

**PERANCANGAN CONVEYOR BERBASIS OTOMASI PADA PROSES
PENGKILINGAN TEH HITAM ORTHODOKS MENGGUNAKAN METODE
RASIONAL DI PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII RANCABALI**

**DESIGN FOR AUTOMATION BASED CONVEYOR AT BLACK TEA ORTHODOX
MILLING PROCESS USING RATIONAL METHODS AT PTPN VIII RANCABALI**

Luqman Makarim¹, Rino Andias Anugraha², Denny Sukma Eka Atmaja³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹makarimanluq@gmail.com, ²rino.kaprodi@gmail.com, ³dennysukma@gmail.com

Abstrak

Salah satu proses yang memiliki pengaruh besar dalam menentukan kualitas teh adalah proses penggilingan. Tidak terjaganya proses perpindahan antar mesin pada proses penggilingan menyebabkan terjadinya pemborosan waktu, tidak terjaganya ketebalan bubuk sehingga tidak maksimalnya proses pada mesin pengayakan. Untuk melakukan perpindahan material antar mesin pada workstation penggilingan rata-rata waktu yang dibutuhkan adalah 2 menit, waktu perpindahan ini merupakan sebuah pemborosan yang menyebabkan bertambahnya waktu produksi sehingga untuk menghilangkannya diperlukan adanya *material handling* berupa *conveyor* yang dapat membuat proses pemindahan menjadi kontinu sehingga dapat mengurangi waktu perpindahan serta membantu menjaga proses perpindahan material antar mesin pada proses penggilingan. Untuk merancang sebuah *conveyor* yang tepat untuk proses penggilingan dibutuhkan sebuah metode yang dapat memberikan hasil rancangan sesuai dengan kebutuhan. Dengan menggunakan proses perancangan produk rasional melalui beberapa tahapan yaitu *clarifying objectives*, *setting requirements*, *determining characteristics*, *generating alternatives* dan *evaluating alternatives*. Metode rasional dapat membantu proses perancangan menjadi sistematis dan tepat sasaran sehingga hasilnya akan sesuai dengan kebutuhan user. Hasil dari perancangan ini berupa *conveyor* dengan lintasan *conveyor* 21,5 meter, dengan tinggi akhir *conveyor* 9,75 meter dan tinggi awal (input) *conveyor* 3,75 m, lebar *conveyor* 50 cm, dan kemiringan *conveyor* yaitu 27° dengan sistem otomasi pada *conveyor* yang dibuat dengan menggunakan PLC siemens S7-1200 dan dilengkapi dengan *Human Machine Interface* yang dapat mempermudah proses monitoring dan *controlling* terhadap *plant*.

Kata kunci : *Conveyor, perancangan produk rasional, SCADA, Otomasi Industri, Teh Hitam Orthodox.*

Abstract

One of the processes that have a major influence in determining the quality of tea is the grinding process. The process of material transfer that is not maintained well between machines in the milling process leads to waste of time, and the thickness is of the powder not maintained so the sifting process is not optimal. To perform material movements between machines on the milling process, required an average time taken was 2 minutes, the time that used for movement is a waste that can make the process time become more long so to relieve it that there is a need of an existence of material handling in the form of conveyor which can make the process become continue and decrease moving times and help to keep the process of material transfer between machines in the milling process. To design an appropriate conveyor to the milling process required a method that can provide the design according to the needs. By using rational product design process through several stages of clarifying objectives, setting requirements, Determining characteristics, generating alternatives and evaluating alternatives. Rational methods can help proses design becomes systematic and targeted so that the result will be in accordance with the needs of the user. The results of this design in the form of conveyor to conveyor path length of 21.5 meters, with a height of 9.75 meters and a conveyor end early high (input) 3.75 m conveyor, conveyor width 50 cm, and the slope of the conveyor is 27o with the conveyor automation system created using siemens S7-1200 PLC and equipped with Human Machine Interface to simplify the process of monitoring and controlling the plant.

