

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

DESIGN OF MATERIAL HANDLING EQUIPMENT IN ENZYMATIC OXIDATION TO DRYING PROCESS USING RATIONAL PRODUCT DESIGN METHOD AT PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII RANCABALI

Rahmat Habibie Bariyanto¹, Rino Andias Anugraha², Muhammad Iqbal³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹rahmat.ryan@gmail.com, ²rinoandias@telkomuniversity.ac.id, ³muhiqbal@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Teh merupakan salah satu komoditas yang memiliki peranan cukup penting dalam kegiatan perekonomian yaitu menjadi komoditas ekspor tertinggi setelah minyak dan gas yang menghasilkan devisa bagi negara. PT Perkebunan Nusantara VIII Rancabali merupakan perusahaan besar yang bergerak dibidang perkebunan teh hitam ortodoks di Indonesia. Pada proses pengolahan teh hitam ortodoks, proses oksidasi enzimatis merupakan proses terpenting dari seluruh proses lainnya karena hasil dari proses ini akan menentukan hasil dari bubuk teh. Waktu oksidasi enzimatis setiap jenis bubuk rata-rata 120 menit dimulai dari pucuk layu dimasukkan ke dalam mesin OTR hingga mulai masuk ke mesin pengeringan. Ketidaksihinggaan terhadap waktu oksidasi (*over-fermentation*) akan menyebabkan karakteristik teh hitam (rasa, warna pekat, dan kenampakan hitam) akan tidak sesuai. Salah satu penyebab *over fermentation* adalah terjadinya penumpukan bubuk teh saat akan dimasukkan ke dalam mesin pengeringan selama 4-6 menit. Penumpukan terjadi karena tidak kontinunya proses pemasukan bubuk teh ke dalam mesin. Dengan menggunakan proses perancangan produk rasional Nigel Cross melalui enam tahapan yaitu *clarifying objectives, establishing functions, setting requirements, determining characteristics, generating alternatives* dan *evaluating alternatives*, menghasilkan *material handling equipment* yang dapat menghindarkan terjadinya penumpukan bubuk teh pada mesin pengeringan dan *over-fermentation* tidak terjadi yaitu dengan *belt conveyor* dengan lima titik perpindahan (*transfer point*) untuk membantu mengarahkan bubuk teh menuju lima mesin pengering.

Kata kunci: *Conveyor, Material handling equipment, Nigel Cross, Perancangan Produk Rasional, Teh Hitam Ortodoks*

Abstract

Tea is one of the commodities that have a significant role in economic activities that become the highest export commodity after oil and gas that generate income for the country. PT Perkebunan Nusantara VIII, Rancabali is a big company engaged in orthodox black tea plantation in Indonesia. In the orthodox black tea processing, enzymatic oxidation process is the most important process of all other processes as a result of this process will determine the outcome of the tea powder. Enzymatic oxidation time every kind of powder on average 120 minutes starting from shoots wilt put into the machine OTR to start into the drying machine. Incompatibility of oxidation time (over-fermentation) will cause the characteristics of black tea (taste, solid color, and black appearance) would not be appropriate. One cause is the accumulation over the fermentation when the tea powder will be incorporated into a drying machine for 4-6 minutes. Stacking occurs because the entry process tea powder into the machine is not continuous. By using rational product design process Nigel Cross through six stages, namely clarifying objectives, establishing functions, setting requirements, determining characteristics, generating alternatives, and evaluating alternatives, resulting in material handling equipment that can prevent the buildup of tea powder in the drying machine and over-fermentation does not occur, namely with a belt conveyor with a five-point displacement (transfer point) to help steer toward five tea powder drying machine.

Keywords: *Conveyor, Material handling equipment, Nigel Cross, Rational Product Design Method, Orthodox Black Tea*

1. Pendahuluan

Sektor pertanian memiliki peranan cukup penting dalam kegiatan perekonomian di Indonesia yang menempati urutan kedua dalam sektor Industri Pengolahan dengan nilai kontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) sebesar 15.34% pada tahun 2010. Sub sektor yang memiliki potensi cukup besar di Indonesia adalah perkebunan dengan jenis komoditas yang dibudidayakan meliputi kelapa sawit, kopi, kakao, karet, teh dan lain sebagainya. Teh merupakan salah satu komoditas yang memiliki peranan cukup penting dalam kegiatan perekonomian yaitu menjadi komoditas ekspor tertinggi setelah minyak dan gas yang menghasilkan devisa bagi negara. Namun pada sektor perkebunan teh saat ini mengalami penurunan. Hal tersebut disebabkan oleh menurunnya kualitas teh secara terus menerus dampak dari menurunnya pendapatan dan kenaikan biaya akibat inflasi nasional.

