

Perancangan Alat Ukur Untuk Pencampuran Pewarna Dan Air Untuk Perbaikan Proses *Dyeing* Menggunakan Metode Qfd Pada Pt. Central Georgette Nusantara Berdasarkan Hasil Analisis Menggunakan Metode Dmai

1st Hafizha Aqilaghazi
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

hafizhaghazi@student.telkomuniversity
.ac.id

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

marinayustianalubis@telkomuniversity.
.ac.id

3rd Yunita Nugrahaini Safrudin
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

yunitanugrahaini@telkomuniversity.ac.
id

Abstrak— PT. Central Georgette Nusantara merupakan perusahaan yang memproduksi kain *dyeing georgette* sebagai produsen utamanya. Berdasarkan data produksi perusahaan PT.CGN, masih terdapat bulan yang memproduksi produk defect di atas batas toleransi sehingga perlu dilakukannya analisis menggunakan pendekatan DMAI (Define, Measure, Analyze, Improve) dan analisis diagram fishbone dan 5 why's yang kemudian didapatkan permasalahan mengenai rancangan alat ukur untuk pencampuran pewarna dan air yang merupakan permasalahan utama pada penelitian ini dan didapatkan tujuan dari penelitian ini yaitu mendapatkan rancangan alat ukur untuk pencampuran pewarna dan air sehingga dapat menurunkan persentase produk defect kain *dyeing georgette*. Penelitian ini dilakukan perancangan alat ukur untuk pencampuran pewarna dan air menggunakan metode QFD. Pada langkah awal dilakukannya concept development untuk mengetahui konsep berdasarkan kebutuhan pengguna, lalu concept generation untuk mengetahui alternatif pilihan yang didapatkan berdasarkan pencarian internal dan eksternal, lalu tahap terakhir yaitu concept selection untuk memilih pilihan yang akan dikembangkan lebih lanjut sehingga didapatkan hasil rancangan berupa alat ukur untuk pencampuran pewarna dan air yang diasumsikan dapat mengurangi persentase produk defect sebesar 5,3% pada produksi kain *dyeing georgette*.

Kata kunci— six sigma, georgette, defect, QFD, DMAI

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kualitas produk merupakan kesesuaian dari sebuah produk tersebut yang menyamai atau melebihi tujuan dari penggunaannya sebagaimana yang dibutuhkan oleh para pelanggan sehingga perusahaan sangat perlu untuk menetapkan kualitas produk dan memastikan proses produksi berjalan lancar supaya produk dapat sesuai dengan harapan konsumen. Perusahaan PT. Central Georgette Nusantara merupakan perusahaan yang berfokus pada bidang textile.

Berdasarkan hasil observasi pada saat kunjungan perusahaan PT. Central Georgette Nusantara, terdapat beberapa jenis produk yang berbeda pada perusahaan PT. Central Georgette Nusantara, tetapi produk utama mereka yaitu kain *dyeing georgette*. Tetapi walaupun kain *georgette dyeing* merupakan kain dengan produksi terbanyak, produksi pada kain *georgette dyeing* juga merupakan kain dengan produk defect terbanyak dari produk lainnya. Oleh karena itu dengan banyaknya peminat pada kain *georgette* dan banyaknya produk defect pada kain tersebut, perusahaan ingin menjanjikan kain yang memiliki kualitas tinggi kepada pelanggan dengan menetapkan lima Critical to Quality (CTQ) produk kain *dyeing georgette*:

TABEL 1. 1
Tabel Critical to Quality

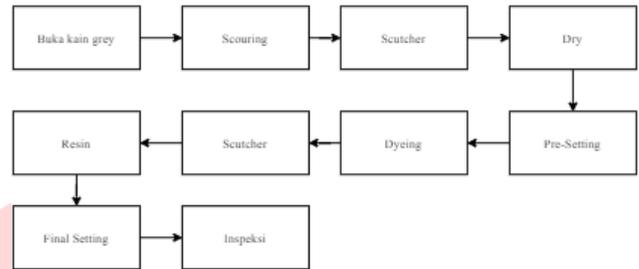
No	Critical to Quality	Keterangan
1	Warna kain sesuai pesanan	Warna kain sesuai dengan pesanan <i>customer</i> .
2	Lubang pada kain rapih	Tidak terdapat lubang di luar batas sisi kain (2cm).
3	Kain bersih	Tidak terdapat noda-noda pada kain.
4	Ukuran kain sesuai	Panjang pada kain sesuai dengan pesanan <i>customer</i> , lebar kain 1,12 m.
5	Kain halus dan lembut	Permukaan kain tidak kusut dan tidak kasar.

