

# PERANCANGAN *MATERIAL HANDLING EQUIPMENT* PADA PROSES PENGGILINGAN KE OKSIDASI ENZIMATIS BUBUK TEH MENGGUNAKAN METODE PERANCANGAN PRODUK RASIONAL PADA PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII RANCABALI

Imelia Rizki Lestari<sup>1</sup>, Rino Andias Anugraha<sup>2</sup>, Muhammad Iqbal<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

<sup>1</sup>imeliarizkilestari@gmail.com, <sup>2</sup>rinoandias@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>muhiqbal@telkomuniversity.ac.id

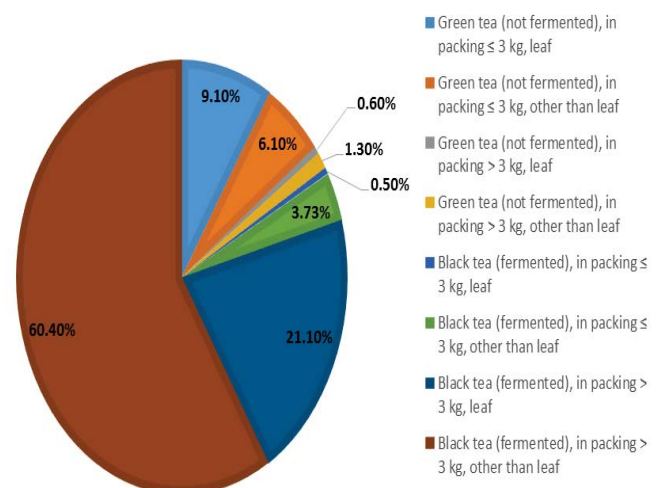
**Abstrak**—PT Perkebunan Nusantara VIII Rancabali merupakan salah satu perusahaan pengolahan teh hitam ortodoks di Indonesia yang menghasilkan dua belas jenis teh hitam untuk dijual di dalam negeri maupun diekspor ke beberapa negara. Kualitas teh yang dihasilkan oleh perusahaan ini tentunya akan mempengaruhi harga teh yang akan dijual. Dalam proses pengolahan teh hitam ortodoks, proses oksidasi enzimatis merupakan proses yang paling menentukan kualitas bubuk teh yang akan dihasilkan nantinya, sehingga dibutuhkan pengawasan ketat terhadap ketentuan teknis proses tersebut. Proses oksidasi enzimatis pada PT Perkebunan Nusantara VIII Rancabali mulai terjadi saat bubuk teh digiling pada proses penggilingan dan akan berhenti saat bubuk teh dikeringkan pada proses pengeringan. Pada proses penggilingan ke oksidasi enzimatis ditemukan pelaksanaan ketentuan teknis proses oksidasi enzimatis bubuk teh yang tidak sesuai. Dengan menggunakan metode perancangan produk rasional oleh Nigel Cross diharapkan dapat memperbaiki sistem *material handling existing* menjadi *continue* dan sesuai dengan ketentuan teknis proses tersebut, sehingga dapat memaksimalkan kualitas bubuk teh yang akan dihasilkan. Perumusan rekomendasi disusun berdasarkan pengolahan data, analisis data, dan diskusi dengan pihak perusahaan yang bertujuan untuk memaksimalkan proses oksidasi enzimatis. Rekomendasi yang diberikan adalah desain perancangan *material handling equipment* dengan jenis *industrial truck* khususnya *four-wheel hand truck* yang disesuaikan dengan ketentuan dalam proses oksidasi enzimatis.

**Kata kunci:** *four-wheel hand truck*, *material handling equipment*, Nigel Cross, teh hitam ortodoks, metode perancangan produk rasional.

## I. PENDAHULUAN

Teh merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia yang cukup penting sebagai penghasil devisa negara sesudah minyak dan gas. Mutu teh Indonesia yang terus mengalami penurunan, penurunan mutu secara timbal balik juga mengakibatkan penurunan harga jual. Dari tujuh jenis produk ekspor teh pada Gambar 1, terdapat dua jenis teh yang paling besar volume ekspornya yaitu *Other Black Tea (Fermented)*

*Dust* yang volumenya pada tahun 2009 mencapai 66,075 ton atau sekitar 68.68% dari total volume ekspor teh dan kemudian *Other Black Tea (Fermented) Leaf* dengan volume ekspor sebesar 13.677 ton atau sekitar 14.22% [1].



Gambar 1 Perbandingan Volume Teh Ekspor Berdasarkan Jenis Tahun 2013

PT Perkebunan Nusantara VIII Rancabali merupakan salah satu perusahaan besar pengolahan teh hitam orthodoks di Indonesia yang sebagian besar hasilnya diekspor ke luar Indonesia. Pada proses pengolahan teh hitam ortodoks, proses oksidasi enzimatis merupakan proses terpenting dari seluruh proses lainnya karena pada proses ini terjadi reaksi antara enzim dengan udara sehingga membentuk karakteristik teh hitam yaitu rasa, warna pekat dan kenampakan hitam [2]. Untuk memenuhi kualitas yang maksimal, proses oksidasi haruslah dilakukan sesuai dengan ketentuan teknis yang telah ditentukan. Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa proses oksidasi enzimatis daun teh yang dialami saat ini melebihi waktu proses yang seharusnya.

