

Tabel 8 Data Quantity *Point* Inspeksi *Part* SD-007 (Per Pcs)

No	Metode Check	Qty *Point Inspection* (*Before*)	Qty *Point Inspection* (*After*)
1	*Ball Gauge*	2	2
2	*Steel Rule*	4	4
3	Feeler Gauge	2	2
4	***Digital Caliper***	**21**	**0**
5	*Digital Micrometer Outside*	1	1
6	***Pin Gauge***	**6**	**0**
7	***Dial & Digital Height Gauge***	**8**	**1**
8	Visual C*heck*	1	1
9	**CMM**	**0**	**34**
Total		45	45

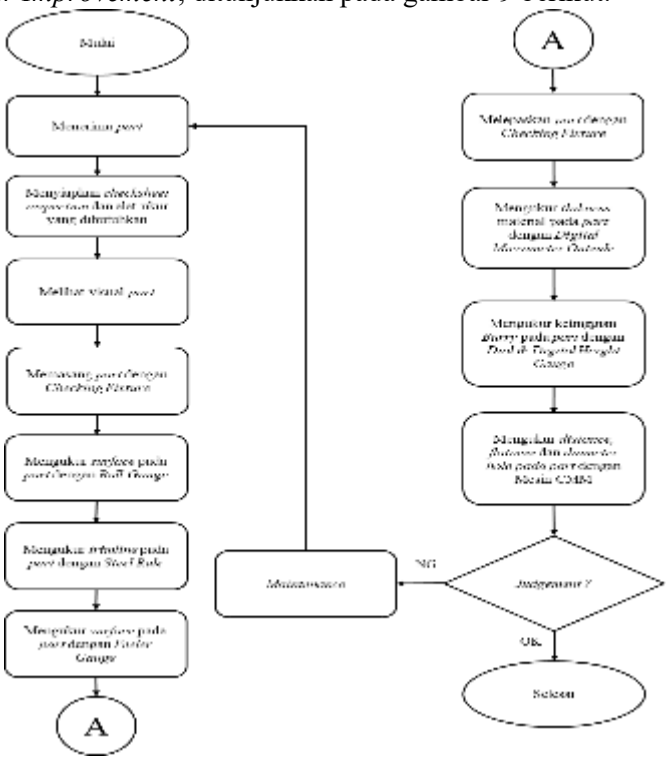
2. Pembuatan Program Pengukuran dengan Mesin CMM

Sebagai bagian dari tahap *Improve*, dilakukan pembuatan program pengukuran menggunakan mesin *Coordinate Measuring Machine* (CMM) yang terintegrasi dengan software M-COSMOS untuk mengotomatisasi proses inspeksi dimensi pada *part* SD-007. Menurut (Nikam, 2018) tahapan pembuatan program pengukuran menggunakan mesin CMM dengan software M-COSMOS sebagai berikut:

1. Menentukan datum dan referensi A, B, dan C pada part SD-007 berdasarkan *drawing engineering* dan area permukaan yang stabil secara mekanis.
2. Membuat cad model yang diukur secara *manual probing* berdasarkan koordinat aktual *part*
3. Menentukan elemen geometri seperti titik, garis, lingkaran, bidang, dan silinder ditentukan sesuai standar pengukuran
4. Membuat jalur gerak *probe* agar bergerak ke titik ukur dengan urutan yang efisien untuk meminimalkan waktu pergerakan yang disesuaikan dengan jenis probe (misalnya star stylus atau straight stylus) yang digunakan.
5. Mengatur parameter pengukuran termasuk kecepatan *probing*, jumlah titik per elemen, *filtering*, dan toleransi pengukuran agar sesuai dengan standar ISO pengukuran dan spesifikasi *drawing part*.
6. Simulasi jalur gerak (*path simulation*) dengan menggunakan M-COSMOS untuk menghindari benturan (*collision*) dan kesalahan pembacaan.
7. Menjalankan program pada *part* SD-007 secara actual dan dilakukan *fine tuning* jika diperlukan.
8. Pembuatan output dan laporan.

Submitted: **20/12/2025**; Revised: **10/05/2026**; Accepted: **20/05/2026**; Published: **31/06/2026**

3. *Flowchart after Improvement*, ditunjukkan pada gambar 9 berikut.



