

Perancangan *Trolley* untuk Meminimasi Cacat Produk *Leg Assy RR1 Model D2XX* pada Proses *Assembly* di PT XYZ Menggunakan Metode *Quality Function Deployment (QFD)*

1st Ghifary Adinegoro
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ghifaryadinegoro@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Marina Yustiana Lubis
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

marinayustianalubis@telkomuniversity.ac.id

3rd Sheila Amalia Salma
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sheliaamalias@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— PT XYZ merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi jok, komponen jok, komponen interior, dan komponen unit mesin untuk mobil. Salah satu jenis komponen jok mobil yang diproduksi oleh PT XYZ adalah Leg Assy RR1 Model D2XX. Data produksi perusahaan periode Oktober 2021 hingga Juli 2022 menunjukkan terdapat produk defect yang terdiri dari 13 jenis cacat. Terdapat enam proses pada produksi Leg Assy RR1 Model D2XX, yaitu *proses receiving, welding, painting, assembly, final inspection, dan packing*. Defect yang dapat terjadi diakibatkan oleh CTQ (*critical to quality*) proses yang tidak terpenuhi. Proses *assembly* merupakan proses dengan jumlah kemunculan *defect* terbanyak. Tugas akhir ini akan memperbaiki proses *assembly* dengan merancang *trolley* yang digunakan pada proses *assembly*. Penyelesaian masalah dilakukan menggunakan metode DMAI (*define, measure, analyze, improve*) dan perancangan produk usulan menggunakan metode *quality function deployment (QFD)*. Hasil rancangan *trolley* usulan ini diharapkan dapat membantu mengurangi jumlah defect produk produk Leg Assy RR1 Model D2XX dan meningkatkan nilai level sigma yang semula 3,255 sigma menjadi 3,55 sigma dengan asumsi hasil rancangan produk usulan telah diimplementasikan dan jenis cacat *paint scratch* telah hilang seluruhnya

Kata kunci— DMAI, *defect*, CTQ, QFD

I. PENDAHULUAN

Menurut Mitra (2016, p. 8), kualitas dari sebuah produk atau layanan adalah kesesuaian dari produk atau layanan dalam memenuhi tujuan penggunaan sebagaimana yang diminta oleh pelanggan [1]. Kesesuaian produk dengan keinginan pelanggan dapat dipastikan melalui proses produksi (Kadim, 2017, p. 5). Kegiatan produksi sangat penting sehingga diperlukan pengelolaan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik (Kadim, 2017, p. 5) [2]. PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi jok, komponen jok, komponen interior, dan komponen unit mesin untuk mobil. Salah satu jenis komponen jok mobil yang diproduksi oleh PT. XYZ adalah Leg Assy RR1 Model D2XX. Leg Assy RR1 Model D2XX merupakan bagian kaki dari jok mobil jenis MPV (*multi purpose vehicle*). Dalam memproduksi Leg Assy RR1 Model D2XX, perusahaan

telah menetapkan *critical to quality (CTQ)* produk yang ditampilkan pada tabel berikut:

TABEL 1
(CTQ Produk Leg Assy RR1 Model D2XX)

Nomor CTQ	Critical to Quality	Keterangan
1	Bagian <i>inner</i> dan <i>outer</i> sesuai dengan standar	Standar <i>flatness</i> : <i>Inner</i> = 0 mm <i>Outer</i> ≤ 2 mm
2	Hasil pengelasan sesuai dengan standar	<ul style="list-style-type: none"> Sesuai dengan pola Tidak ada sisa percikan las Tidak berlubang Tidak keropos Tidak bengkok
3	Hasil pengecatan sesuai dengan standar	<ul style="list-style-type: none"> Tidak ada goresan Tidak ada gumpalan Tidak ada cat yang terkelupas
4	Seluruh bagian pada <i>part</i> terpasang dengan baik	<ul style="list-style-type: none"> Terdapat <i>hinge</i>, <i>dumper</i>, dan <i>washer</i> pada <i>part</i>

Terdapat data produksi Leg Assy RR1 Model D2XX pada periode Oktober 2021 sampai dengan Juli 2022 yang menampilkan data jumlah produksi, jumlah cacat, persentase cacat, dan toleransi cacat yang ditampilkan pada tabel berikut:

TABEL 2
(Data Produksi Leg Assy RR1 Model D2XX Periode Oktober 2021 – Juli 2022)

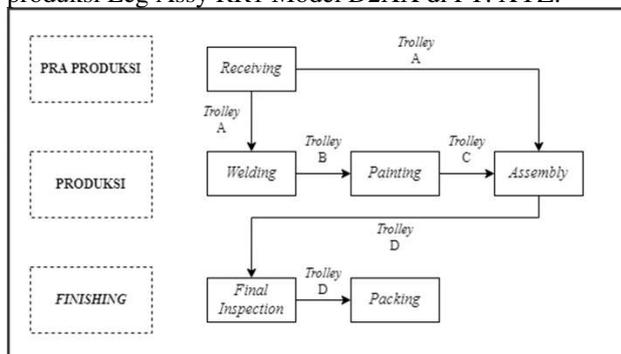
Bulan	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Cacat (Unit)	Persentase Cacat (%)	Toleransi Cacat (%)
	a	b	c = (b/a)	
Okt-21	2.816	1.263	45%	3%
Nov-21	46.271	4.454	10%	3%
Des-21	26.726	5.495	21%	3%
Jan-22	35.162	7.384	21%	3%
Feb-22	31.838	5.219	16%	3%
Mar-22	38.458	6.214	16%	3%
Apr-22	31.574	4.721	15%	3%
Mei-21	16.040	2.122	13%	3%
Jun-22	30.444	2.656	9%	3%
Jul-22	37.668	3.572	9%	3%
Jumlah	296.997	43.102		