Penumpukan yang terjadi pada mesin pegeringan disebabkan oleh spesifikasi *material handling equipment* yang digunakan menyebabkan operator harus menuangkan seluruh bubuk teh pada tray ke mesin pegeringan secara menumpuk. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan sistem *material handling* yang *continue* agar bubuk teh masuk ke dalam mesin pegeringan tanpa adanya waktu fermentasi yang berlebihan, sehingga dilakukan perbaikan terhadap *material handling equipment* pada proses oksidasi enzimatis [2].

TABEL I  
WAKTU PROSES OKSIDASI ENZIMATIS

No.	Waktu Proses (menit)	No.	Waktu Proses (menit)
1	124.13	16	124.75
2	126.17	17	125.90
3	125.57	18	125.95
4	126.00	19	125.75
5	126.23	20	125.95
6	126.07	21	126.05
7	125.28	22	125.70
8	126.17	23	124.55
9	126.12	24	124.72
10	124.93	25	125.52
11	125.30	26	124.22
12	126.28	27	124.65
13	125.67	28	124.55
14	124.83	29	125.93
15	124.03	30	125.60

Selain waktu proses oksidasi enzimatis yang berlebihan, ada beberapa penyimpangan yang terjadi terhadap ketentuan teknis proses oksidasi enzimatis yang terjadi pada ruang penggilingan dan oksidasi enzimatis, seperti yang dijelaskan berikut.

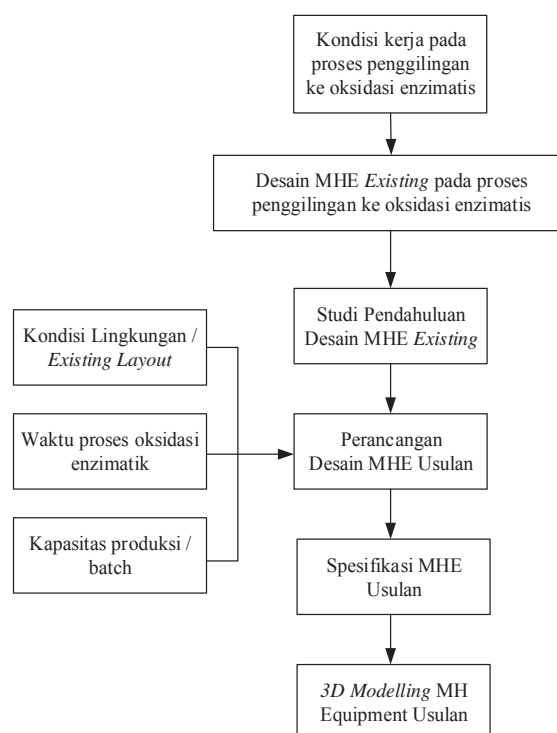
1. Dalam sekali pemindahan bahan terdapat tujuh nampan dalam satu *material handling equipment*, sedangkan dalam satu waktu yang dihasilkan oleh mesin ayakan di ruang penggilingan hanya menghasilkan lima nampan. Dengan demikian akan menyebabkan bubuk yang diangkat dalam satu *material handling equipment* tidak seragam waktu proses oksidasi enzimatisnya. Peralatan penanganan material yang ada tidak seragam dan akan menyebabkan atas atau di bawah fermentasi dalam proses oksidasi enzimatis.
2. Ketinggian tumpukan sebaran bubuk teh pada nampan yang melebihi ketentuan teknis yang seharusnya yaitu  $\pm 12$  cm karena tidak adanya pengukuran ulang atau indikator ketinggian bubuk.
3. Nampan yang digunakan memiliki ketinggian 4 cm, sedangkan tinggi tumpukan optimal dalam proses oksidasi yang 10 cm, sehingga menyebabkan tumpukan bubuk teh pada nampan tidak merata dan akan menyebabkan proses oksidasi enzimatis tidak merata pada seluruh bubuk teh.

Untuk mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan sistem penanganan material yang *continue* dan mendukung ketentuan teknis proses oksidasi enzimatis. Penelitian ini difokuskan pada

perancangan *material handling equipment* pada proses penggilingan ke oksidasi enzimatis untuk memperbaiki kondisi kerja pada proses oksidasi enzimatis yang terjadi. Diharapkan dengan perbaikan *material handling equipment* mampu meningkatkan dan menjaga konsistensi kualitas teh yang dihasilkan dan meningkatkan harga jual teh untuk ekspor.