Walaupun produk kain *georgette dyeing* merupakan produk utama dari PT. Central Georgette Nusantara, tetapi masih terdapat beberapa produk *defect* pada proses produksinya seperti warna kain tidak sesuai, kain kotor, kain berlubang, dll. Berikut merupakan tabel produksi dan jumlah *defect* di PT. Central Georgette Nusantara pada bulan Januari – Oktober 2022:

TABEL 1.2
Tabel Produksi

Bulan	Jumlah Produksi Kain (m)
Januari	1.123.717
Februari	1.285.140
Maret	1.285.737
April	1.175.677
Mei	1.063.097
Juni	1.535.758
Juli	1.365.724
Agustus	1.449.225
September	1.377.812
Oktober	1.243.450
Total	12.905.337

define, kita menemukan permasalahan pada PT. CGN. Lalu, dilanjutkan dengan tahap *measure* yaitu mengukur kondisi permasalahan yang ditemukan seperti stabilitas dan kapabilitas. Lalu dilanjutkan dengan tahap *analyze* dengan menganalisa kondisi permasalahan dengan menggunakan *tools 5 why's*. Lalu pada saat kita telah mengidentifikasi permasalahan tersebut, dilakukan perancangan untuk perbaikan pada tahap *improve*. Pada tahap pertama diperlukan untuk mengidentifikasi alur proses seperti berikut:

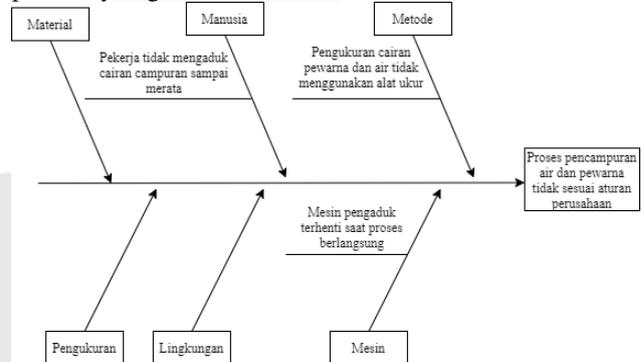


GAMBAR 1.2
Alur Proses

Berdasarkan alur dan ctq proses produksi pada gambar di atas, proses *dyeing* merupakan proses dengan penghasil produk *defect* terbanyak yaitu penghasil *defect* belang, bintik warna, dan oli. *Defect* belang dan bintik warna berasal dari ketidakmampuan pekerja untuk memenuhi ctq proses pencampuran cairan pewarna kain dan air dan mesin berjalan sempurna pada proses pencelupan. Untuk mengetahui lebih lanjut penyebab terjadinya kecacatan (*defect*) pada proses tersebut, dibuatkan akar-akar penyebab dalam diagram *fishbone* supaya dapat diketahui apa saja langkah-langkah yang perlu diperbaiki dalam proses produksi tersebut sehingga produk dapat mencapai standar atau CTQ perusahaan. Berikut merupakan diagram *fishbone* ctq pada proses *dyeing*:



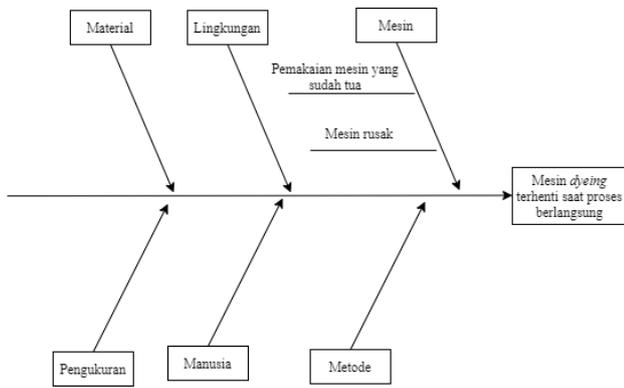
GAMBAR 1.1
Statistik Produk Defect



GAMBAR 1.3
Fishbone proses pencampuran air dan pewarna

Pada tabel dan gambar di atas, ditunjukkan bahwa masih terdapat bulan yang melebihi batas toleransi jumlah *defect* lalu diketahui bahwa level sigmanya yaitu 4,0758 sehingga dapat dikatakan bahwa masih terdapat beberapa masalah yang terjadi pada proses produksi kain *dyeing georgette* pada PT. Central Georgette Nusantara. Oleh karena itu, diperlukan adanya evaluasi atau perbaikan jalan proses produksi kain tersebut.

Penelitian ini berfokus untuk meminimalisir terdapatnya produk *defect* pada saat proses produksi berlangsung dengan menggunakan salah satu metode *six sigma* dengan pendekatan DMAI yang merupakan teknik pemecahan masalah yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dan proses dari suatu produk. DMAI sendiri merupakan singkatan dari *Define, Measure, Analyze, dan Improve*. Pada tahap



GAMBAR 1. 4
Fishbone mesin dyeing terhenti

Setelah didapatkannya hasil dari diagram *fishbone* diperlukan analisis menggunakan 5 *Why's*, berikut merupakan analisis 5 *Why's* dari masing- masing diagram *fishbone*:

TABEL 1. 3 5
Why's pencampuran pewarna dan air

Faktor	Penyebab	Why 1	Why 2	Why 3
Metode	Pekerja tidak memasukan cairan pewarna dan air sesuai takaran	Pekerja mengira-ngira takaran air dan cairan pewarna.	Tidak terdapat alat ukur untuk cairan pewarna dan air.	
Manusia	Pekerja tidak mengaduk cairan pewarna dan air sampai merata	Pekerja mengaduk cairan pewarna dan air tidak sesuai waktu instruksi	Pekerja mengaduk dengan terburu-buru	Hanya terdapat satu mesin pengaduk
Mesin	Mesin pengaduk terhenti saat proses berlangsung	Tidak adanya perawatan mesin	Perusahaan tidak memberikan pelatihan untuk perawatan mesin	