Persentase cacat yang terjadi pada setiap periode produksi jauh melebihi batas toleransi yang ditetapkan. Hal ini menyebabkan perusahaan mengalami kerugian karena harus menyediakan waktu dan biaya lebih untuk melakukan perbaikan pada produk cacat. Berdasarkan data yang telah diperoleh, didapatkan beberapa jenis cacat yang muncul pada produksi *Leg Assy RR1 Model D2XX* periode Oktober 2021 sampai dengan Juli 2022.

TABEL 3
(Jenis Cacat pada Produksi *Leg Assy RR1 Model D2XX*)

Jenis Cacat	Deskripsi Cacat	Nomor CTQ Produk yang Tidak Terpenuhi
<i>Spatter</i>	Terdapat sisa percikan las yang menempel pada <i>part</i>	2
Las Berlubang	Terdapat lubang pada hasil pengelasan	2
<i>Dent</i>	Terdapat lekukan atau penyok pada <i>part</i>	2
Las Deviasi	Terdapat hasil pengelasan yang tidak sesuai dengan pola	2
Las Keropos	Terdapat pengeroposan pada hasil pengelasan	2
<i>Peel Off</i>	Terdapat cat yang terkelupas	3
<i>Paint Gumpal</i>	Terdapat gumpalan atau gelembung pada cat	3
<i>Paint Bintik</i>	Terdapat bintik pada cat	3

Produk *Leg Assy RR1 Model D2XX* melalui enam proses hingga menjadi produk jadi dan dapat dikirimkan kepada pelanggan. Berikut merupakan alur proses produksi *Leg Assy RR1 Model D2XX* di PT. XYZ:



GAMBAR 1
(Alur Proses Produksi *Leg Assy RR1 Model D2XX* PT. XYZ)

Perusahaan telah menetapkan CTQ proses yang harus dipenuhi dalam menjalankan proses produksinya. CTQ proses yang tidak terpenuhi dapat menyebabkan terjadinya cacat pada produk.

TABEL 4
(CTQ Proses)

Proses	CTQ Proses yang Tidak Terpenuhi	Jenis Cacat yang Dapat Terjadi
<i>Receiving</i>	-	-
<i>Welding</i>	1. Pengelasan dilakukan pada suhu 1.600 °C 2. Pengelasan mengikuti pola yang sudah ditentukan	1. <i>Spatter</i> 2. <i>Dent</i> 3. Las berlubang 4. Las deviasi 5. Las keropos 6. <i>Leg miring</i>
<i>Painting</i>	1. Pembersihan <i>part</i> dilakukan selama 8 menit dengan mesin <i>degresing</i> 2. Pengcatan <i>part</i> dilakukan selama 6 menit dengan mesin <i>ed-batch</i>	1. <i>Peel off</i> 2. <i>Paint Gumpal</i> 3. <i>Paint Bintik</i> 4. <i>No Painting</i>

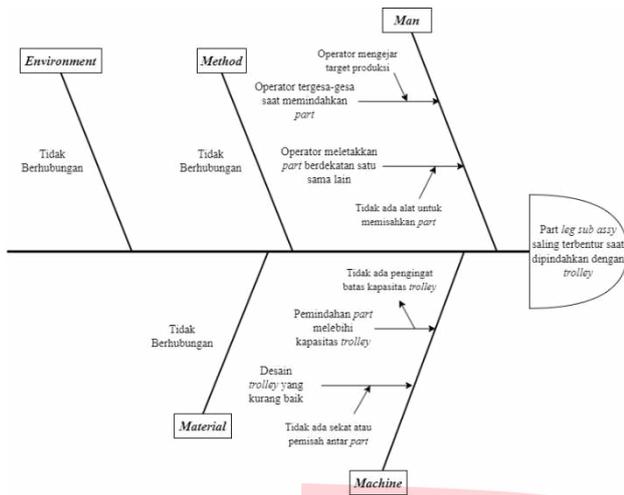
	3. Penyerapan cat dilakukan selama 9 menit dengan mesin <i>permeate</i> 4. Pembakaran <i>part</i> dilakukan menggunakan oven dengan suhu 160 – 175 °C selama 31 menit	
<i>Assembly</i>	1. Tidak ada <i>part</i> yang bergesekan atau terbentur satu sama lain saat proses pemindahan <i>part</i> 2. Pemasangan <i>hinge inner</i> dan <i>outer</i> sesuai tempatnya 3. Pemasangan <i>washer</i> sesuai tempatnya	1. <i>Paint scratch</i> 2. <i>Washer</i> tidak ada 3. <i>Hole</i> kembar
<i>Final Inspection</i>	-	-
<i>Packing</i>	-	-