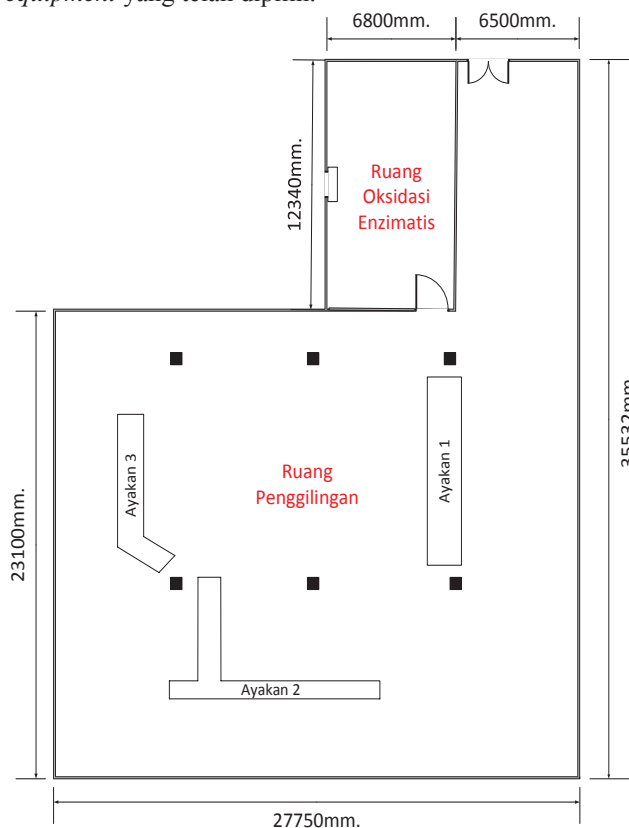
## II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode perancangan produk rasional oleh Nigel Cross. Metode perancangan produk rasional oleh Nigel Cross merupakan metode perancangan produk yang menggunakan pendekatan yang lebih sistematis dalam proses perancangan dibandingkan dengan metode kreatif [3]. Adapun tahapan yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan metode perancangan rasional oleh Nigel Cross yaitu *clarifying objectives, establishing functions, setting requirements, determining characteristics, generating alternatives*, dan *evaluating alternatives*. Dengan tahapan penelitian menggunakan metode tersebut, terdapat langkah kerja dalam perancangan *material handling equipment* usulan seperti yang ditampilkan pada Gambar 2. Proses oksidasi enzimatis berlangsung saat teh mulai digiling sampai bubuk akan dikeringkan, sehingga saat proses pemindahan bubuk teh dari proses penggilingan ke oksidasi enzimatis masih terjadi proses oksidasi. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancangan *material handling equipment* yang dapat membantu proses pemindahan material dari ruang oksidasi ke oksidasi enzimatis.



Gambar 2 Model Konseptual Penelitian

Penelitian ini membutuhkan desain *material handling equipment* dengan mengamati variabel kebutuhan untuk kesuksesan hasil desain. Variabel kebutuhan ini merupakan tujuan dan batasan dari perancangan *material handling equipment* yang didapatkan dari hasil identifikasi dan pengumpulan data dengan observasi langsung dan wawancara untuk menentukan atribut baru yang akan menjadi masukan dalam proses perancangan. Wawancara dilakukan terhadap kepala pabrik PT Perkebunan Nusantara VIII Rancabali yang memahami dan mengontrol seluruh proses pengolahan teh hitam ortodoks. Input data yang dibutuhkan dalam proses perancangan penelitian ini adalah kondisi lingkungan/tata letak *existing* yang ditunjukkan pada Gambar 3, waktu proses oksidasi enzimatis pada Tabel II, dan kapasitas produksi per *batch* sebesar 120 kg. *Input* data tersebut kemudian digunakan sebagai variabel kebutuhan untuk mendukung proses perancangan *material handling equipment*. *Input* data tersebut kemudian diproses dan disesuaikan dengan tujuan desain dan batasan perancangan untuk menghasilkan spesifikasi *material handling equipment*. Spesifikasi tersebut kemudian digunakan untuk merancang 3D *Modelling* konsep *material handling equipment* yang telah dipilih.



Gambar 3 Tata Letak *Existing* Ruang Penggilingan dan Oksidasi Enzimatis

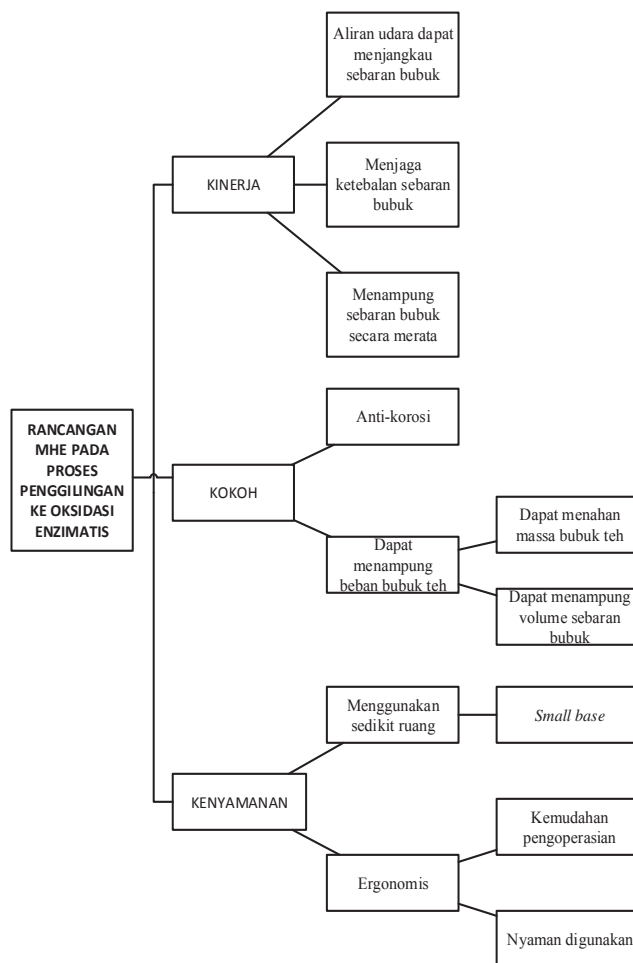
TABEL II  
WAKTU PROSES OKSIDASI ENZIMATIS