TABEL 1. 4 5
Why's mesin terhenti

Faktor	Penyebab	Why 1	Why 2	Why 3
Mesin	Pemakaian mesin yang sudah tua	Perusahaan bersikukuh memakai mesin yang sudah tua	Perusahaan ingin menekan uang pengeluaran	

Mesin	Mesin rusak	Tidak adanya perawatan mesin	Perusahaan tidak memberikan pelatihan untuk perawatan mesin.	Perusahaan ingin menekan uang pengeluaran
-------	-------------	------------------------------	--	---

Setelah dilakukannya analisis mengenai gagalnya proses pencampuran cairan pewarna dan air dan mesin *dyeing* terhenti saat proses berlangsung menggunakan diagram *fishbone* dan analisis 5 *why's*, berikut didapatkan alternatif solusi:

TABEL 1. 5 A
Alternatif Solusi pencampuran pewarna dan air

Faktor	Penyebab	Alternatif Solusi
Metode	Pengukuran takaran cairan pewarna dan air tidak menggunakan alat ukur.	Pembuatan alat untuk mengukur takaran cairan pewarna dan air.
Manusia	Pekerja tidak mengaduk cairan pewarna dan air sampai merata.	Penambahan mesin pengaduk cairan pewarna dan air.
Mesin	Mesin pengaduk terhenti saat proses berlangsung.	Pembuatan jadwal perawatan mesin pengaduk cairan.

TABEL 1. 6
Alternatif Solusi mesin terhenti

Faktor	Penyebab	Alternatif Solusi
Mesin	Pemakaian mesin yang sudah tua	Pembelian mesin yang lebih baru atau part pengganti mesin yang sudah tua.
Mesin	Mesin rusak	Pembuatan jadwal perawatan mesin <i>dyeing</i> .

Setelah didapatkannya alternatif solusi pada gambar di atas, peneliti memutuskan untuk melakukan perancangan pembuatan alat ukur cairan pewarna dan air dikarenakan pengukuran cairan pewarna dan air merupakan dasar dari keseluruhan proses *dyeing* sehingga penelitian ini berjudul **“PERANCANGAN ALAT UKUR UNTUK PENCAMPURAN PEWARNA DAN AIR UNTUK PERBAIKAN PROSES DYEING MENGGUNAKAN METODE QFD PADA PT. CENTRAL GEORGETTE NUSANTARA BERDASARKAN HASIL ANALISIS MENGGUNAKAN METODE DMAI”**

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana rancangan alat ukur cairan pewarna dan air untuk meminimalisir *defect* pada proses *dyeing* di produksi kain *dyeing georgette* pada PT. Central Georgette Nusantara?

C. Tujuan Penelitian

1. Memberikan rancangan alat ukur untuk proses *dyeing* kain *georgette* pada perusahaan PT. Central Georgette Nusantara.

D. Manfaat Penelitian

1. Pengurangan persentasi jumlah produk defect.
2. Mengurangi kemungkinan terdapat produk cacat (defect) pada proses *dyeing*.

II. KAJIAN TEORI

A. Six Sigma

Menurut Allen (2019) *Six Sigma* merupakan metodologi pemecahan masalah yang terorganisir dan sistematis untuk perbaikan sistem strategis, pengembangan produk, dan layanan baru yang bergantung pada metode statistik dan ilmiah yang bertujuan untuk mengurangi tingkat kecacatan yang ditentukan oleh pelanggan atau perbaikan dalam variabel keluaran utama.[1]

B. DMAIC

DMAIC adalah teknik pemecahan masalah yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dan proses dari suatu produk. DMAIC sering dikaitkan dengan aktivitas *six sigma*, dan hampir seluruh aktivitas *six sigma* menggunakan proses DMAIC untuk manajemen dan penyelesaian proyek. Huruf pada DMAIC merupakan akronim dari lima langkah; *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* [2].

C. Define

Tujuan dari *define* adalah untuk mengidentifikasi peluang proyek dan untuk memverifikasi atau mengonfirmasi bahwa peluang tersebut mewakili potensi keberhasilan yang sah [2].

D. Measure

Tujuan dari *measure* adalah untuk mengevaluasi dan mengerti keadaan proses saat ini [2].

E. Analyze

Tujuan dari *analyze* adalah untuk menggunakan data dari *measure* untuk memulai menentukan akar penyebab permasalahan pada proses dan untuk memahami perbedaan sumber variabilitas [2].