Berikut merupakan tabel yang menunjukkan informasi mengenai jenis cacat yang dapat terjadi pada setiap proses dalam produksi *Leg Assy RR1 Model D2XX*:

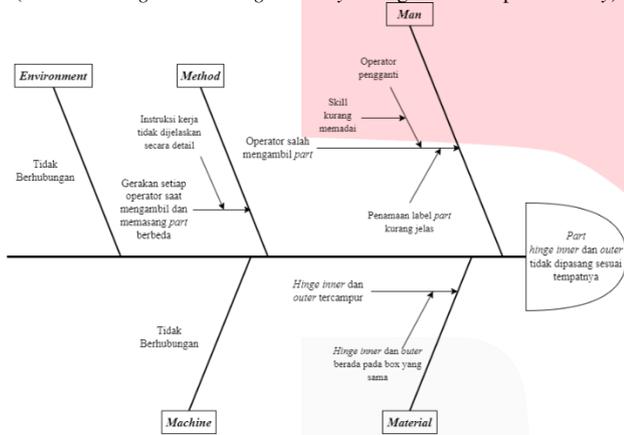
TABEL 5
(Persentase *Defect* Setiap Proses)

Proses	Jenis Cacat yang Terjadi	Jumlah <i>Defect</i>	Persentase <i>Defect</i> (%)	Jumlah
<i>Welding</i>	<i>Spatter</i>	5292	12,28%	19,58%
	Las Berlubang	1033	2,4%	
	<i>Dent</i>	438	1,02%	
	Las Deviasi	332	0,77%	
	Las Keropos	63	0,15%	
<i>Painting</i>	<i>Leg Miring</i>	1282	2,97%	29,62%
	<i>Peel Off</i>	6864	15,93%	
	<i>Paint Gumpal</i>	2697	6,26%	
	<i>Paint Bintik</i>	2690	6,24%	
<i>Assembly</i>	<i>No Painting</i>	515	1,19%	50,8%
	<i>Paint Scratch</i>	21741	50,44%	
	<i>Washer Tidak Ada</i>	87	0,2%	
	<i>Hole Kembar</i>	68	0,16%	

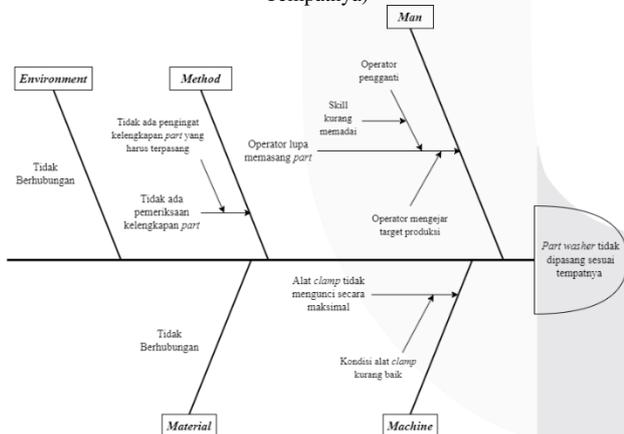
Proses *assembly* merupakan proses yang paling bermasalah karena kemunculan jenis cacat yang paling dominan terjadi pada proses *assembly* dengan jumlah persentase *defect* sebesar 50,8%. Kemudian dilakukan analisis akar penyebab masalah yang mengakibatkan CTQ proses tidak terpenuhi dengan menggunakan diagram *fishbone*. Terdapat tiga tahapan proses yang bermasalah dalam proses *assembly*:



GAMBAR 2 (Fishbone Diagram Part Leg Sub Assy Saling Terbentur pada Trolley)



GAMBAR 3 (Fishbone Diagram Part Hinge Inner dan Outer Tidak Dipasang Sesuai Tempatnya)



GAMBAR 4 (Fishbone Diagram Part Washer Tidak Dipasang Sesuai Tempatnya)

Alternatif solusi yang akan dipilih adalah perancangan trolley yang memiliki sekat pemisah karena dapat mengatasi akar masalah dari faktor manusia (*man*) yaitu operator meletakkan part berdekatan satu sama lain karena tidak ada sekat pemisah pada trolley dan faktor peralatan (*machine*) yaitu desain trolley yang kurang baik karena tidak ada sekat atau pemisah antar part pada trolley. Metode perancangan yang digunakan adalah metode *quality function deployment* (QFD).

II. KAJIAN TEORI

A. Kualitas

Kualitas dari sebuah produk atau layanan adalah kesesuaian dari produk atau layanan dalam memenuhi tujuan penggunaan sebagaimana yang diminta oleh pelanggan [1].

B. Six Sigma

Six sigma merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk perbaikan proses dan sebuah konsep statistik yang berusaha untuk mendefinisikan variasi yang melekat dalam proses apapun [3].