Teh yang diekspor selama periode tahun 2006-2010 sebagian besar teh hitam walaupun dalam rentang waktu tersebut mengalami kenaikan dan penurunan persentase. Pada tahun 2009, volume teh hitam mencapai 87.47% atau sekitar 84,515 ton dengan nilai ekspor sebesar US\$ 33.8 juta. Dari tujuh jenis teh yang diekspor, terdapat dua jenis teh yang volume ekspornya paling besar yaitu *Other Black Tea (Fermented) Dust* dan *Other Black Tea (Fermented) Leaf*. Dimana pada tahun 2009 volume ekspor untuk jenis *Other Black Tea (Fermented) Dust* mencapai 68.68% dari total volume ekspor atau sekitar 66,075 ton dan untuk jenis *Other Black Tea (Fermented) Leaf* mencapai 14.22% atau sekitar 13.67 ton.

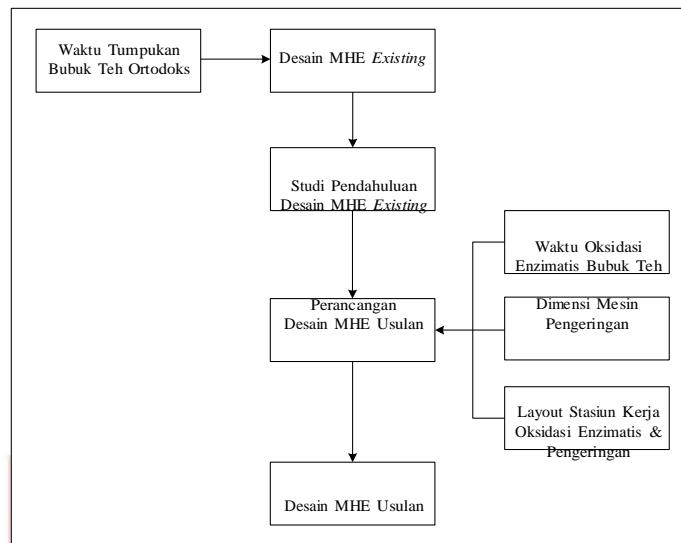
PT Perkebunan Nusantara VIII Rancabali merupakan perusahaan besar dibidang perkebunan teh hitam orthodox di Indonesia. Produk teh yang dihasilkan oleh PT Perkebunan Nusantara VIII Rancabali diantaranya ada beberapa jenis, seperti BOP I, BOP, BOP F, PF, Dust, BP, PF II, Dust II, BP II, Dust III, Fann II, dan BM. Pada proses pengolahan teh hitam ortodoks, proses oksidasi enzimatis merupakan proses terpenting dari seluruh proses lainnya karena hasil dari proses ini akan menentukan kualitas bubuk teh. Ketidaksiharian terhadap ketentuan teknis tersebut akan menyebabkan proses oksidasi enzimatis tidak berjalan sempurna, sehingga karakteristik teh hitam (rasa, warna pekat, dan kenampakan hitam).

Mengacu pada ketentuan teknis yang menyatakan bahwa proses oksidasi enzimatis bubuk teh berlangsung dari pucuk layu dimasukkan ke dalam mesin OTR hingga mulai masuk ke mesin pengeringan. Maka perlu dilakukannya perbaikan desain *material handling equipment* yang digunakan selama proses itu berlangsung. *Material handling equipment* yang digunakan saat ini selama proses tersebut adalah "trolley khusus" untuk memindahkan bubuk teh dari mesin penggilingan ke ruang oksidasi enzimatis dan "trolley khusus dengan rel" untuk memindahkan bubuk teh teroksidasi dari ruang oksidasi enzimatis ke mesin pengeringan. Dengan dibutuhkannya perbaikan untuk kedua *material handling equipment* tersebut maka peneliti membagi solusi penelitian tersebut dengan dua solusi penelitian. Penelitian ini membahas membahas *material handling equipment* yang digunakan pada proses oksidasi enzimatis ke pengeringan dan penelitian yang satunya membahas *material handling equipment* yang digunakan pada proses penggilingan ke oksidasi enzimatis. Pada proses pemindahan dengan mengguakan *material handling equipment* tersebut dapat menyebabkan penumpukan pada mesin pengeringan antara 4-6 menit yang akan berdampak terjadinya oksidasi lanjutan (*over-fermentation*).