F. Improve

Proses *improve* merupakan proses untuk memikirkan apa saja perubahan spesifik yang bisa dibuat dalam proses dan hal lain yang bisa dilakukan untuk memiliki dampak yang diinginkan pada kinerja proses. [2]

G. Control

Proses *control* adalah proses untuk menyelesaikan pekerjaan atau kegiatan yang tersisa dan untuk melepaskan proses yang ditingkatkan kepada pemilik proses bersama dengan rencana pengendalian proses dan prosedur lain yang diperlukan untuk memastikan bahwa keuntungan dari proyek akan dilembagakan [2]

H. Diagram Fishbone

Menurut A, Vandy Pramujaya (2019), diagram *fishbone* merupakan suatu metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah kualitas dan titik kontrol yang

meliputi empat jenis bahan atau peralatan, tenaga kerja dan metode. Alasan yang terkait dengan setiap kategori terkadang dikaitkan dengan cabang yang berbeda selama proses *brainstorming* [3]

I. Analysis 5 Why's

Analisis 5 *why's* merupakan alat yang digunakan untuk mengungkapkan sebuah masalah lebih dalam lagi terkait dengan akar masalah tersebut. Untuk mengungkapkan permasalahan pada metode 5 *why's* yaitu dengan melontarkan pertanyaan “mengapa” sebanyak lima kali untuk bisa sampai ke akar permasalahan tersebut. Pada saat diajukan pertanyaan “mengapa”, pertanyaan “mengapa” tersebut perlu difokuskan kepada kegagalan proses masalah tersebut berada. [4]

J. Quality Function Development

Quality Function Deployment merupakan salah satu tools untuk menerjemahkan kebutuhan para pelanggan ke dalam suatu karakteristik teknik [5]. QFD merupakan tools perencanaan yang berfokus pada perancangan kualitas ke dalam produk atau layanan dengan memasukkan kebutuhan dari para pelanggan [6].

K. House of Quality

House of Quality merupakan suatu proses pemahaman dengan cara merangkum serta membuat matriks perencanaan produk berdasarkan kebutuhan, keinginan, dan ekspektasi dari para pelanggan [7]

III. METODE

Penelitian ini menggunakan metode Six Sigma dengan pendekatan DMAI dan metode perancangan Quality Function Deployment dengan tools House of Quality. Berikut merupakan tahapan dari sistematika perancangan:

Tahap pengumpulan data berisikan total produksi, alur proses produksi, alat eksisting, customer statement, kepuasan pelanggan, kepentingan pelanggan didapatkan dari melakukan observasi, wawancara, dan menyebar kuisioner kepada operator pada ruang pencampuran cairan pewarna dan air dan ketua shift proses produksi *dyeing*.

Tahap pengolahan data berisikan data sebelumnya diolah menjadi informasi seperti persentase produk defect, level sigma, diagram fishbone, FMEA, dan customer need yang dipakai pada tahap perancangan.

Tahap perancangan berisi proses perancangan dengan mengikuti tahapan pada metode Quality Function Deployment seperti Concept Development yang berisi Customer need, Technical Response, Matrix Klein Grid, Planning Matrix, dan House of Quality, lalu Concept Generation yang berisi alternatif pilihan fitur perancangan, dan Concept Selection yang berisi Concept Screening dan Concept Scoring untuk pemilihan alternatif yang akan dikembangkan lebih lanjut.

Tahap verifikasi dan validasi yang berisi verifikasi dan validasi hasil rancangan yang telah dirancang pada tahap sebelumnya bahwa sudah sesuai dengan permintaan dan kebutuhan dari stakeholder.

IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berdasarkan alur produksi dapat diketahui bahwa alur produksi dengan peluang *defect* terbanyak ada pada proses *dyeing* dan setelah dilakukannya analisis menggunakan *fishbone* dan 5 *why's* dapat diketahui bahwa ketidakterediaan alat ukur cairan pewarna dan air merupakan masalah utama pada proses *dyeing*. Oleh karena itu penyusunan tugas akhir ini berfokus pada perbaikan alat ukur untuk proses pencampuran warna atau obat warna dan air. Berikut merupakan gambar dari alat ukur eksisting untuk proses pencampuran cairan warna dan air pada PT. Central Georgette Nusantara:



GAMBAR 4.1
Alat Eksisting

Sebelum dilakukannya perbaikan pada proses yang bermasalah, diperlukan analisis sasaran dan tujuan yang dituju untuk perbaikan tersebut. Peneliti melakukan analisis sasaran dan tujuan yang dituju untuk perbaikan alat ukur cairan pewarna dengan menggunakan metode 5W+1H:

TABEL 4.1
Analisis 5W+1H

5W + 1H	Keterangan
<i>What</i>	Alat pengukur takaran cairan pewarna dan air
<i>When</i>	Pada saat pengukuran cairan pewarna dan air
<i>Where</i>	Ruang racik pewarna
<i>Who</i>	Operator pencampur cairan pewarna dan air
<i>Why</i>	1. Supaya takaran pewarna dan air sesuai dengan instruksi perusahaan. 2. Untuk meminimalisir terjadinya cacat belang yang disebabkan oleh ketidakseimbangan takaran cairan pewarna.
<i>How</i>	Dengan memakai alat ukur khusus untuk cairan pewarna, operator dapat mengukur cairan pewarna sesuai takaran perusahaan terlebih dahulu sebelum dicampurkan dengan air.