	Waktu proses oksidasi enzimatis
Bubuk I:	120 menit
Bubuk II:	120 – 130 menit
Badag:	160 – 180 menit

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. *Clarifying Objectives*

*Clarifying Objectives* merupakan tahap awal yang dilakukan dengan cara menetapkan tujuan dari perancangan. Pada tahap ini, alat bantu yang digunakan adalah *Objectives Tree* yang membantu dalam mengidentifikasi tujuan dan subtujuan dari perancangan beserta hubungan antara keduanya. Daftar tujuan diperoleh dari hasil pengamatan peneliti, pertanyaan yang diajukan ke *client* dan ketentuan teknis proses oksidasi yang sudah divalidasi ke *client (customer)* [3]. Berikut daftar tujuan perancangan initial *material handling equipment* usulan proses penggilingan ke oksidasi disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 *Objective Tree* Perancangan *Material Handling Equipment* Usulan

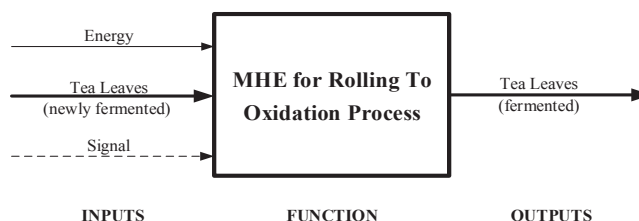
Dari tujuan perancangan *material handling equipment* usulan dan identifikasi *material handling equation* pada TABEL III, jenis *material handling equipment* yang memiliki karakteristik yang paling mendekati dengan tujuan perancangan dan karakteristik *material handling system* pada proses penggilingan ke oksidasi enzimatis yaitu jenis *Industrial Truck*.

TABEL III  
MATERIAL HANDLING EQUIPMENT

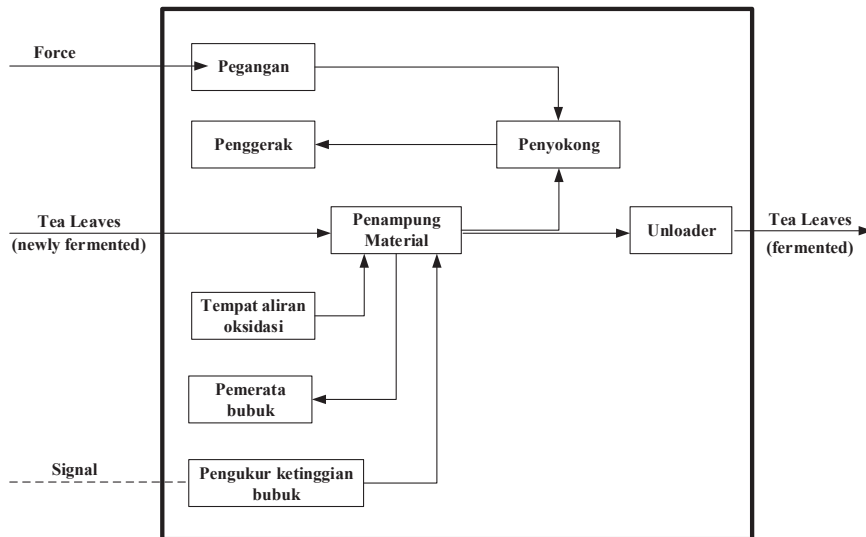
	Karakteristik Peralatan		Jenis Material Handling Equipment					
			Conveyors		Cranes and Hoists		Industrial Trucks	
MATERIAL	Volume	Sedang - relatif tinggi	Tinggi		Rendah, sedang	v	Rendah, sedang, relatif tinggi	v
	Jenis	Bulk, unit load	Individual item, unit load, bulk	v	Individual item, unit load, variety	v	Individual item, unit load, variety	v
	Bentuk	Seragam	Teratur, seragam, tak beraturan	v	Tak beraturan		Teratur, seragam	v
	Ukuran	Seragam	Seragam		Campuran, beragam		Campuran atau seragam	v
	Berat	Sedang	Ringan, sedang, berat, merata	v	Berat		Sedang, berat	v
PERPINDAHAN	Jarak	Sedang	Kemana saja, relatif tak terbatas		Sedang, dalam wilayahnya		Sedang, 75-90 meter	v
	Laju, Kecepatan	Variabel	Seragam, variabel		Variabel, tak beraturan		Variabel	v
	Frekuensi	Berselang	Kontinu		Berselang, tak teratur		Berselang	v
	Asal, Tujuan	Dapat berubah	Tetap		Dapat berubah	v	Dapat berubah	v
	Area Cakupan	Variabel	Point to point		Terbatas wilayah dalam jalur		Variabel	v
	Urutan	Tetap	Tetap	v	Dapat berubah		Dapat berubah	
	Lintasan	Dapat berubah	Mekanis, fixed point to fixed point		Dapat berubah	v	Dapat berubah	v
	Rute	Variabel, sepanjang daerah yang ditetapkan	Tetap, area to area		Variabel, tanpa jalur		Variabel, sepanjang daerah yang ditetapkan	v
	Lokasi	Indoors	Indoors, outdoors	v	Indoors, outdoors	v	Indoors, outdoors	v
	Persimpangan Lintas	Dapat melewati, maneuver, tanpa akibat	Masalah dalam jalan simpang		Dapat melewati, tanpa akibat	v	Dapat melewati, maneuver, tanpa akibat	v
	Fungsi Utama	Tumpuk, maneuver, bawa, bongkar-muat	Angkut, proses/ simpan selama perpindahan		Angkat & bawa, meletakkan		Tumpuk, maneuver, bawa, bongkar-muat	v
	% Operasi Transportasi	Rendah	Harus tinggi		Rendah	v	Rendah	v
	METODE	Metode Pendukung Muatan	Container	Tidak ada, atau container		Penggantung; palet, gerobak, tidak ada		Dari bawah; pallet, gerobak, container
Karakteristik Bongkar-muat		Dilakukan sendiri; dimana saja tempat yang tersedia	Otomatis, manual tempat-tempat terancang	v	Manual, dilakukan sendiri, dimana saja	v	Dilakukan sendiri; dimana saja tempat yang tersedia	v
Operasi Pelaksanaan Pemuatan		Biasanya ada; dapat dikendalikan jarak jauh	Tidak ada		Mungkin atau tidak mungkin, biasanya ada		Biasanya ada; dapat dikendalikan jarak jauh	v
KARAKTERISTIK RANCANGAN	Clear height	Sedang	Jika cukup, pengangkut dapat ke atas		Tinggi		Rendah, sedang, tinggi	v
	Kapasitas Beban Lantai	Sedang	Tergantung pada jenis kegiatan		Sedang, tinggi		Sedang, tinggi	v
	Permukaan Jalan	Ya	Tidak diperlukan		Tidak diperlukan		Harus tepat	v
	Aisles	Harus cukup	Tidak diperlukan		Tidak diperlukan		Harus cukup	v
	Daerah padat	Tidak	Biasa	v	Baik	v	Buruk	v