Untuk menanggulangi penumpukan tersebut biasanya operator mendorong tumpukan bubuk teh dengan perlahan hingga semua tumpukan tersebut menghilang dan melakukannya selama proses produksi berlangsung. Selain itu operator juga bertugas untuk membawa dan memindahkan bubuk teh dari ruang oksidasi enzimatis ke mesin pengeringan menggunakan *trolley* khusus dengan rel. Aktifitas yang dilakukan operator tidak efektif dan pemasukan bubuk teh ke dalam mesin tidak konstan sehingga membuat bubuk teh menjadi mengalami fermentasi yang berlebih. Perbaikan dilakukan bertujuan untuk membuat proses oksidasi merata dan sempurna mengingat pada proses ini merupakan proses penting yang menentukan karakteristik dari teh hitam itu sendiri. Perancangan *material handling equipment* dilakukan dengan menggunakan metode pengembangan produk rasional menurut Nigel Cross (2000). Dengan adanya desain *material handling equipment* usulan pada proses oksidasi enzimatis ke pengeringan akan menjaga bubuk teh melebihi waktu fermentasi.

2. Perancangan Produk Rasional

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh konsep produk yang optimal untuk memaksimalkan kapaitas produksi dan tetap menjaga pemindahan bubuk teh secara kontinu. Gambar 1 menunjukkan masukan yang digunakan adalah data waktu tumpukan bubuk teh, waktu oksidasi enzimatis, dimensi mesin pengering dan layout kondisi lingkungan *existing*. Lalu dengan data tersebut dilakukan perancangan MHE usulan dengan menggunakan metode perancangan produk rasional Nigel Cross. Kemudian dari konsep MHE yang terpilih akan menghasilkan desain MHE usulan yang akan digunakan pada stasiun kerja oksidasi enzimatis ke pengeringan.



Gambar 1. Model Konseptual

3. Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.1 Pengumpulan Data

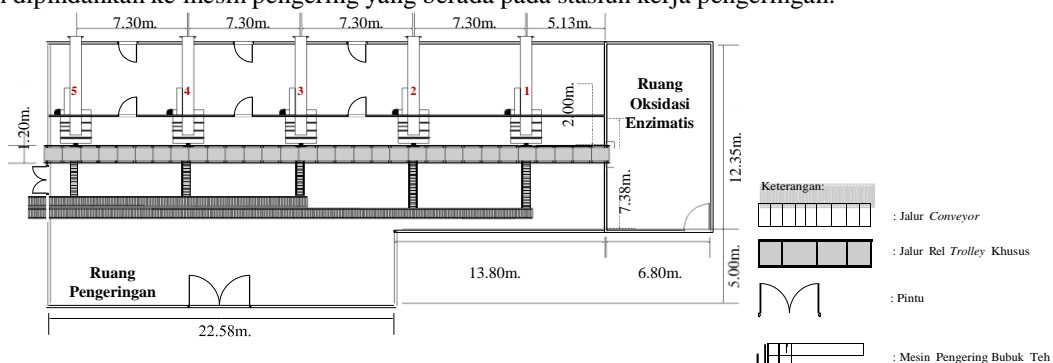
1. Kondisi Existing Stasiun Kerja Oksidasi Enzimatis dan Pengeringan

- Trolley* Khusus dengan Rel (3 Susun) adalah trolley yang memiliki jalur tetap yang digunakan oleh operator untuk memindahkan bubuk teh dari stasiun kerja oksidasi enzimatis ke pengeringan. Kapasitas angkut yang dimiliki trolley jenis ini adalah 3 baki. *Trolley* Rel ini digunakan untuk mencapai lima mesin pengering yang terdapat pada stasiun kerja pengeringan.
- Trolley* Khusus (7 Susun) merupakan alat angkut yang memiliki empat roda dengan rotasi 360 derajat dengan kapasitas angkut 7 baki dimana alat angkut ini digunakan untuk memindahkan bubuk teh dari stasiun kerja penggilingan ke stasiun kerja oksidasi enzimatis.
- Baki adalah wadah sejenis nampan yang digunakan untuk mengangkut bubuk teh yang telah digiling pada proses penggilingan.
- Belt conveyor* digunakan untuk memindahkan bubuk teh yang sudah kering menuju stasiun kerja sortasi. Terdapat dua jalur pemindahan utama sebagai muara dari dua mesin awal dan tiga mesin selanjutnya.
- Mesin Pengering Bubuk digunakan untuk mengeringkan bubuk teh hingga kadar air yang terkandung rendah. Jumlah mesin yang digunakan untuk menunjang proses produksi teh berjumlah lima unit dengan penjadwalan penggunaan mesin.

Mesin Pengering:	Wadah Bubuk - Mesin Pengering:
Panjang : 210 cm	Panjang : 215 cm
Lebar : 200 cm	Lebar : 65 cm
Tinggi : 160 cm	Tinggi : 15 cm

2. Layout Stasiun Kerja

Pada stasiun kerja oksidasi enzimatis terdapat *trolley* berisi baki yang sedang didiamkan dan selanjutnya akan dipindahkan ke mesin pengering yang berada pada stasiun kerja pengeringan.