A. Concept Development

Tahap ini merupakan tahap awal dalam perancangan metode Quality Function Deployment (QFD). Tahap ini terdapat tahap customer needs yang berisi need statement, lalu setelah didapatkannya need statement kemudian dilakukan tahap penentuan spesifikasi produk pada tahap

technical response yang akan dipakai pada tahap concept generation dan concept selection.

1. Customer Needs

Tahap Customer needs merupakan tahap untuk mengidentifikasi kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan oleh pelanggan atau disebut need statement. Need statement didapatkan melalui proses wawancara pada kepala shift proses produksi kain dyeing georgette. Berikut merupakan need statement yang didapatkan berdasarkan wawancara kepada kepala shift:

TABEL 4.2
Need Statement

Need Statement	Kode
Produk memiliki penanda skala	V1
Produk memiliki ukuran yang sesuai	V2
Produk mudah digunakan	V3

2. Technical Response

Setelah didapatkannya need statement pada tahap customer need. Selanjutnya akan dilakukan analisis pengembangan need statement lebih detail supaya dapat memenuhi kebutuhan dan harapan dari para konsumen. Berikut merupakan tabel dari technical response:

TABEL 4.3
Technical Response

Need Statement	Technical Response
Produk memiliki penanda skala	Penanda skala
Produk memiliki ukuran yang sesuai	Diameter produk
	Tinggi Produk
	Kapasitas Produk
Produk mudah digunakan	Fitur Roda
	Fitur Gagang
	Warna Produk Cerah
	Tutup Produk
	Pendorong Produk

Setelah didapatkannya technical response untuk mengetahui kebutuhan dan harapan konsumen lebih detail. Selanjutnya dilakukan spesifikasi dari masing-masing technical response. Berikut merupakan spesifikasi dari technical response:

TABEL 4.4
Spesifikasi

Technical Response	Spesifikasi	Unit
Penanda Skala	>15	L
Diameter Produk	>=28	Cm
Tinggi Produk	>=27,5	Cm
Kapasitas Produk	>15	L
Fitur Roda	>0	Unit
Fitur Gagang	Yes / no	Binary
Warna Produk Cerah	Yes / no	Binary
Tutup produk	Yes / no	Binary
Pendorong produk	>=40	Cm

3. Matriks Klein Grid

Selanjutnya yaitu tahap pembuatan Matriks Klein Grid, tahap ini dilakukan untuk mengetahui prioritas kebutuhan

dalam rancangan alat yang akan dibuat. Setelah dilakukannya pengisian kuisioner oleh para operator, dilakukannya rekapitulasi hasil kuisioner pada tabel berikut:

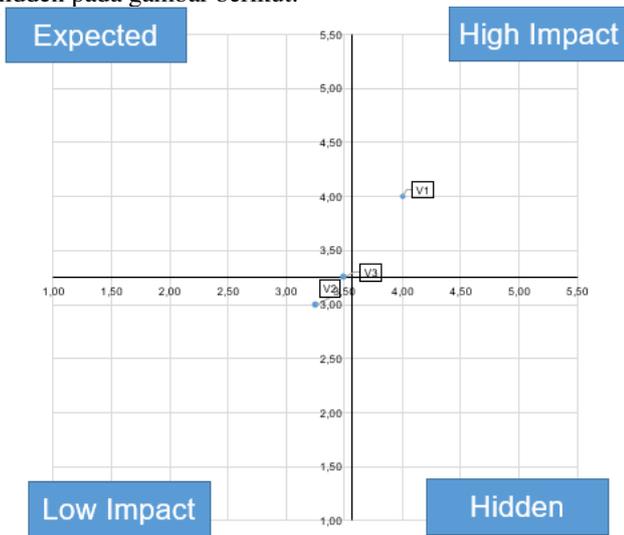
TABEL 4.5
WAP Kepuasan

Weighted Average Performance (Kepuasan Pelanggan)		
V1	V2	V3
4	3,25	3,5
Titik Potong		3,58

TABEL 4.6
WAP Kepentingan

Weighted Average Performance (Kepentingan Pelanggan)		
V1	V2	V3
4	3	3,25
Titik Potong		3,42

Setelah dilakukannya rekapitulasi hasil kuisioner (Weighter Average Performance) pada kepuasan dan kepentingan pelanggan. Selanjutnya akan dilakukan pemetaan matriks klein grid untuk mengetahui atribut mana yang merupakan expected, high impact, low impact, dan hidden pada gambar berikut:



GAMBAR 4.2
Matrix Klein Grid

TABEL 4.7
Keterangan Matriks

Variabel	Expected	High Impact	Low Impact	Hidden
	V3	V1	V2	

4. Planning Matrix

Setelah didapatkan variabel pada matriks klein grid, berikutnya yaitu pembuatan planning matrix yang akan digunakan pada pembuatan House of Quality. Berikut merupakan tabel dari Planning Matrix:

TABEL 4.8
Tabel Planning Matrix

No	Need Statement	Matriks Klein Grid	Customer Satisfaction Performance	Importance to Customer	Goal	Improvement Ratio	Sales Point	Raw Weight	Normalized Raw Weight	Percentage
1	Produk memiliki penanda skala	HI M	4	4	4	1	1,5	6	0,47	32 %
2	Produk memiliki ukuran yang sesuai	LI M	3,25	3	3,13	0,96	1	2,88	0,23	23 %
3	Produk mudah digunakan	EX P	3,5	3,25	3,38	0,96	1,2	3,76	0,30	25 %
Total			10,75	10,25	10,50	2,93	3,7	12,65	1	80 %

5. House of Quality

Setelah didapatkannya matriks klein grid dan tabel perencanaan matrix, berikutnya merupakan pembuatan HoQ. Berikut merupakan tabel dan gambar dari HoQ:

Needs Statement	Technical Response									Normalized raw weight
	Penanda Skala	Diameter Produk	Tinggi Produk	Kapasitas Produk	Flur Roda	Flur Gagang	Warna Produk Cerah	Tutup Produk	Pendongk Produk	
Produk memiliki penanda skala	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0	0	0,47
Produk memiliki ukuran yang sesuai	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4745	0	0	0,281
Produk mudah digunakan	0,0	2,1	2,1	2,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2974
Unit	Binary	cm	cm	kg	Binary	Binary	Binary	Binary	cm	
Raw Weight	6,9	2,9	2,9	2,9	2,7	2,7	3,2	2,9	2,7	
Normalized Raw Weight	0,23258	0,0986	0,0986	0,0986	0,08961	0,08961	0,1055	0,09725	0,08961	
Ranking	1	3	3	3	7	7	2	6	7	

GAMBAR 4.3
House of Quality

B. Concept Generation

Tahap berikutnya yaitu concept generation, tahap ini dilakukan untuk mengetahui konsep produk yang dipilih dari hasil technical response. Pada tahap ini terdapat peta morfologi yang berisi alternatif untuk masing-masing dari technical response produk. Berikut peta morfologi dari alat pengukur usulan:

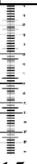
TABEL 4.9
Concept Generation

Technica 1 Response	Alternatif		
	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

Penanda skala (Liter)	 15	 18	 20
Diameter Produk (cm)	28	38	
Tinggi Produk (cm)	27,5	32,5	
Kapasitas Produk (cm)	15	18	20
Fitur Roda (unit)	0	1	2
Fitur Gagang	 Kiri kanan	 Atas	
Warna Produk Cerah	 Putih	 Transparan	
Tutup Produk	Tidak terdapat tutup	 Terdapat tutup	
Pendorong Produk (cm)	 40	 60	 80

Setelah didaptkannya alternatif dari masing-masing technical response, selanjutnya yaitu digabungkannya beberapa alternatif tersebut menjadi opsi-opsi yang akan dipilih mana yang terbaik untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut pada tabel berikut ini:

TABEL 4. 10
Alternatif Opsi

Technical Response	Opsi		
	Opsi 1	Opsi 2	Opsi 3
Penanda skala	 15	 18	 20
Diameter Produk	28	28	36

Tinggi Produk	27,5	32,5	32,5
Kapasitas Produk	15	18	20
Fitur Roda	0	1	2
Fitur Gagang	 Atas	 Atas	 Kiri Kanan
Warna Produk Cerah	 Transparan	 Putih	 Transparan
Tutup Produk	 Terdapat tutup	Tidak terdapat tutup	 Terdapat tutup
Pendorong Produk	 40	 60	 80

C. Concept Selection

Setelah didaptkannya tiga opsi pada pada tahap concept generation, berikutnya yaitu tahap concept selection. Concept selection merupakan tahap evaluasi konsep yang didapatkan dari tahap sebelumnya sehubungan dengan kebutuhan pelanggan dan kriteria lainnya, tahap ini membandingkan kelebihan dan kekurangan dari opsi yang tersedia dan dipilih satu opsi untuk penyelidikan, pengujian, dan pengembangan lebih lanjut. Sebelum dilakukannya pengujian pemilihan, perlu dilakukannya penghubungan antara need statement dan stakeholder needs yang menghasilkan selection criteria seperti berikut:

TABEL 4. 11
Selection Criteria

Need Statement	Selection Criteria
Produk memiliki penanda skala	Standar Produk Sesuai
Produk memiliki ukuran yang sesuai	
Produk mudah digunakan	Produk mudah digunakan
Stakeholder Needs	Biaya Produksi
	Pembuatan Keamanan

1. Concept Screening

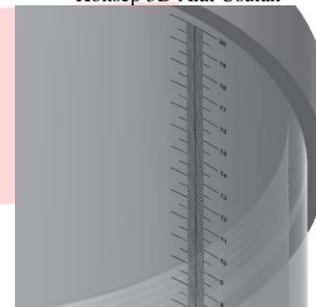
Setelah didaptkannya selection criteria, berikutnya yaitu tahap concept screening. Pada tahap concept screening dilakukan penilaian pada seluruh opsi yang didapatkan pada tahap concept generation. Pada tahap concept screening terdapat tiga nilai yaitu “+” yang berarti opsi lebih baik dari referensi, “-” yang berarti opsi lebih buruk dari referensi, dan “0” yang berarti opsi sama dengan referensi. Berikut merupakan tabel concept screening:

TABEL 4. 12
Concept Screening

Selection Criteria	Ops			Referensi
	Ops 1	Ops 2	Ops 3	
Standar Produk Sesuai	+	+	+	0
Produk Mudah Digunakan	-	0	+	0
Biaya Produksi	-	-	-	0
Pembuatan Keamanan	+	+	+	0
Jumlah +	2	2	3	
Jumlah 0	0	1	0	
Jumlah -	2	1	1	
Net Score	0	1	2	
Peringkat	3	2	1	
Lanjutkan ?	COMBINE	COMBINE	YA	



GAMBAR 4. 4
Konsep 3D Alat Usulan



GAMBAR 4. 5
Konsep 3D Alat Usulan Tampak Dekat

2. Concept Scoring

Setelah dilakukannya penilaian dan pemeringkatan pada tahap concept screening, selanjutnya dilakukan tahap concept scoring yaitu tahap untuk menentukan opsi manakah yang layak untuk dikembangkan dengan cara menjumlahkan setiap nilai bobot yang didapatkan dari perkalian rating dan persentase bobot. Berikut merupakan tabel concept scoring:

TABEL 4. 13
Concept Scoring

Selection Criteria	Persentase Bobot	Ops			
		Ops 1 dan 2		Ops 3	
		Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot
Standar Produk Sesuai	55%	5	2,75	5	2,75
Produk Mudah Digunakan	25%	4	1	5	1,25
Biaya Produksi	15%	2	0,3	1	0,15
Pembuatan Keamanan	5%	3	0,15	3	0,15
Nilai Total		4,25		4,3	
Peringkat		2		1	
Lanjutkan?		TIDAK		YA	

D. Hasil Rancangan

Setelah melewati tahap pengembangan konsep, concept generation, dan concept selection didapatkan hasil berupa opsi 3 yang akan dikembangkan lebih lanjut oleh peneliti. Berikutnya merupakan pembuatan desain 3D menggunakan aplikasi Autodesk Inventor Professional dengan spesifikasi opsi yang sudah terpilih yaitu opsi 3. Berikut merupakan hasil rancangan spesifikasi dan desain 3D:

Dengan spesifikasi rancangan:

TABEL 4. 14
Spesifikasi Hasil Rancangan

Spesifikasi	Value
Penanda skala	20L
Diameter produk	36cm
Tinggi Produk	32,5cm
Kapasitas Produk	20L
Fitur Roda	Terdapat 2 buah roda pada bagian bawah rancangan.
Fitur Gagang	Terdapat gagang pada kiri dan kanan rancangan.
Warna Produk Cerah	Produk berwarna transparan.
Tutup Produk	Terdapat tutup produk pada bagian atas produk.
Pendorong Produk	80cm.

V. VALIDASI DAN EVALUASI HASIL RANCANGAN

A. Validasi Hasil Rancangan

Tahap validasi ini berfungsi untuk mengetahui apakah alat yang diusulkan sudah sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk meminimalisir terjadinya cacat. Berikut merupakan tabel validasi dari usulan alat ukur cairan pewarna:

TABEL 5. 1
Validasi Hasil Rancangan

Kategori Validasi	Target Validasi	Pemenuhan
Target Kinerja	Berkurangnya persentase jumlah	Penggunaan alat ukur cairan

	produk dengan <i>defect</i> belang.	pewarna dan air dapat mengurangi persentase terjadinya produk dengan <i>defect</i> belang sebesar 75%
Need Statement	Produk memiliki penanda skala	Pada alat usulan terdapat skala pada dinding alat sebesar 0 – 20L
	Produk memiliki ukuran yang sesuai	Alat usulan memiliki dimensi sebesar 36x32,5cm dengan kapasitas 20L.
	Produk mudah digunakan	Pada alat usulan terdapat gagang pada sisi kiri dan kanan untuk memudahkan pengangkatan alat, 2 buah roda dan dorongan supaya mudah dipindahkan, dan tutup alat usulan supaya cairan tidak tumpah saat dipindahkan.
Standar Acuan	Spesifikasi rancangan dipilih berdasarkan nilai terbesar pada tahap <i>concept scoring</i> .	Spesifikasi rancangan yang terpilih merupakan opsi 3 dengan nilai pada tahap <i>concept scoring</i> sebesar 4.3

B. Evaluasi Hasil Rancangan

1. Kelebihan dan Kekurangan Alat Usulan

TABEL 5. 2
Kelebihan dan Kekurangan Alat Usulan

Kelebihan	Kekurangan	Solusi
Terdapat penanda skala pada alat usulan sehingga operator dapat mengukur cairan pewarna dan cairan air.	Setelah alat usulan digunakan, akan terdapat bekas warna cairan yang telah dipakai.	Diperlukannya penyucian alat usulan setelah 3 – 5 pakai untuk tetap menjaga warna transparan alat usulan.
Alat usulan memiliki kapasitas hingga 20L yang berarti lebih besar 5L dari alat eksisting.		
Terdapat fitur roda dan gagang		

pada alat usulan untuk memudahkan operator mengangkat dan memindahkan alat usulan.		
--	--	--

2. Perubahan Persentase Produk Defect

Pemberian usulan alat ukur cairan pewarna dan air ditujukan untuk mengurangi persentase cacat yang diakibatkan oleh proses pencampuran cairan pewarna dan air yang tidak seimbang sehingga terjadi cacat belang. Dengan adanya usulan alat ukur cairan pewarna dan air, peneliti berharap dapat mengurangi terjadinya cacat belang sebanyak 75%. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa total persentase produk defect telah turun sebesar 5,3%.