### B. Establishing Function

Tahapan kedua pada proses perancangan *material handling equipment* usulan adalah *establishing function* yang menetapkan fungsi-fungsi yang dilakukan dan batas-batas sistem rancangan. Pada tahapan ini alat bantu yang digunakan yaitu *Analysis Function* yang menggambarkan sistem *input-output* dari proses yang akan dialami di rancangan *material handling equipment* usulan. Berikut *black box model* dari rancangan *material handling equipment* usulan pada Gambar 5. Subfungsi-subfungsi tersebut kemudian digambarkan melalui *block diagram* (*transparent box model*) yang menunjukkan interaksi antarsubfungsi yang dipaparkan pada Gambar 6.



Gambar 5 Diagram Black Box Material Handling Equipment Usulan



Gambar 6 Transparent Box Material Handling Equipment Usulan

### C. Setting Requirements

Setelah fungsi dari perancangan *material handling equipment* usulan ditetapkan, maka yang dilakukan selanjutnya dalam proses perancangan ini adalah menetapkan kebutuhan yang bertujuan untuk membuat spesifikasi perancangan yang akurat bagi designer [3]. Penetapan kebutuhan dilakukan dengan bantuan *Performance Specification Model* yang disajikan pada Tabel IV.

TABEL IV  
SPESIFIKASI PERFORMANSI MATERIAL HANDLING EQUIPMENT USULAN

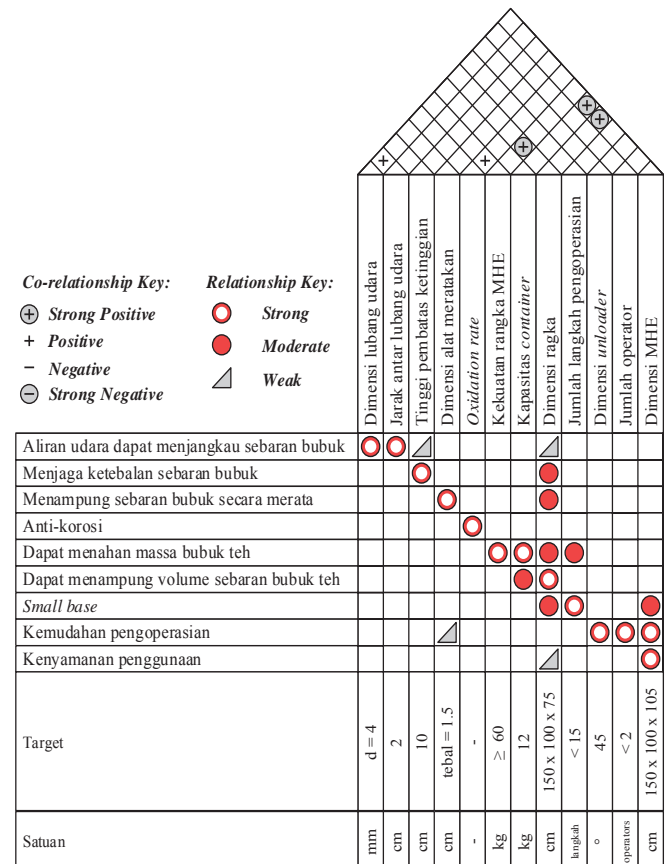
Tujuan Perancangan	Parameter	Batasan
1 Aliran udara dapat menjangkau sebaran bubuk	Temperatur sebaran bubuk	24°-28°C
2 Menjaga ketebalan sebaran bubuk	Ketebalan sebaran bubuk	10 cm
3 Menampung sebaran bubuk secara merata	Kerataan sebaran bubuk	-
4 Anti-korosi	Anti-korosi	-
5 Dapat menahan massa bubuk teh	Kapasitas / MHE	5 tray
6 Dapat menampung volume sebaran bubuk	Kapasitas /tray	> 12 kg
7 <i>Small base</i>	Dimensi dasar	80 x 103 cm
8 Kemudahan pengoperasian	Jumlah langkah kerja	< 15 steps
9 Kenyamanan penggunaan	Kenyamanan penggunaan	-