Gambar 2. Layout Stasiun Kerja Oksidasi Enzimatis dan Pengeringan

3. Ketentuan Teknis Bubuk Teh

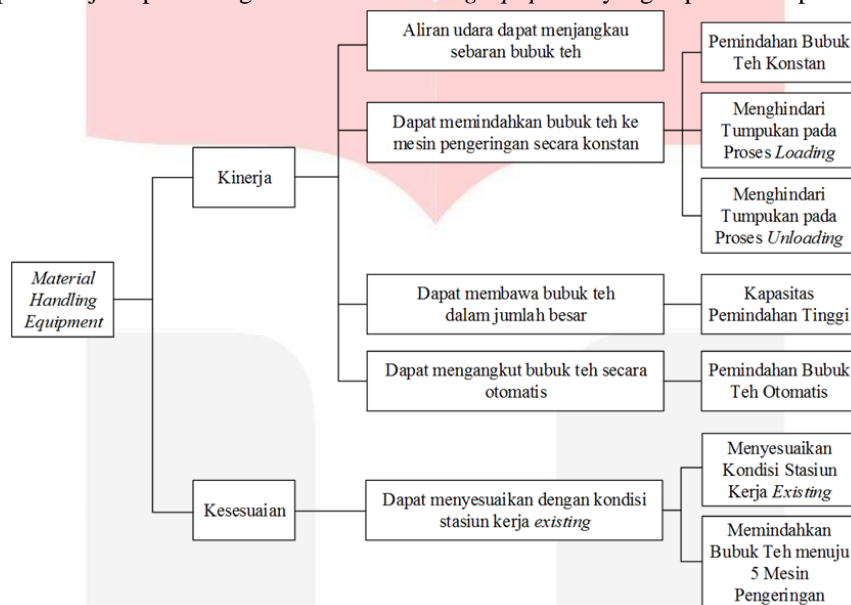
- Kelembaban udara ruang oksidasi enzimatik 90-95%.
- Temperatur udara ruangan oksidasi enzimatik 16-24°C.
- Tebal sebaran bubuk pada baki/ meja oksidasi enzimatik 5-12 cm dengan menggunakan alat ukur.
- Temperatur pada sebaran bubuk berkisaran 24-28°C. Temperatur optimum pada 27°C.

3.2 Pengolahan Data

Pada proses perancangan ini menggunakan metode perancangan rasional. Digunakannya metode ini karena pendekatan dalam perancangannya sistematis dan hasil rancangan atau produk akan sesuai yang diharapkan. Berikut ini tahapan-tahapan perancangan rasional:

1. Klasifikasi Tujuan

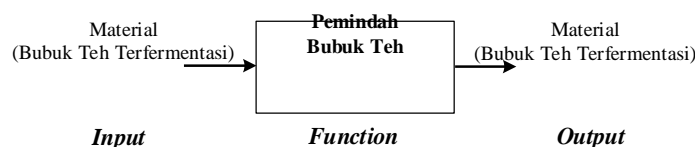
Pada tahap ini bertujuan untuk menentukan tujuan dilakukannya perancangan produk. Metode yang digunakan pada tahap ini adalah *Objectives Tree* untuk mengidentifikasi tujuan dan sub tujuan dari perancangan produk serta hubungan antar keduanya. Langkah awal pembuatan *Objectives Tree* adalah membuat daftar tujuan perancangan yang didapatkan dari *client requirement* dan sudah dilakukannya validasi kepada *client* tersebut. Berikut daftar tujuan dan sub tujuan perancangan dari level tinggi ke level ke lebih rendah yang digambarkan dalam diagram pohon tujuan perancangan *Material handling equipment* yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pohon Tujuan