Keywords : *Conveyor, Rational Product Design, Automation, SCADA, Black Tea Orthodox.*

1. Pendahuluan

Penggunaan otomasi dapat diterapkan diberbagai bidang industri, salah satunya pada sektor perkebunan yaitu industri teh. Pada stasiun kerja penggilingan perpindahan material teh hasil penggilingan antar mesin masih dilakukan secara manual yang dilakukan oleh operator dengan bantuan *trolley*. Selain memakan waktu yang lebih lama, dan terjadi proses yang berulang, perpindahan secara manual menyebabkan perpindahan material yang tidak kontinu yang menyebabkan penumpukan pada satu waktu sehingga pada saat proses pengayakan pada mesin DIBN material yang masuk tidak dalam porsi yang rata sehingga proses pengayakan menjadi tidak maksimal yang menyebabkan banyak hasil dari bubuk 1 yang tidak lolos sehingga kuantitas bubuk dengan *grade* paling rendah meningkat. Berdasarkan permasalahan yang ditemukan maka dapat disimpulkan bahwa stasiun kerja penggilingan membutuhkan *material handling* yang dapat memindahkan bubuk teh secara kontinu dengan kuantitas yang merata, *material handling* yang cocok untuk proses ini adalah *conveyor*. Pemilihan *conveyor* sebagai *material handling* didasarkan pada kecepatan aliran proses, aliran material menjadi kontinu, serta perpindahan bubuk teh dapat berjalan dengan otomatis.

Tabel 1 Hasil Observasi

Parameter	Jumlah
Waktu rata - rata perpindahan material antar mesin	2,35 menit/ wadah
Jumlah operator	4 Orang / shift
Beban yang dibawa	± 325 kg / <i>trolley</i>
Waktu proses pengayakan	10 menit/mesin

Berdasarkan permasalahan yang telah ditemukan, maka akan dilakukan perancangan penelitian mengenai perancangan *conveyor* yang dapat berfungsi untuk memindahkan bubuk teh antar mesin. Perancangan sistem *conveyor* berbasis otomasi dilakukan dengan menggunakan metode pengembangan produk rasional menurut Cross (2000). Serta dilakukan perancangan sistem SCADA pada stasiun kerja penggilingan untuk melakukan pengawasan, pengendalian, dan akuisisi data pada sebuah stasiun kerja.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Pengembangan Produk Rasional

Metode rasional menekankan pada pendekatan sistematis pada perancangannya. Tujuan dari perancangan hampir serupa dengan metode kreatif, dimana hal yang lebih ditekankan adalah memperluas ruang pencarian untuk memperoleh solusi yang potensial dan mengupayakan kerjasama kelompok dalam penentuan keputusannya. Hal yang paling sederhana dari metode rasional adalah *checklist* atau daftar periksa. Dengan menggunakan *checklist*, dapat mengeksternalisasikan apa yang harus dilakukan sehingga tidak perlu menyimpan semua hal dalam ingatan perancang, namun tidak akan kehilangan sesuatu tersebut (Ginting, 2010).

Tahapan-tahapan pengembangan produk rasional (Cross, 2000):

1. Klarifikasi Tujuan
2. Penetapan Fungsi
3. Menyusun Kebutuhan
4. Penentuan Karakteristik
5. Penentuan Alternatif
6. Evaluasi Alternatif
7. Detail Perbaikan

2.1.1 Clarifying Objectives

Klasifikasi tujuan merupakan tahapan yang dilakukan untuk menentukan tujuan dari perancangan. Metode yang digunakan pada tahap perancangan ini adalah *objectives tree* yang memiliki fungsi untuk mengidentifikasi tujuan dan sub tujuan dari perancangan produk yang dilakukan beserta hubungan antara keduanya. Percabangan pada *objectives tree* merupakan hubungan yang menunjukkan cara untuk meraih tujuan tertentu.

Adapun langkah - langkah pada metode *objectives tree* adalah sebagai berikut:

1. Membuat daftar tujuan perancangan.
2. Susun daftar dalam urutan tujuan dari *higher-level* kepada *lower-level*.
3. Gambarkan sebuah diagram pohon tujuan, untuk menunjukkan hubungan- hubungan yang hierarki.

2.1.2 *Setting Requirements*

Penyusunan kebutuhan merupakan tahapan yang dilakukan untuk membuat spesifikasi *performance* dari produk yang akan dirancang. Tahapan penyusunan kebutuhan ini menggunakan metode *performance specification model* untuk mendefinisikan kebutuhan dari *performance* produk, bukan untuk menentukan kebutuhan produknya (Cross, 2010).

2.1.3 *Generating Alternatives*

Penentuan alternatif merupakan suatu proses untuk menentukan alternatif-alternatif yang dapat dicapai untuk menentukan solusi terhadap rancangan produk yang dibuat. Pada tahap penentuan alternative, metode yang digunakan adalah metode *morphological chart* (Ginting, 2010). *Morphological chart* merupakan suatu pendekatan yang dapat dilakukan sebagai suatu penelitian yang dapat menentukan seluruh solusi dari permasalahan dengan objektif (Zwicky, 1969). *Morphological chart* berisikan elemen-elemen dan komponen-komponen yang dapat dikombinasikan untuk menghasilkan sebuah solusi (Ginting, 2010).