Gambar 9. *Flowchart After Improvement*

4. *Time Study* Proses Inspeksi *After Improvement,* yang ditunjukkan pada tabel 9 berikut.

Tabel 9 *Time Study* Proses Inspeksi *After Improvement*

Sampel Ke-	Tanggal	Waktu Pengamatan (Detik)		
		QC1	QC2	QC3
1	02/05/2025	329	320	320
2	05/05/2025	331	316	316
3	07/05/2025	329	332	332
4	09/03/2025	328	331	331
5	12/05/2025	331	332	332
6	14/05/2025	320	335	335
7	16/05/2025	332	328	328
8	19/05/2025	332	326	326
9	21/05/2025	333	334	334
10	23/05/2025	329	337	337

5. *Uji Paired t-test*

Penggunaan paired sample t-test tepat dalam konteks ini karena data yang dibandingkan berasal dari dua kondisi yang saling berhubungan, yaitu *before* dan *after improvement* terhadap objek inspeksi yang sama. (Ayu Rahmani et al., n.d.)(Afifah et al., 2022). Hasil dari uji ini akan memberikan kesimpulan apakah penggantian metode pengukuran berdampak nyata terhadap efisiensi waktu inspeksi. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara rata-rata waktu inspeksi menggunakan metode manual (*before*) dan metode otomatis menggunakan CMM (*after*). Tabel 10 berikut adalah hasil *output* pengujian yang diperoleh dari SPSS:

Tabel 10 Hasil Uji *Paired Sample T-Test*

Paired Differences							t	df	Sig. (2-tailed)
Mean			Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Before - After	411.167	7.047	1.287	408.535	413.798	319.574	29	.000

Tahap *Control*

Tahap c*ontrol* bertujuan untuk menjaga keberlanjutan hasil perbaikan yang telah dilaksanakan pada tahap *improve*. Fokus utama adalah memastikan bahwa solusi yang telah diterapkan-seperti pelatihan berkala, penggunaan CMM, dan SOP tertulis-tetap dijalankan secara konsisten dan terpantau, serta mencegah terjadinya kemunduran proses (*backsliding*) ke kondisi sebelum perbaikan.

Untuk memastikan bahwa proses inspeksi *part* SD-007 tetap berjalan sesuai standar baru, diterapkan beberapa langkah pengendalian sebagai berikut:

1. Monitoring Penerapan SOP
   Melalui proses audit penerapan SOP secara berkala
2. Evaluasi Pelatihan Berkala
   Jadwal pelatihan ditetapkan setiap 6 bulan sekali, difasilitasi oleh HRD dan *Leader quality control.* Evaluasi dilakukan sebelum dan sesudah pelatihan menggunakan form penilaian keterampilan.
3. Penggunaan Mesin CMM
   Part SD-007 wajib diperiksa menggunakan program CMM yang telah dibuat, dengan mengisi form checklist harian penggunaan mesin CMM setiap hari. PIC CMM melakukan evaluasi program bulanan untuk memastikan akurasi dan pembaruan.

Sebagai bentuk pengendalian terhadap hasil perbaikan yang telah diimplementasikan pada proses inspeksi *part* SD-007, maka disusun sebuah *control plan* seperti pada tabel 11 berikut**.**

Tabel 11. *Control Plan*

No	Aktivitas Yang Dikendalikan	Metode Kontrol	Frekuensi	PIC	Dokumen Pendukung
1	Penerapan SOP inspeksi	Audit internal, observasi	1x per minggu	Supervisor *quality control*	Form Audit SOP
2	Pelatihan operator *quality control*	Evaluasi hasil *pre/post test*	2x per tahun	HRD & Leader *quality control*	Form Evaluasi Pelatihan
3	Penggunaan mesin CMM	*Checksheet* harian	Setiap hari	Operator & PIC CMM	*Checklist* CMM Harian

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penyebab tingginya *lost time* inspeksi pada proses *quality control part* SD-007 disebabkan oleh skill matrix berbeda, penggunaan alat ukur manual dan digital yang berbeda-beda, belum dioptimalkannya penggunaan mesin CMM yang tersedia, dan tidak adanya SOP tertulis. Sehingga dengan menggunakan metode DMAIC didapatkan perbaikan antara lain pelatihan inspeksi dimensi untuk operator *quality control* secara rutin setiap 6 bulan, pembuatan program pengukuran otomatis pada mesin CMM khusus untuk *part* SD-007, penyusunan dan penerapan SOP tertulis agar proses pengukuran menjadi terstandarisasi dan terdokumentasi.