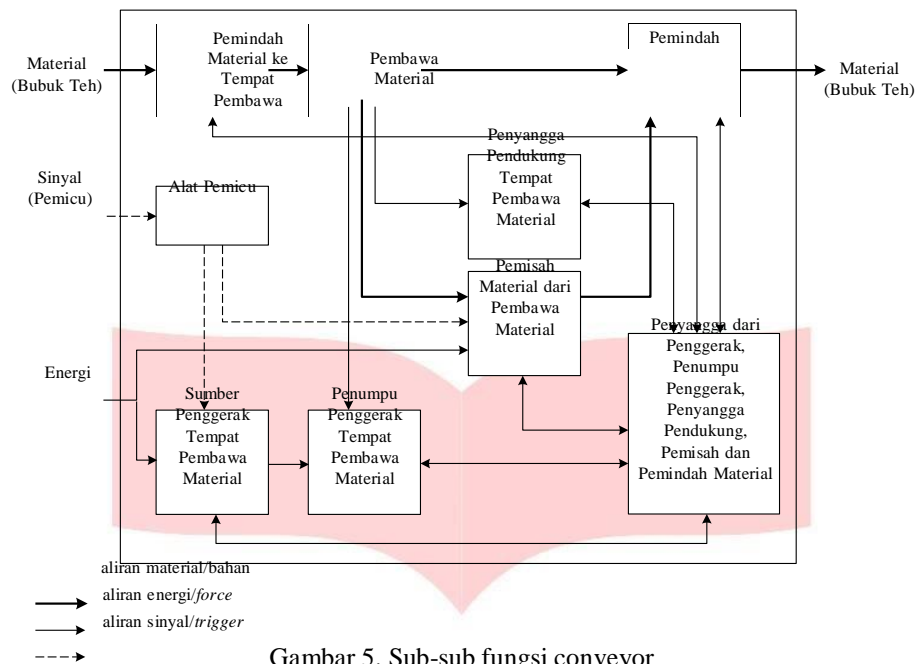
Sub tujuan terinci merupakan kriteria *material handling equipment* yang harus dipenuhi. Dari setiap atribut memiliki sub-sub tujuan yang berarti bagaimana cara mencapai atribut tersebut. Pada kasus ini untuk mendapatkan *material handling equipment* yang sesuai dengan pohon tujuan diatas. Penentuan jenis *material handling equipment* yang akan digunakan dilihat berdasarkan karakteristik umm dari jenis-jenis dasar *material handling equipment*. Dari hasil penentuan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik yang cocok dengan material (bubuk teh), perpindahan, metode dan sifat bangunan pada perusahaan adalah *Conveyor* dengan jumlah kesesuaian 18 karakteristik. beragamnya jenis *conveyor* yang ada saat ini, harus ditentukan kembali jenis *conveyor* yang digunakan sebagai konsep dasar perancangan pada tahap selanjutnya. Dari jenis material yang akan menjadi objek untuk dipindahkan dengan *conveyor* yaitu bubuk teh maka, maka yang cocok untuk digunakan adalah *belt conveyor*. Karena permukaan belt yang lebar dan tidak tertutup sehingga bubuk teh akan tetap mengalami proses oksidasi enzimatik/ fermentasi pada saat bubuk teh dipindahkan.

2. Penetapan Fungsi



Gambar 4. Black Box

Pada tahap ini adalah untuk menetapkan fungsi-fungsi dan batas-batas sistem rancangan pada conveyor. Metode yang digunakan pada tahap ini adalah Metode Analisis Fungsi yang menggambarkan sistem *input-output* pembuatan bubuk teh dengan prinsip *Black Box* yang digambarkan pada Gambar 4. Dari fungsi utama terdapatlah sub fungsi yang berhubungan satu sama lain dengan *input* dan *output*. Sub-sub fungsi pada keseluruhan fungsi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sub-sub fungsi conveyor

3. Penetapan Kebutuhan

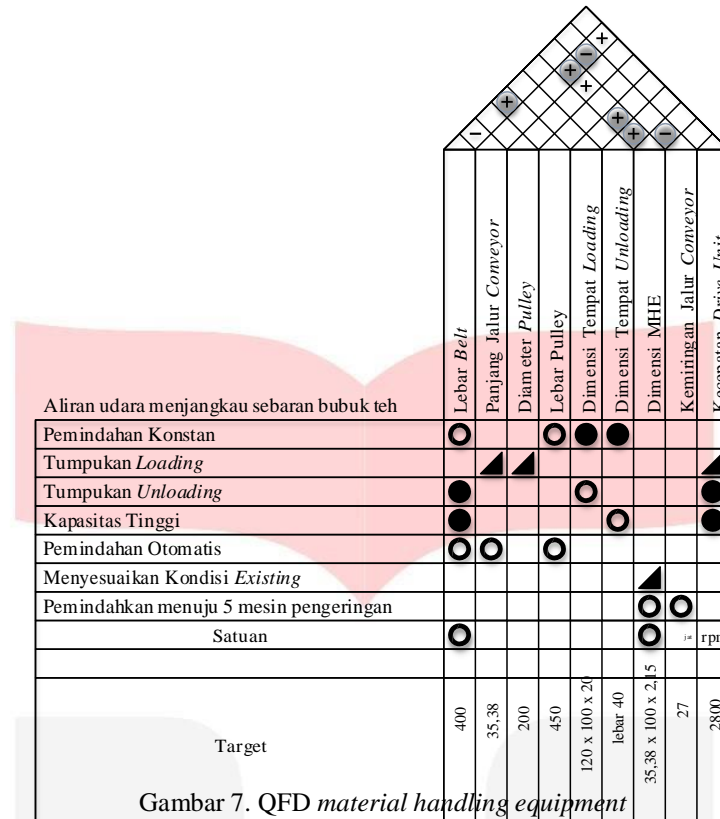
Pada tahap ini bertujuan ini membuat spesifikasi kinerja yang akurat dari suatu solusi rancangan yang diperlukan. Metode yang digunakan pada tahap ini adalah *Performance Specification Model*, pertama membuat *level of generality* yang berbeda dari dari solusi rancangan yang dapat diaplikasikan yaitu *Product alternatives, product types dan product features*. Lalu menentukan tingkatan yang sifatnya umum yang akan digunakan dalam operasi. Jika menggunakan *product alternatives* akan menghasilkan solusi yang dikhawatirkan meluas sehingga tidak sesuai dengan permasalahan, lalu jika menggunakan *product features* dikhawatirkan akan membatasi *designer* untuk memberikan solusi. Maka, pada langkah ini yang digunakan adalah *product types*. Yang terakhir adalah menentukan target untuk setiap atribut yang akan menjadi parameter dari perancangan