2.1.4 *Evaluating Alternatives*

Tahapan ini merupakan suatu proses untuk menentukan alternatif terbaik dari berbagai alternatif yang muncul, sehingga diperoleh suatu rancangan yang baik dan dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Tujuan dari langkah ini adalah untuk membandingkan nilai kegunaan dari proposal alternatif racangan berdasarkan pada performansi dan pembobotan yang berbeda.

2.2 Otomasi

Otomasi adalah suatu teknologi yang berkaitan dengan masalah implementasi sistem mekanik, elektronika dan sistem berbasis komputer yang memiliki tujuan untuk pengoperasian dan pengendalian suatu sistem produksi (Groover, 2001). Otomasi bukan merupakan sebuah sistem yang menggantikan posisi manusia dengan teknologi, tetapi merupakan sebuah sistem atau proses yang memiliki otonomi dari keterlibatan manusia dan intervensi selama proses berlangsung (Nof, 2009).

2.3 PLC

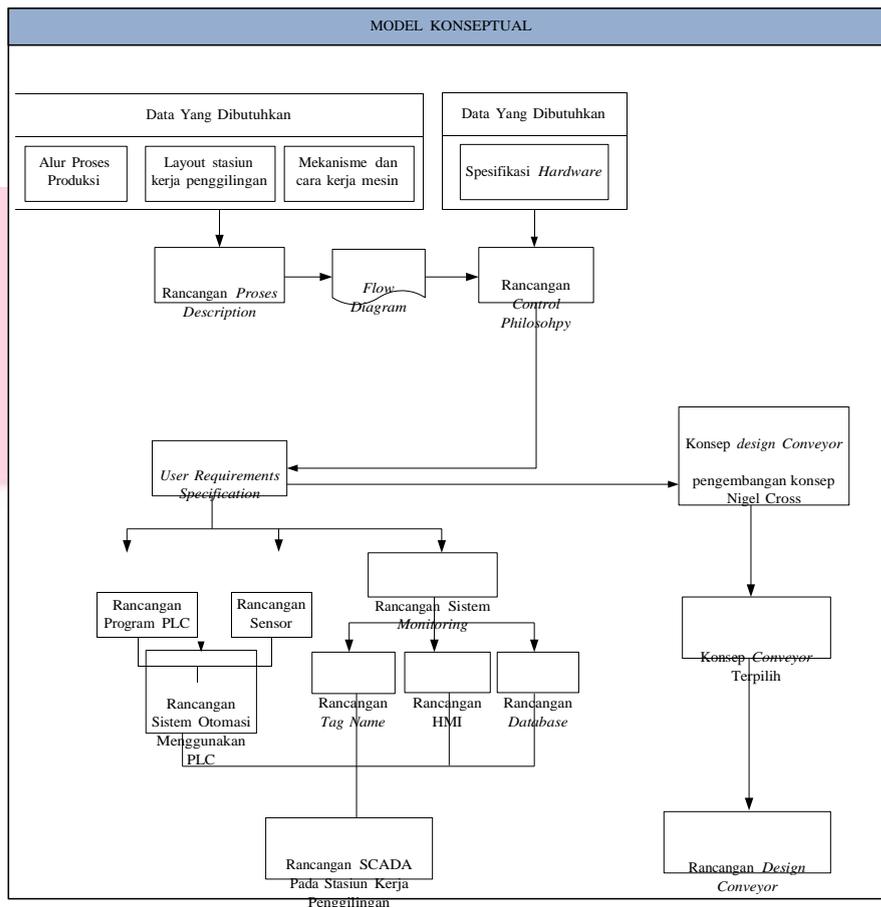
PLC merupakan pengendali berbasis microcomputer yang menggunakan instruksi-instruksi yang tersimpan dalam memori yang dapat diprogram untuk menerapkan logika, pengurutan (*sequencing*), *timing*, *counting* dan fungsi-fungsi aritmatika melalui modul input/output (I/O) digital atau analog, untuk mengendalikan mesin dan proses (Groover, 2001).