C. DMAIC

DMAIC terdiri dari lima tahap, yaitu *define, measure, analyze, improve, dan control*. Aktivitas utama yang dilakukan dalam DMAIC adalah melakukan identifikasi penyebab terjadinya masalah, memverifikasi penyebab tersebut, melakukan *brainstorming* dan memilih solusi, mengimplementasi solusi, dan membuat rencana pengendalian untuk memastikan perbaikan yang dilakukan dapat tetap terjaga [3].

D. CTQ (Critical to Quality)

CTQ merupakan parameter karakteristik yang dapat diukur dari sebuah produk atau sebuah proses yang harus mencapai spesifikasinya agar dapat memenuhi keinginan dan kebutuhan pelanggan [4].

E. Peta Kendali

Peta kendali merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur apakah suatu proses manufaktur berada di luar kendali atau di dalam kendali sehingga dapat menghasilkan produk dengan kualitas atau spesifikasi yang sesuai dengan target yang telah ditetapkan [5].

F. Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses menggambarkan kinerja dari sebuah proses dalam keadaan kendali statistik yang ditentukan oleh jumlah variabilitas yang timbul karena seluruh penyebab umum ada pada sistem [1].

G. Cause and Effect Diagram

Cause and effect diagram atau dikenal juga sebagai *fishbone diagram*, merupakan sebuah metode grafik yang dapat digunakan untuk melakukan analisis terhadap akar penyebab dari suatu masalah yang ada [6].

H. 5 Whys

5 whys atau *root cause analysis* merupakan sebuah alat sederhana yang dapat mengungkap akar masalah dengan cepat sehingga kita dapat segera mengatasi masalah tersebut [4].

I. Pengembangan Produk

Pengembangan produk merupakan sebuah tahapan atau aktivitas yang dilakukan perusahaan untuk menyusun, merancang, dan mengkomersialkan produk [7].

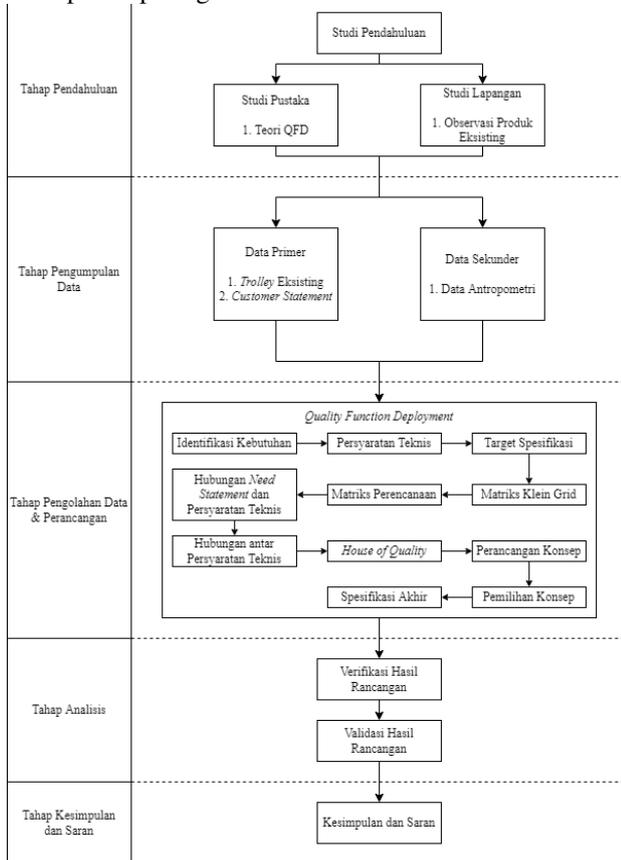
J. Quality Function Deployment (QFD)

Quality function deployment merupakan metode yang digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan pelanggan ke dalam spesifikasi sebuah produk [7].

III. METODE

A. Sistematika Perancangan

Sistematika perancangan pada tugas akhir ini ditampilkan pada gambar berikut:



GAMBAR 5 (Sistematika Perancangan)

B. Deskripsi Data

Terdapat data-data yang dibutuhkan dalam menunjang proses penyusunan tugas akhir ini seperti yang diuraikan pada tabel berikut:

TABEL 6 (Deskripsi Data)

No	Data	Jenis Data	
		Primer	Sekunder
1	Customer statement	Wawancara	-
2	Trolley Eksisting	Observasi	
3	Data antropometri	-	Studi literatur

Terdapat dua jenis data yang digunakan pada penyusunan tugas akhir ini, yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan dengan melakukan pengamatan secara langsung (observasi), melalui wawancara, atau dengan memberikan kuesioner. Data yang digunakan untuk merancang usulan perbaikan yaitu data customer statement yang diperoleh melalui wawancara dengan operator proses assembly serta data observasi trolley eksisting.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari arsip pengamatan dan penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh perusahaan seperti dokumen perusahaan atau studi literatur. Data yang digunakan untuk merancang usulan perbaikan yaitu data antropometri.

C. Data Trolley Eksisting

Sebelum dilakukan perancangan trolley usulan, perlu dilakukan observasi untuk mengetahui desain dan spesifikasi dari trolley eksisting yang digunakan. Berikut gambar dari trolley eksisting:



GAMBAR 6 (Trolley Eksisting)

Trolley eksisting memiliki kapasitas 24 unit part, memiliki panjang 100 cm, lebar 51 cm, tinggi 135 cm, dan tinggi handle 80 cm.