Spesifikasi kinerja yang telah ditetapkan kemudian dapat digunakan sebagai ukuran dalam tahap keenam, yaitu *Evaluating Alternatives* untuk melihat apakah solusi yang telah dirancang sesuai dengan kriteria yang ditentukan.

### D. Determining Characteristics

Hubungan antara karakteristik dan atribut produk sangat erat, perancang membuat keputusan tentang sifat fisik produk yang ditentukan dari karakteristik teknis produk tersebut, karakteristik tersebut kemudian ditentukan dari atribut produk yang dapat memenuhi kebutuhan *customer*. Oleh karena itu,

dibutuhkan interpretasi atau pendefinisian dari atribut produk ke karakteristik teknik produk dengan menggunakan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk membantu *designer* dalam merancang *material handling equipment* usulan agar memiliki batasan yang ingin dicapai lebih terukur. Penentuan karakteristik perancangan *material handling equipment* usulan ini dilakukan dengan menggunakan *Quality Function Deployment* (QFD) dapat dilihat pada Gambar 7.



E. *Generating Alternatives*

Tahap *Generating Alternatives* merupakan proses logis dari pemecahan masalah yang menghasilkan beberapa alternatif atau solusi konsep yang belum ada. Alat bantu yang digunakan pada tahapan ini yaitu *Morphological Chart*. Dengan metode ini semua subsolusi dari setiap fungsi akan dikombinasikan untuk membentuk alternatif atau solusi konsep. *Morphological chart* akan kehilangan kegunaannya ketika jumlah kolom solusi melebihi tiga atau empat [4], sehingga subsolusi yang memungkinkan dari setiap fungsi dari *material handling equipment* usulan adalah seperti yang disajikan pada Tabel V.

TABEL V  
 SUBSOLUSI FUNGSI *MATERIAL HANDLING EQUIPMENT* USULAN

Fungsi	Sub-solusi		
1 Container	Rectangular	Circle	Half slot
2 Frame	1 Layer	> 1 Layer	Lifting mechanism
3 Unloader	Shovel	Sloping sides	Hole
4 Driver	Castor	Pneumatic wheel	-
5 Holder	Side by side	Front side	One point
6 Hole	Circle	Square	Hexagon
7 Flattening	Flat	Curve	Hand
8 Measuring	Ruler	Tape measure	Indicator
9 Prevent	Material tray: Aluminium	Material tray: Stainless Steel	-

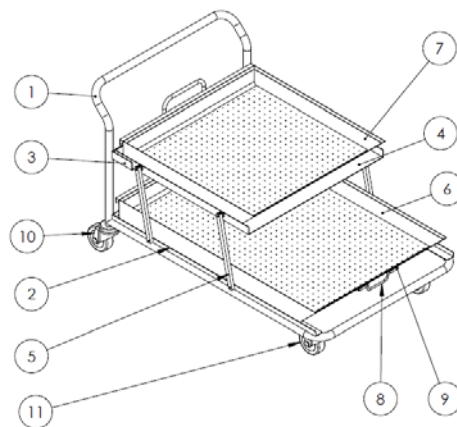
Secara teoretikal jumlah konsep yang dihasilkan dari kombinasi subsolusi tersebut adalah  $3 \times 3 \times 3 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 13.122$  kombinasi. Dengan jumlah kombinasi yang terlalu besar, perlu dilakukan pereduksian terhadap kombinasi yang ada agar tim perancang dapat fokus dalam mengembangkan konsep. Terdapat dua cara dalam melakukan reduksi kombinasi konsep, pertama, sebuah subsolusi yang tidak layak pada sebuah fungsi dapat dieliminasi sebelum dikombinasikan dengan subsolusi lainnya. Subsolusi yang tidak layak itu adalah subsolusi yang independen dan mempunyai performansi yang paling buruk di antara subsolusi lainnya. Cara kedua yaitu dengan mengeliminasi seluruh kombinasi yang memiliki pasangan kombinasi yang tidak cocok/mungkin [3][4]. Setelah dilakukan pereduksian pertama terhadap subsolusi *circle*, *half slot*, *shovel*, *pneumatic wheel*, *one point*, *square*, *hexagon*, *curve*, *hand*, *rulee*, *tape measure*, dan aluminium, diperoleh dua belas kombinasi konsep yang disajikan pada Tabel VI. Dari dua belas kombinasi konsep tersebut terdapat kombinasi subsolusi yang tidak memungkinkan yaitu kombinasi subsolusi >1 *layer* dengan *hole*, sehingga semua konsep yang memiliki kombinasi subsolusi tersebut dieliminasi dan menghasilkan sepuluh konsep yang layak yaitu konsep A, B, C, D, E, F, G, H, I, dan J.