3. Perhitungan Level Sigma Baru

TABEL 5. 3
Perhitungan Level Sigma Baru

Bulan	Jumlah Produksi (a)	Jumlah Produk Defect (b)	CT Q (c)	DPMO $(b/(a \times c)) \times 10^6$	Nilai Sigma
Januari	1.123.717	25.168	5	4479,464	4,1136
Februari	1.285.140	24.888	5	3873,236	4,1629
Maret	1.285.737	24.531	5	3815,866	4,1679
April	1.175.677	23.517	5	4000,589	4,1520
Mei	1.063.097	20.518	5	3859,949	4,1641
Juni	1.535.758	26.476	5	3447,874	4,2018
Juli	1.365.724	26.910	5	3940,767	4,1571
Agustus	1.449.225	25.133	5	3468,406	4,1999
September	1.377.812	30.892	5	4484,247	4,1133
Oktober	1.243.450	23.248	5	3739,314	4,1747
Total	12.905.337	251.281	5	3894,211	4,1611

4. Estimasi Biaya Usulan

TABEL 5. 4
Estimasi Biaya

No	Komponen	Kuantitas	Biaya	Sumber
1	Plastik HDPE	2,6m	Rp165.000	Shopee
2	Cat hitam	200gram	Rp15.960	Shopee
3	Roda	2 buah	Rp15.198	Tokopedia
4	Besi	2meter	Rp8.000	Shopee
Total			Rp204.158	

C. Analisis dan Rencana Implementasi Rancangan

Pada tahap ini, peneliti menyusun aspek-aspek yang perlu dipersiapkan oleh perusahaan supaya alat usulan dapat digunakan dengan optimal. Berikut merupakan aspek yang perlu dipersiapkan oleh perusahaan yaitu:

1. Aspek Money

Untuk dilakukannya pengimplementasian alat ukur cairan pewarna dan air usulan, perusahaan perlu menyiapkan dana sekitar Rp204.158 untuk melakukan perancangan alat usulan.

2. Aspek Man

Pada saat dilakukannya pengimplementasian alat ukur cairan pewarna dan air usulan, dibutuhkan pelatihan operator mengenai cara penggunaan dan perawatan alat usulan tersebut. Pelatihan penggunaan alat usulan diperlukan supaya alat usulan dapat bekerja dengan optimal dan pelatihan perawatan alat usulan diperlukan supaya alat usulan dapat awet atau tidak mudah rusak.

3. Aspek Information

Dengan adanya alat pengukur cairan baru, perusahaan perlu memastikan bahwa seluruh operator terutama pada divisi obat mengenai alat pengukur cairan baru.

[5] Ulrich, K., Eppinger, S. D., & Yang, M. C. (2020). *Product Design and Development 7th ed.* New York: McGraw-Hill Education.

[6] Mitra, A. (2016). *Fundamentals of quality control and improvement 4th ed.* New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

[7] P, J. F., & Cohen, L. (2009). *Quality Function Deployment and Six Sigma: A QFD Handbook 2nd ed.* Indiana: Pearson Education, Inc

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancangan menggunakan pendekatan DMAI dengan metode perancangan Quality Function Deployment didapatkan hasil rancangan alat ukur seperti pada tabel 4.4 untuk cairan pewarna dan air dengan diameter 36cm, tinggi 32,5cm, dan kapasitas 20L. Terdapat fitur dua roda, gagang pada kiri dan kanan alat untuk memudahkan operator memindahkan dan mengangkat alat usulan. Lalu untuk warna alat yaitu transparan dengan desain skala liter pada dinding alat sehingga memudahkan operator untuk mengukur cairan pewarna dan air. Lalu, Dengan dilakukannya pengimplementasian alat ukur usulan diharapkan dapat mengurangi persentase jumlah produk defect sebesar 5,3% dari persentase jumlah produk defect eksisting dengan asumsi pengurangan produk defect belang sebesar 75% dan level sigma sebesar 0,1 – 0,2.

REFERENSI

[1] Allen, T. T. (2019). *Introduction to Engineering Statistics and Lean Six Sigma: Statistical Quality Control and Design of Experiments and Systems Volume 3*. London: Springer.

[2] Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to Statistical Quality Control (8th ed.)*. New York: Wiley.

[3] Zhan, W., & Ding, X. (2016). *Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineers Manager*. New York: Momentum Press.

[4] Antony, J., Vinodh, S., & Gijo, E. V. (2016). *Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises*. Boca Raton: CRC Press.