Tabel 1. Kinerja Atribut (*performance specification*)

No	Kriteria	Parameter	Target
1	Mengalirkan udara pada sebaran tumpukan bubuk teh	Temperatur sebaran bubuk teh	24°-28°C
2	Memindahkan bubuk teh ke mesin pengeringan secara konstan	Kapasitas Rata-rata Pemasukan Bubuk Teh Ke Mesin Pengeringan	6,83 kg/menit
3	Menghindari tumpukan pada proses <i>loading</i>	Ketinggian sebaran bubuk	10 cm
4	Menghindari tumpukan pada proses <i>unloading</i>	Ketinggian sebaran bubuk	10 cm
5	Membawa bubuk teh dalam jumlah besar	Kapasitas <i>conveyor</i>	>1,23 ton/jam
6	Mengangkut bubuk teh secara otomatis	Otomatisasi	-
7	Menyesuaikan kondisi stasiun kerja <i>existing</i>	Jarak Mesin Terjauh	35,38 m
		Tinggi Mesin	175 cm
8	Memindahkan bubuk teh menuju 5 mesin pengeringan	Titik Perpindahan	5 lokasi

4. Penentuan Karakteristik

Pada tahap keempat ini bertujuan untuk mengetahui selera konsumen terhadap produk yang dirancang. Metode yang digunakan adalah *Quality Function Development* (QFD) yang menerjemahkan selera konsumen tersebut menjadi atribut-atribut yang disesuaikan dengan karakteristik teknik. Pada QFD menggunakan suatu matriks yang disebut dengan *House of Quality* (HoQ).



Gambar 7. QFD material handling equipment

5. Penentuan Alternatif

Pada tahapan ini bertujuan untuk memunculkan alternatif-alternatif yang dapat mencapai solusi permasalahan yang ada pada PT Perkebunan Nusantara VIII Rancabali. Ditahap ini menggunakan metode *Morphological Chart* untuk membantu memunculkan kombinasi yang mungkin terjadi. Langkah awalnya menetapkan fungsi dasar pada conveyor lalu menentukan sub fungsi dari untuk fungsi dasar yang muncul.

Tabel 2. Morphological chart

Fungsi	Alternatif		
	Opsi 1	Opsi 2	Opsi 3
Belt	<i>Flat Rubber Belt</i>	<i>Flat PVC Belt</i>	<i>Flat Stainless Steel Belt</i>
Form Idler	<i>Flat Carrying Idler</i>	<i>2 Roll Idlers</i>	<i>3 Roll Idlers</i>
Drive Pulley	<i>Rubber Lagging Pulley</i>	<i>Spiral Wing Pulley</i>	<i>Engineered Drum Pulley</i>
Feeder	Limas Segi Empat	<i>Side Feed</i>	<i>Front Feed</i>
Trippers	<i>Flat Chute</i>	<i>Swivel Chute</i>	<i>Spiral Chute</i>
Transfer Points	<i>Pneumatic Diverter Belt</i>	<i>Pneumatic Diverter Double Plat</i>	<i>Pneumatic Diverter Single Plat</i>
Frame	Rangka dengan Tiang	Rangka dengan Roda	Rangka dengan Bingkai
Drive Unit	<i>Geared Motor</i>	<i>Pulley Motor</i>	<i>Motor Gears Coupling</i>
Speed Control Belt Conveyor	<i>Stepless Speed Control</i>	<i>Basic Switchboard</i>	-