F. *Evaluating Alternatives*

*Evaluating alternatives* merupakan tahap pemilihan alternatif konsep yang terbaik diantara alternatif konsep lainnya yang terbentuk pada tahap *generating alternatives*. Evaluasi

alternatif hanya dapat dilakukan dengan mempertimbangkan tujuan bahwa desain yang seharusnya dicapai dengan menggunakan *Weighted Objectives*. Tujuan dari metode ini adalah untuk membandingkan nilai utilitas dari desain alternatif sehubungan dengan tujuan desain, atas dasar kinerja terhadap bobot tujuan yang berbeda-beda [3]. Pada tahap ini, evaluasi konsep dilakukan dengan menggunakan dua cara yaitu *screening concept* dan *scoring concept* untuk menilai dan mengevaluasi kemampuan setiap konsep terhadap tujuan perancangan. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap konsep A, B, C, D, E, F, G, H, I, dan J pada Tabel VII dan Tabel VIII, konsep yang terbaik berdasarkan kriteria penilaian yang terpilih yaitu Konsep H.

Dari hasil proses metode perancangan produk rasional untuk *material handling equipment* usulan pada proses penggilingan ke oksidasi enzimatis dengan spesifikasi akhir pada Tabel IX dan dengan perbandingan antara *material handling equipment* usulan dan *existing* pada Tabel X. Desain *material handling equipment* usulan memiliki kelebihan dan kekurangan dari *material handling equipment existing* yang digunakan. Namun, *material handling equipment* usulan ini dirancang dan pemilahan konsep yang berdasarkan tujuan perancangan yang telah ditentukan pada tahap pertama perancangan.



Gambar 8 Konsep H

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Frame	1
2	Bottom Support	1
3	Top Support	1
4	Lifting Support	1
5	Link Support	4
6	Tray 1	1
7	Tray 2	1
8	Handle for Tray 1	1
9	Assembly for handle	2
10	Break castor	2
11	Free Castor	2

Gambar 9 *Bill of Material* Konsep H

TABEL VI  
MORPHOLOGICAL CHART MATERIAL HANDLING EQUIPMENT USULAN

Konsep	Subsolusi								
	Container	Frame	Unloader	Driver	Holder	Hole	Flattening	Measuring	Prevent
A	Rectangle	1 Layer	Sloping Sides	Castor	Side by side	Circle	Flat	Indicator	Stainless Steel
B	Rectangle	1 Layer	Sloping Sides	Castor	Front side	Circle	Flat	Indicator	Stainless Steel
C	Rectangle	1 Layer	Hole	Castor	Side by side	Circle	Flat	Indicator	Stainless Steel
D	Rectangle	1 Layer	Hole	Castor	Front side	Circle	Flat	Indicator	Stainless Steel
E	Rectangle	> 1 Layer	Sloping Sides	Castor	Side by side	Circle	Flat	Indicator	Stainless Steel
F	Rectangle	> 1 Layer	Sloping Sides	Castor	Front side	Circle	Flat	Indicator	Stainless Steel
Elimntd	Rectangle	> 1 Layer	Hole	Castor	Side by side	Circle	Flat	Indicator	Stainless Steel
Elimntd	Rectangle	> 1 Layer	Hole	Castor	Front side	Circle	Flat	Indicator	Stainless Steel
G	Rectangle	Lifting Mech.	Sloping Sides	Castor	Side by side	Circle	Flat	Indicator	Stainless Steel
H	Rectangle	Lifting Mech.	Sloping Sides	Castor	Front side	Circle	Flat	Indicator	Stainless Steel
I	Rectangle	Lifting Mech.	Hole	Castor	Side by side	Circle	Flat	Indicator	Stainless Steel
J	Rectangle	Lifting Mech.	Hole	Castor	Front side	Circle	Flat	Indicator	Stainless Steel

TABEL VII  
SCREENING CONCEPT

Kriteria Pemilihan	Konsep										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Ref.
Aliran udara dapat menjangkau sebaran bubuk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Menjaga ketebalan sebaran bubuk	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Menampung sebaran bubuk secara merata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Anti-korosi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Dapat menahan massa bubuk teh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Dapat menampung volume sebaran bubuk	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	0
Small base	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0
Kemudahan pengoperasian	-	-	-	-	0	0	+	+	-	-	0
Kenyamanan penggunaan	-	+	-	+	-	0	-	+	-	+	0
<i>Sum + 's</i>	4	5	4	5	3	3	5	6	4	5	0
<i>Su m 0's</i>	1	1	1	1	4	5	1	1	1	1	9
<i>Sum - 's</i>	4	3	4	3	2	1	3	2	4	3	0
<i>Net Score</i>	0	2	0	2	1	2	2	4	0	2	0
<i>Rank</i>	8	2	8	2	7	2	2	1	8	2	8
<i>Continue?</i>	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	No	No