D. Data Antropometri

Data antropometri yang digunakan yaitu data tinggi mata dan tinggi siku masyarakat Indonesia dengan rentang usia 18 – 47 tahun yang didapatkan melalui website antropometri indonesia.

TABEL 7 (Data Antropometri)

Dimensi	D2 (Tinggi Mata)	D4 (Tinggi Siku)	D17 (Lebar Bahu)
Nilai (cm)	138,57	91,25	51,48
Persentil	5 th	5 th	95 th
Kegunaan	Sebagai pertimbangan dalam merancang tinggi trolley	Sebagai pertimbangan dalam merancang tinggi handle trolley	Sebagai pertimbangan dalam merancang lebar trolley
Alasan	Tinggi trolley tidak boleh melebihi tinggi mata operator agar tidak menghalangi pandangan operator	Tinggi handle trolley disesuaikan dengan tinggi siku operator	Lebar trolley disesuaikan dengan lebar bahu operator

E. Customer Statement

Customer statement didapatkan melalui wawancara dengan operator pada proses assembly:

TABEL 8 (Customer Statement)

Narasumber	Operator A
Jabatan	Operator Assembly
Pertanyaan	Customer Statement
Mengapa bapak menggunakan trolley ini?	Kalo pakai trolley bisa ngebantu untuk mindahin barang jadi lebih cepat

Apa hal yang bapak sukai ketika menggunakan <i>trolley</i> ini?	Desain <i>trolley</i> nya simpel dan cara pakai nya juga ngga susah
Apa hal yang tidak bapak sukai ketika menggunakan <i>trolley</i> ini?	Kalo hal yang ngga disukai sih ngga ada, selama ini nyaman-nyaman saja pakai <i>trolley</i> nya
Apa saja hal yang bapak pertimbangkan ketika menggunakan <i>trolley</i> ini?	Ukuran <i>trolley</i> nya jangan terlalu panjang atau terlalu tinggi
Apakah ada fitur tambahan yang bapak inginkan pada <i>trolley</i> ?	Kalo bisa ditambah sekat pemisah untuk masing-masing <i>part</i> nya

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Kebutuhan

Identifikasi kebutuhan dilakukan dengan melakukan identifikasi pada *customer statement* yang didapatkan dari hasil wawancara untuk mendapatkan *need statement* atau kebutuhan dari pengguna.

TABEL 9
(Need Statement)

No	Customer Statement	Need Statement
1	Kalo pakai <i>trolley</i> bisa ngebantu untuk mindahin barang jadi lebih cepat	Produk dapat memindahkan barang dalam jumlah banyak
2	Desain <i>trolley</i> nya simpel dan cara pakai nya juga ngga susah	Produk dirancang dengan sederhana Produk mudah digunakan
3	Ukuran <i>trolley</i> nya jangan terlalu panjang atau terlalu tinggi	Dimensi produk disesuaikan dengan kebutuhan operator
4	Kalo bisa ditambah sekat pemisah untuk masing-masing <i>part</i> nya	Produk memiliki sekat pemisah antar <i>part</i>

B. Persyaratan Teknis Produk

Langkah berikutnya yaitu menentukan persyaratan teknis produk yang dibutuhkan untuk setiap *need statement* yang ada.

TABEL 10
(Persyaratan Teknis)

No	Need Statement	Persyaratan Teknis	Satuan
1	Produk dapat memindahkan barang dalam jumlah banyak	Kapasitas produk	Unit
2	Produk dirancang dengan sederhana	Jumlah komponen	Unit
3	Produk mudah digunakan	Memerlukan keahlian khusus	Binary
4	Dimensi produk disesuaikan dengan	Panjang produk	cm
		Lebar produk	cm

	kebutuhan operator	Tinggi produk	cm
		Tinggi handle	cm
5	Produk memiliki sekat pemisah antar <i>part</i>	Jumlah sekat	Unit
		Jarak antar sekat	cm

C. Target Spesifikasi Produk

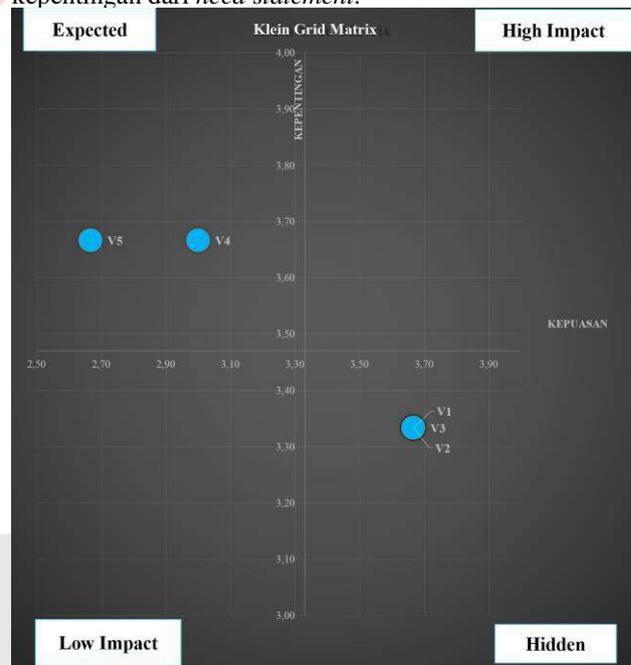
Setiap persyaratan teknis yang ada perlu ditentukan target nilai sebagai acuan dalam menentukan spesifikasi dari produk yang akan dirancang.