Dari jumlah fungsi yang harus dicapai dan alternatif yang mungkin diterapkan memiliki jumlah matriks yang tidak seragam. Maka, untuk mengetahui jumlah kombinasi solusi rancangan dapat dihitung dengan mengalikan jumlah alternatif pada masing-masing fungsi yaitu: $3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 2 = 39.366$ kombinasi konsep. Namun dengan banyaknya kombinasi yang mungkin terjadi dapat diminimalkan dengan cara reduksi sub-fungsi yang jika digabungkan tidak cocok ataupun performansinya dibawah sub-fungsi yang lainnya. Setelah

dilakukannya reduksi sub-fungsi maka dapat dilihat terdapat beberapa sub-fungsi yang dihilangkan. Dengan adanya sub-fungsi yang direduksi dari setiap fungsi *conveyor* maka akan mempengaruhi jumlah kombinasi konsep. Jadi sub-fungsi yang mungkin untuk dilakukannya kombinasi.

Tabel 3. Morphological setelah reduksi

Fungsi	Alternatif	
	Opsi 1	Opsi 2
<i>Belt</i>	<i>Flat Rubber Belt</i>	<i>Flat PVC Belt</i>
<i>Form Idler</i>	<i>Flat Carrying Idler</i>	-
<i>Drive Pulley</i>	<i>Rubber Lagging Pulley</i>	<i>Engineered Drum Pulley</i>
<i>Feeder</i>	<i>Side Feed</i>	-
<i>Trippers</i>	<i>Flat Chute</i>	-
<i>Transfer Points</i>	<i>Pneumatic Diverter Double Plat</i>	<i>Pneumatic Diverter Single Plat</i>
<i>Frame</i>	Rangka dengan Tiang	Rangka dengan Bingkai
<i>Drive Unit</i>	<i>Geared Motor</i>	<i>Motor Gears Coupling</i>
<i>Speed Control Belt Conveyor</i>	<i>Stepless Speed Control</i>	-

Jumlah fungsi dan sub-fungsi berubah maka untuk mengetahui jumlah konsep setelah reduksi perlu dihitung kembali dengan cara yang sama dengan sebelumnya yaitu: $2 \times 1 \times 2 \times 1 \times 1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 1 = 32$ kombinasi konsep. Dalam banyak kasus, tim pengembang yang efektif akan menghasilkan ratusan konsep, yang 5 sampai 20 konsep akan pantas untuk dipertimbangkan serius selama kegiatan pemilihan konsep^[2]. Dari 32 konsep dipilih kembali sebagai penyeleksian selanjutnya setelah reduksi sub-fungsi. Penyeleksian tersebut dilakukan untuk mendapatkan beberapa alternatif kombinasi konsep awal. Dengan adanya konsep 16 konsep yang dieliminasi, maka tersisa 16 konsep yang akan dilanjutkan ke tahapan selanjutnya.

6. Evaluasi Alternatif

Tahapan ini melakukan perhitungan dan perbandingan setiap alternatif kombinasi konsep dilakukan dengan dua tahapan. Tahap pertama disebut *Concept Screening* dan tahap kedua disebut dengan *Concept Scoring*.

Tabel 4. *Concept Screening*

Kriteria Seleksi	Konsep															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Aliran udara menjangkau sebaran bubuk teh	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Pemindahan Konstan	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+
Tumpukan <i>Loading</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0
Tumpukan <i>Unloading</i>	0	0	0	0	-	-	-	-	+	+	+	+	0	0	0	0
Kapasitas Tinggi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pemindahan Otomatis	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	+	0	+	0	+
Menyesuaikan Kondisi <i>Existing</i>	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	-	-
Pemindahan menuju 5 mesin pengeringan	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	0	0
Jumlah (+)	2	3	2	3	1	3	1	3	2	3	2	3	0	2	0	2
Jumlah (0)	4	3	3	2	4	2	3	1	5	4	4	3	7	5	6	4
Jumlah (-)	1	1	2	2	2	2	3	3	0	0	1	1	0	0	1	1
Nilai Akhir	1	2	0	1	-1	1	-2	0	2	3	1	2	0	2	-1	1
Peringkat	6	2	11	6	14	6	16	11	2	1	6	2	11	2	14	6
Lanjutkan?	N O	Y E S	N O	N O	N O	N O	N O	N O	Y E S	Y E S	N O	N O	N O	Y E S	N O	N O