TABEL VIII  
SCORING CONCEPT

Kriteria Pemilihan	Bobot (%)	Konsep							
		D		D		F		H	
		Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score
Aliran udara dapat menjangkau sebaran bubuk	16.12	3	0.45	3	0.45	3	0.45	3	0.45
Menjaga ketebalan sebaran bubuk	16.12	3	0.45	3	0.45	3	0.45	3	0.45
Menampung sebaran bubuk secara merata	16.12	3	0.45	3	0.45	3	0.45	3	0.45
Anti-korosi	9.67	3	0.3	3	0.3	3	0.3	3	0.3
Dapat menahan massa bubuk teh	9.67	2	0.2	2	0.2	3	0.3	3	0.3
Dapat menampung volume sebaran bubuk	9.67	4	0.4	4	0.4	1	0.1	3	0.3
Small base	3.22	1	0.5	1	0.5	4	2	3	1.5
Kemudahan pengoperasian	12.9	3	0.375	2	0.25	1	0.125	5	0.625
Kenyamanan penggunaan	6.06	1	0.075	1	0.075	3	0.225	4	0.3
<i>Total Score</i>		3.2		3.075		4.4		4.675	
<i>Rank</i>		4		5		3		1	
<i>Continue?</i>		No		No		No		Develop	

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data, analisis data, dan usulan yang telah dibuat, maka diperoleh kesimpulan yang mengacu pada tujuan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Jenis *material handling equipment* yang cocok pada proses penggilingan ke oksidasi enzimatis adalah jenis *industrial truck* khususnya *four-wheel hand truck*. Untuk mencapai tujuan perancangan yaitu untuk meningkatkan kemampuan *material handling equipment* terhadap ketentuan teknis proses oksidasi enzimatis, maka *material handling equipment* usulan dirancang dengan ukuran 160x105.2x105 cm, memiliki dua layer penyimpanan yang menggunakan *lifting mechanism*, dengan batas ketinggian bubuk sebesar 10 cm pada tray, memiliki alat bantu meratakan bubuk teh yang ditampung, lubang udara sebesar 4mm dengan jarak antarlubang 2 cm, *unloader* berupa sisi miring, dan pengoperasiannya yang dapat dilakukan oleh satu operator.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. 2013. [Online]. Available: [http://www.bps.go.id/hasil\\_publicasi/flip\\_2011/5504001/index11.php?pub=Statistik%20Teh%20Indonesia%202010](http://www.bps.go.id/hasil_publicasi/flip_2011/5504001/index11.php?pub=Statistik%20Teh%20Indonesia%202010). [Accessed 21 December 2014].
- [2] R. Soedradjat. *Panduan Pengolahan Teh Hitam Ortodoks Sistem Penggilingan Kontinu*. Bandung: Penerbit ITB.
- [3] N. Cross. *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design, Third penyunt*. England: John Wiley, 2000.
- [4] K. T. Ulrich dan S. D. Eppinger, *Product Design and Development, 5th penyunt*. New York: McGraw-Hill, 2012.

TABEL IX

SPESIFIKASI AKHIR *MATERIAL HANDLING EQUIPMENT* USULAN

Karakteristik Teknis	Nilai	Satuan
Dimensi lubang udara	d = 4	mm
Jarak antar lubang udara	2 cm	cm
Batas ketinggian bubuk teh	10 cm	cm
Dimensi alat bantu meratakan	40 x 15 x 1.5	cm
<i>Oxidation rate</i>	-	-
Kapasitas MHE	75	kg
Kapasitas Tray 1	45	kg
Kapasitas Tray 2	30	kg
Dimensi rangka	160 x 105.2 x 85	cm
Jumlah langkah pengoperasian	10	steps
Dimensi <i>unloader</i>	45	derajat
Jumlah operator	1	operator
Dimensi MHE	160 x 105.2 x 105	cm
Dimensi Nampan 1	100 x 150 x 12.5	cm
Dimensi Nampan 2	100 x 100 x 12.5	cm
Ketebalan nampan	2	mm
Material nampan	Stainless steel	-

TABEL X

PERBANDINGAN SPESIFIKASI *MATERIAL HANDLING EQUIPMENT* EXISTING DAN USULAN

No.	Spesifikasi	Existing	Usulan
1	Temperatur bubuk teh	24°-28°C	24°-28°C
2	Ketebalan bubuk teh	12 cm	10 cm
3	Kerataan sebaran bubuk	Menggunakan	Rata
4	Anti-korosi	Ya	Ya
5	Kapasitas /MHE	7 nampan	2 nampan
6	Kapasitas/nampan	12 kg	30 and 45 kg
7	Dimensi rangka	80 x 103 x 144.5 cm	160 x 105.2 x 105 cm
8	Jumlah langkah operasi	22 step	9 step
9	Jumlah operator	2 operator	1 operator
10	Material nampan	Fiber glass	Stainless Steel