Setelah dilakukan perbaikan, hasil evaluasi menunjukkan terjadi penurunan waktu inspeksi dari 740 detik per *part* (sebelum perbaikan) menjadi 329 detik per *part* (setelah perbaikan), dengan efisiensi

Submitted: **20/12/2025**; Revised: **10/05/2026**; Accepted: **20/05/2026**; Published: **31/06/2026**

waktu sekitar 53% lebih cepat. Sehingga dapat disimpukan bahwa metode DMAIC berhasil dalam mengurangi *lost time* pada proses *quality control* di PT ISA.

DAFTAR PUSTAKA

Afifah, S., Mudzakir, A., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). How to Calculate Paired Sample t-Test using SPSS Software: From Step-by-Step Processing for Users to the Practical Examples in the Analysis of the Effect of Application Anti-Fire Bamboo Teaching Materials on Student Learning Outcomes. *Indonesian Journal of Teaching in Science*, *2*(1), 81–92. https://doi.org/10.17509/ijotis.v2i1.45895

Afrian, H. L., Alfatiyah, R., & Subarman, K. (2020). PERBAIKAN SISTEM PRODUKSI DENGAN METODE TIME STUDY DAN LINE BALANCING UNTUK EFISIENSI PROSES PENGEMASAN PADA CV. TIRTA SASMITA. *TEKNOLOGI*, *3*.

Afrilian, D., Rezky Pradana, H., Aribino, N. F., & Prasetyo, Y. (2025). PENGARUH OTOMATISASI SISTEM MESIN MARKING TERHADAP DOWNTIME MESIN MARKING DENGAN METODE DMAIC PADA PT. XYZ. In *Journal of Management and Innovation Entrepreunership (JMIE* (Vol. 2, Issue 3).

Ahmad, F. (2019). SIX SIGMA DMAIC SEBAGAI METODE PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KURSI PADA UKM. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, *6*(1), 11–17. https://doi.org/10.24853/jisi.6.1.11-17

Assauri, S. (2016). *Manajemen Operasi Produksi: Pencapaian Sasaran Organisasi Berkesinambungan.* (3rd ed.). PT Raja Grafindo Persada .

Ayu Rahmani, D., Fikri Hamdani, M., Studi Magister, P., Agama Islam, P., Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, U., Studi Doktoral, P., & Matematika, P. (n.d.). *Uji T-Student Dua Sampel Saling Berpasangan/Dependend (Paired Sample t-Test)*. https://jpion.org/index.php/jpi568Situswebjurnal:https://jpion.org/index.php/jpi

Hartoyo, F., Yudhistira, Y., Andry, ;, Ho, C. ;, & Chie, H. (2012). *Penerapan Metode DMAIC… (Ferdian Hartoyo; dkk) PENERAPAN METODE DMAIC DALAM PENINGKATAN ACCEPTANCE RATE UNTUK UKURAN PANJANG PRODUK BUSHING*. https://doi.org/https://doi.org/10.21512/comtech.v3i2.2333

Nikam, R. R. (2018). COORDINATE MEASURING MACHINE (CMM). In *International Journal of Mechanical and Industrial Technology* (Vol. 6). www.researchpublish.com

Patil, A. B., & Inamdar, K. H. (n.d.). *Process Improvement using DMAIC Approach: Case Study in Downtime Reduction*. www.ijert.org

Salehudin, I., & Siregar, D. (2023). Analisis Pengendalian Risiko K3 Produksi Botol Oli Menggunakan Metode SWIFT (The Structured What-If AnalysisTechnique) Di PT. XYZ. In *Journal of Engineering Environment Energy and Sciece* (Vol. 2, Issue 1). http://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/joeees63

Suherman, R. H., & Nawangpalupi, C. B. (2023). Penerapan Lean Manufacturing untuk Perbaikan Proses Inspeksi di Area Coordinate Measuring Machine. *Journal of Integrated System*, *6*(1), 1–20. https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.6159