TABEL 11
(Target Spesifikasi Produk)

No	Persyaratan Teknis	Nilai	Satuan
1	Kapasitas produk	≥ 24	Unit
2	Jumlah komponen	≤ 5	Unit
3	Memerlukan keahlian khusus	Tidak	Binary
4	Panjang produk	100	cm
5	Lebar produk	51	cm
6	Tinggi produk	135	cm
7	Tinggi handle	91	cm
8	Jumlah sekat	≥ 1	Unit
9	Jarak antar sekat	> 5	cm

D. Matriks Klein Grid

Tahap selanjutnya yaitu membuat matriks klein grid untuk menentukan prioritas kebutuhan dalam perancangan. Matriks klein grid dibuat berdasarkan tingkat kepuasan dan kepentingan dari *need statement*.



GAMBAR 7
(Matriks Klein Grid)

E. Matriks Perencanaan

Setelah membuat matriks klein grid, langkah selanjutnya adalah membuat matriks perencanaan.

TABEL 12
(Matriks Perencanaan)

Kode	Need Statement	Matriks Klein Grid	Customer Satisfaction Performance	Importance to Customer	Goal	Improvement Ratio	Sales Point	Raw Weight	Normalized Raw Weight
V1	Produk dapat memindahkan barang dalam jumlah banyak	HID	3,67	3,33	3,50	0,95	1,2	3,82	0,17
V2	Produk dirancang dengan sederhana	HID	3,67	3,33	3,50	0,95	1,5	4,77	0,21
V3	Produk mudah digunakan	HID	3,67	3,33	3,50	0,95	1,2	3,82	0,17
V4	Dimensi produk disesuaikan dengan kebutuhan operator	EXP	3,00	3,67	3,33	1,11	1,2	4,89	0,22
V5	Produk memiliki sekat pemisah antar part	EXP	2,67	3,67	3,17	1,19	1,2	5,23	0,23
Jumlah								22,52	1,00

F. Hubungan antara Need Statement dan Persyaratan Teknis

Penentuan hubungan antara need statement dan persyaratan teknis dilakukan untuk mengetahui tingkat hubungan dari need statement dan persyaratan teknis dengan memberikan simbol sesuai dengan tingkat hubungannya. Nilai "0" menyatakan tidak ada hubungan, nilai "1" menyatakan mungkin berhubungan, nilai "3" menyatakan cukup berhubungan dan nilai "9" menyatakan sangat berhubungan. Hubungan antara need statement dan persyaratan teknis ditampilkan pada tabel berikut:

TABEL 13
(Hubungan antara Need Statement dan Persyaratan Teknis)

Need Statement \ Persyaratan Teknis	Kapasitas produk	Jumlah komponen	Memerlukan keahlian	Panjang produk	Lebar produk	Tinggi produk	Tinggi handle	Jumlah sekat	Jarak antar sekat
	Nilai								
Produk dapat memindahkan barang dalam jumlah banyak	9	0	0	0	0	0	0	1	1
Produk dirancang dengan sederhana	0	9	0	0	0	0	0	0	0
Produk mudah digunakan	0	0	9	0	0	0	0	0	0
Dimensi produk disesuaikan dengan kebutuhan operator	0	0	0	9	9	9	9	0	0
Produk memiliki sekat pemisah antar part	0	0	0	0	0	0	0	9	3

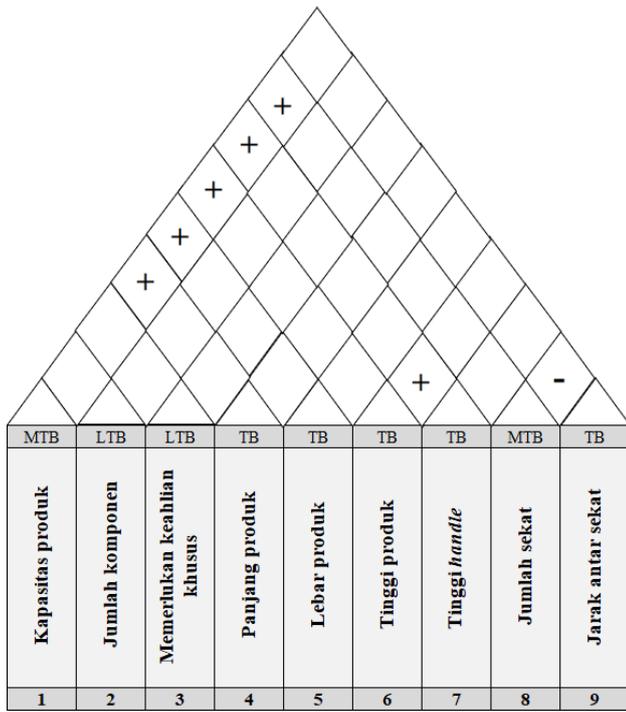
Hubungan antar persyaratan teknis digambarkan dengan simbol-simbol yang memiliki arti tertentu sebagaimana dijelaskan pada tabel berikut:

TABEL 14
(Simbol Hubungan antar Persyaratan Teknis)

Simbol	Hubungan	Keterangan
	Strong Positive	Hubungan kuat dan nilai berbanding lurus
	Moderate Positive	Hubungan sedang dan nilai berbanding lurus
(Kosong)	No Impact	Tidak ada hubungan
	Moderate Negative	Hubungan sedang dan nilai berbanding terbalik
	Strong Negative	Hubungan kuat dan nilai berbanding terbalik

Hubungan antar persyaratan teknis ditampilkan pada gambar berikut:

G. Hubungan antar Persyaratan Teknis



GAMBAR 8 (Hubungan antar Persyaratan Teknis)

H. House of Quality

Langkah selanjutnya adalah membuat *house of quality* dengan menggabungkan identifikasi kebutuhan, persyaratan teknis, hubungan antara kebutuhan pelanggan dengan persyaratan teknis, dan hubungan antar persyaratan teknis. HOQ ditampilkan pada gambar berikut:

Needs Statement	Direction of Goodness									Customer satisfaction performance	Importance to customers	Goal	Improvement ratio	Sales point	Raw weight	Normalized raw weight		
	MTB	LTB	LTB	TB	TB	TB	TB	MTB	TB									
1. Produk dapat memindahkan barang dalam jumlah banyak	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	3,67	3,31	3,50	0,95	1,20	3,82	0,17	
2. Produk dirancang dengan sederhana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3,67	3,31	3,50	0,95	1,50	4,77	0,21	
3. Produk mudah digunakan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,67	3,31	3,50	0,95	1,20	3,82	0,17	
4. Dimensi produk disesuaikan dengan kebutuhan operator	0	0	1,82571	0	0	0	0	0	0	0	3,00	3,67	3,31	1,11	1,20	4,99	0,22	
5. Produk memiliki sekat pemisah antar part	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,67	1,67	1,17	1,19	1,20	5,23	0,23	
Setras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2,67	1,67	1,17	1,19	1,20	5,23	0,23	
Unit	1,82571	3,65143	5,47714	7,30286	9,12857	10,95429	12,78000	14,60571	16,43143	18,25714	18,25714	18,25714	18,25714	18,25714	18,25714	18,25714	18,25714	18,25714
Target	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	100	100	100	100	100	100	100	100
Kontribusi	1,82571	3,65143	5,47714	7,30286	9,12857	10,95429	12,78000	14,60571	16,43143	18,25714	18,25714	18,25714	18,25714	18,25714	18,25714	18,25714	18,25714	18,25714
Normalisasi Kontribusi	0,01958	0,39161	0,58741	0,78322	0,97903	1,17484	1,37064	1,56645	1,76226	1,95807	1,95807	1,95807	1,95807	1,95807	1,95807	1,95807	1,95807	1,95807
Ranking	7	6	5	4	3	2	2	2	2	1	9	9	9	9	9	9	9	9

GAMBAR 9 (HOQ)

I. Perancangan Konsep

Dalam perancangan konsep, terdapat beberapa opsi rancangan yang dapat dipilih dan digunakan sebagai pertimbangan pada pemilihan konsep rancangan. Opsi rancangan ditampilkan pada tabel berikut:

TABEL 15 (Morphology Chart)

No	Persyaratan Teknis	Opsi 1	Opsi 2	Opsi 3
1	Kapasitas produk	Posisi peletakkan part vertikal	Posisi peletakkan part horizontal	Posisi peletakkan part vertikal & horizontal
2	Jumlah komponen	≤ 5		
3	Memerlukan keahlian khusus	Tidak		
4	Panjang produk	100 cm		
5	Lebar produk	51 cm		
6	Tinggi produk	135 cm		
7	Tinggi handle	91 cm		
8	Jumlah sekat	≥ 1		
9	Jarak antar sekat	> 5 cm		

Langkah berikutnya adalah merancang konsep produk dengan mengkombinasikan opsi-opsi yang tersedia sehingga terbentuk beberapa konsep rancangan dengan fitur dan spesifikasi yang berbeda-beda. Terdapat tiga konsep rancangan:

TABEL 16 (Perancangan Konsep)

No	Persyaratan Teknis	Konsep A	Konsep B	Konsep C
1	Kapasitas produk	Posisi peletakkan part horizontal	Posisi peletakkan part vertikal	Posisi peletakkan part vertikal & horizontal
2	Jumlah komponen	≤ 5	≤ 5	≤ 5
3	Memerlukan keahlian khusus	Tidak	Tidak	Tidak
4	Panjang produk	100 cm	100 cm	100 cm
5	Lebar produk	51 cm	51 cm	51 cm
6	Tinggi produk	135 cm	135 cm	135 cm
7	Tinggi handle	91 cm	91 cm	91 cm
8	Jumlah sekat	3	11	11 (part vertikal) & 3(part horizontal)
9	Jarak antar sekat	41 cm	5,5 cm	5,5 cm (part vertikal) & 41 cm (part horizontal)

J. Pemilihan Konsep

Tahap ini diawali dengan penentuan *selection criteria* berdasarkan *need statement* yang ada. Satu *selection criteria* dapat memuat lebih dari satu *need statement* jika *need statement* tersebut berada dalam kriteria yang sama.