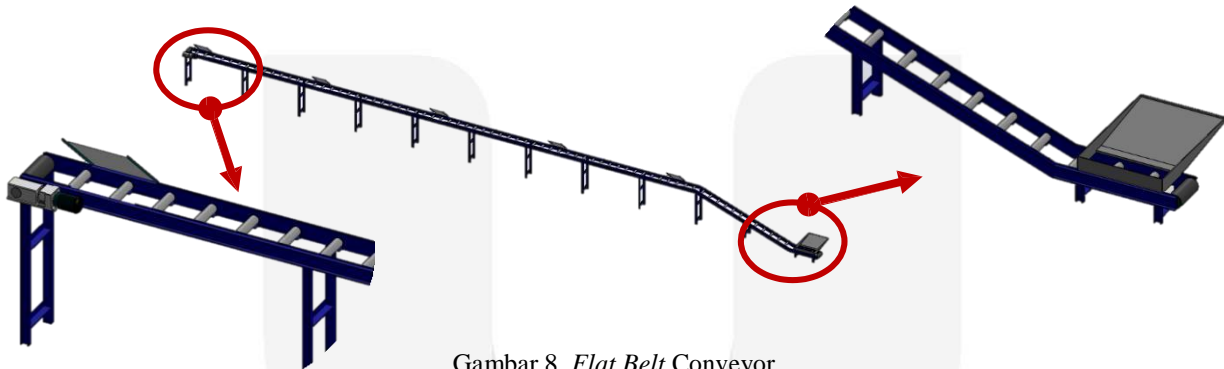
Setiap tahapan didukung dengan suatu matriks keputusan yang dipergunakan untuk memberikan rating, ranking dan memilih satu atau beberapa konsep terbaik yang akan digabung dan dikembangkan kembali^[2].

Tabel 5. *Concept Scoring*

Kriteria Seleksi	Nilai Bobot	Konsep							
		B		I		J		N	
		Rate	Nilai	Rate	Nilai	Rate	Nilai	Rate	Nilai
Aliran udara menjangkau sebaran bubuk teh	16%	2	0.32	3	0.48	3	0.48	3	0.48
Pemindahan Konstan	12%	4	0.48	3	0.36	5	0.6	5	0.6
Tumpukan <i>Loading</i>	12%	4	0.48	3	0.36	3	0.36	3	0.36
Tumpukan <i>Unloading</i>	16%	3	0.48	4	0.64	4	0.64	3	0.48
Kapasitas Tinggi	12%	3	0.36	3	0.36	3	0.36	3	0.36
Pemindahan Otomatis	12%	4	0.48	3	0.36	4	0.48	3	0.36
Menyesuaikan Kondisi <i>Existing</i>	8%	3	0.24	3	0.24	3	0.24	3	0.24
Pemindahan menuju 5 mesin pengeringan	12%	4	0.48	4	0.48	4	0.48	3	0.36
Total Nilai Akhir		3.32		3.28		3.64		3.24	
Peringkat		2		3		1		4	
Lanjutkan?		NO		NO		YES		NO	

4. Pembahasan

Desain material handling usulan jenis *flat belt conveyor* memiliki satu jalur dengan kemiringan 20° dan disesuaikan dengan kondisi stasiun kerja.

Gambar 8. *Flat Belt Conveyor*

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Material handling equipment yang menjadi usulan untuk mengurangi penumpukan pada mesin pengering adalah *conveyor*. Jenis *conveyor* yang digunakan adalah *flat belt conveyor* dengan panjang lintasan 39,4 meter dan kemiringan jalur 20°, lebar 0,40 meter, tinggi 2,98 meter. Struktur rangka yang digunakan adalah rangka dengan tiang, *feeder: side feed*, *trippers: flat chute*, *motor: geared motor coupling*, dengan material *belt* yang digunakan adalah PVC. Untuk menyesuaikan dengan kondisi *existing* dapat menggunakan *pneumatic double plat* untuk melakukan sortir ke 5 mesin sesuai dengan kondisi mesin. Untuk fungsi pencurah *loading (feeder)* memiliki kapasitas 0,28 m³/230 liter yang disesuaikan dengan *material handling equipment* dari penelitian kedua.

5.2 Saran

1. Perbaiki konsep jika terdapat adanya kombinasi fungsi komponen yang lebih baik dari hasil penelitian ini
2. Membuktikan bahwa hasil penelitian ini dapat menjaga waktu oksidasi enzimatis bubuk teh tetap terjaga
3. Perhitungan konsumsi energi *material handling equipment*.

Daftar Pustaka

- [1] Ginting, R. (2010). *Perancangan Produk*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Ulrich, K. T. (2012). *Product Design and Development*. Singapore: McGraw Hill.
- [3] Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. (2013). Retrieved December 21, 2014, from Statistics Indonesia: http://www.bps.go.id/hasil_publicasi/flip_2011/5504001/index11.php?pub=Statistik%20Teh%20Indonesia%202010