TABEL 17 (Selection Criteria)

Need Statement	Selection Criteria
Produk dapat memindahkan barang dalam jumlah banyak	Kapasitas produk
Produk dirancang dengan sederhana	Produk mudah digunakan
Produk mudah digunakan	
Dimensi produk disesuaikan dengan kebutuhan operator	Ergonomi
Produk memiliki sekat pemisah antar part	Fitur tambahan produk

Setelah didapatkan kriteria penilaian, langkah selanjutnya adalah membandingkan masing-masing konsep dengan

produk eksisting dan memilih konsep dengan ranking terbaik berdasarkan *selection criteria* yang telah ditentukan. Terdapat simbol yang digunakan untuk membandingkan konsep dengan produk eksisting sebagaimana dijelaskan pada tabel berikut:

TABEL 18
(*Concept Screening Matrix*)

Selection Criteria	Konsep		
	A	B	C
Kapasitas produk	+	0	+
Produk mudah digunakan	0	0	-
Ergonomi	+	+	+
Fitur tambahan produk	+	+	+
Total +	3	2	3
Total 0	1	2	0
Total -	0	0	1
Net score	3	2	2
Rank	1	2	2
Continue?	Yes	No	No

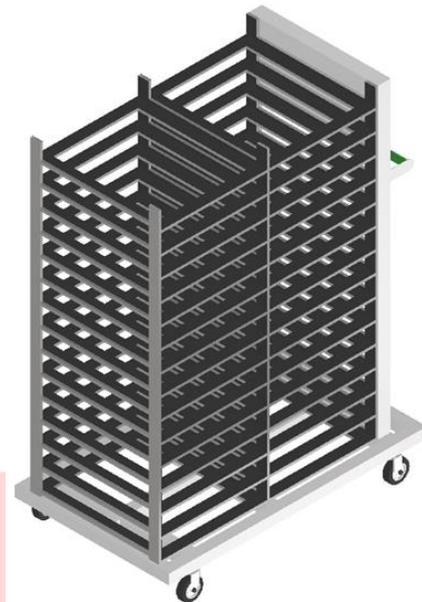
Setelah dilakukan perbandingan antara setiap konsep dengan produk eksisting berdasarkan *selection criteria*, konsep yang terpilih adalah konsep A karena berada di urutan pertama dengan *net score* sejumlah 3.

K. Hasil Rancangan

Berdasarkan konsep perancangan yang terpilih, dapat ditentukan spesifikasi akhir dari rancangan produk.

No	Spesifikasi	Nilai	Satuan
1	Kapasitas produk	30	Unit
2	Jumlah komponen	≤ 5	Unit
3	Memerlukan keahlian khusus	Tidak	Binary
4	Panjang produk	100	cm
5	Lebar produk	51	cm
6	Tinggi produk	135	cm
7	Tinggi handle	91	cm
8	Jumlah sekat setiap penyangga	3	Unit
9	Jarak antar sekat	41	cm

Setelah spesifikasi akhir ditentukan, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan desain 3D rancangan produk usulan menggunakan aplikasi Autodesk Inventor.



GAMBAR 10
(Desain Trolley)

V. KESIMPULAN

Rancangan *trolley* yang digunakan pada proses *assembly* memiliki dimensi panjang 100 cm, lebar 51 cm, tinggi 135 cm, dan tinggi *handle* 91 cm. *Trolley* yang memiliki kapasitas total sebanyak 30 unit *part*. *Trolley* memiliki sekat pada setiap penyangga *part*. Dengan diterapkannya produk usulan ini, diharapkan jumlah produk *defect* pada proses *assembly* dapat berkurang dari yang semula berjumlah 43.102 unit menjadi 21.361 unit dengan asumsi telah dilakukan implementasi produk usulan dan cacat *paint scratch* dapat hilang seluruhnya.

REFERENSI

- [1] Mitra, A. (2016). *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Kadim, A. (2017). *Penerapan Manajemen Produksi & Operasi di Industri Manufaktur*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- [3] Council for Six Sigma Certification. (2018). *Six Sigma: A Complete Step-by-Step Guide*. Buffalo: C.S.S.C.
- [4] Antony, J., Vinodh, S. & Gijo, E. V. (2016). *Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises*. Boca Raton: CRC Press.
- [5] Selvamuthu, D. & Das, D. (2018). *Introduction to Statistical Methods, Design of Experiments and Statistical Quality Control*. Singapore: Springer.
- [6] Zhan, W. & Xuru D. (2016). *Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineering Managers*. New York: Momentum Press.
- [7] Ulrich, K. T., Eppinger, S. D. & Yang, M. C. (2020). *Product Design and Development 7th Edition*. New York: McGraw-Hill.