2.4 HMI

Human Machine Interface (HMI) merupakan bagian terpenting dari suatu sistem SCADA sebagai penghubung antara operator dengan teknologi mesin. Hubungan antara manusia dan mesin ini merupakan perubahan bentuk bahasa mesin ke bahasa manusia yang mudah dipahami. Secara sederhana, HMI berfungsi sebagai jembatan bagi operator untuk memahami proses yang terjadi pada mesin (Wicaksono, 2012).

2.5 Model Konseptual

Model konseptual memiliki tujuan untuk memperoleh konsep perancangan produk yang sesuai dengan kebutuhan serta perancangan sistem SCADA di stasiun kerja penggilingan dengan urutan proses yang sistematis.



Gambar 2 Model Konseptual

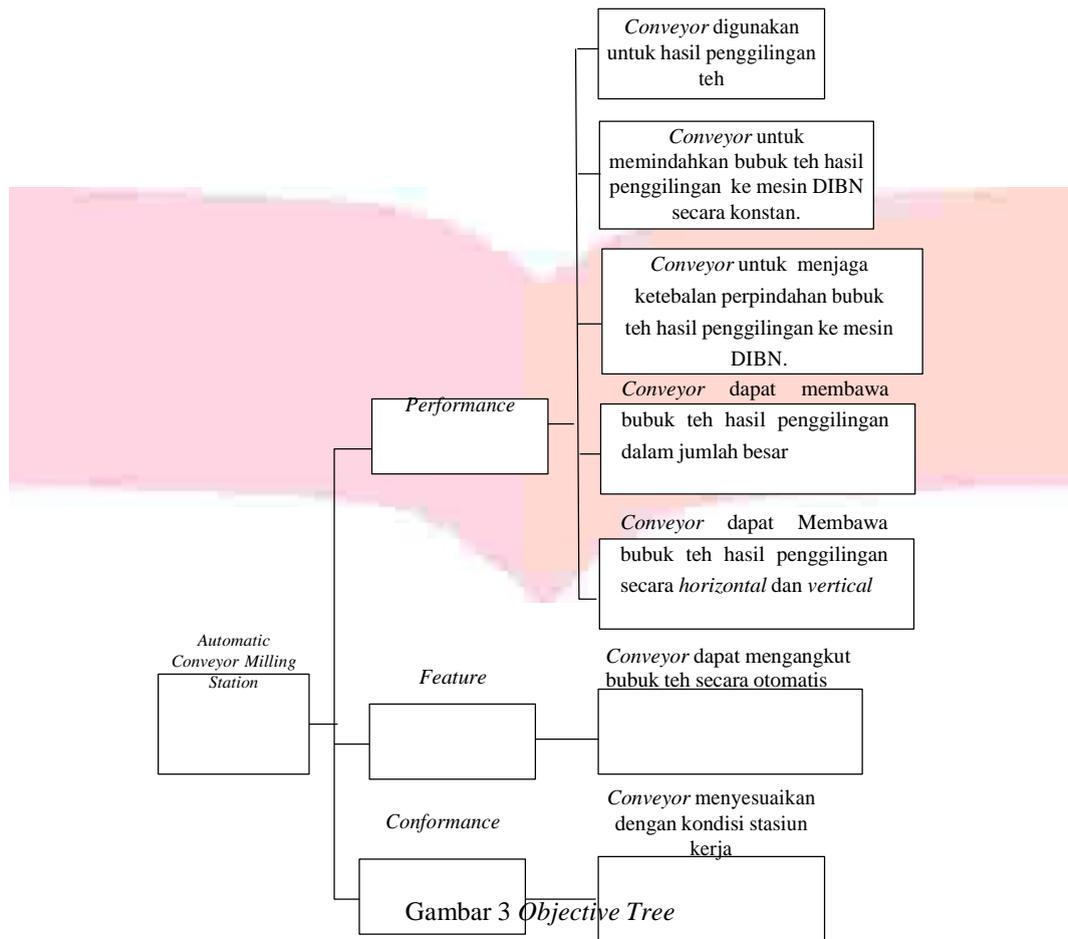
3. Pembahasan

Hasil dari penelitian ini adalah penyusunan konsep mesin conveyor dengan menggunakan tahap pengembangan produk dengan konsep Nigel Cross dan membuat sistem SCADA di stasiun kerja penggilingan.

3.1 Tahap Pengembangan Konsep

3.1.1 Clarifying Objectives

Proses penentuan klasifikasi tujuan kebutuhan mesin conveyor dilakukan melalui *focus group discussion* bersama *client requirement* (kepala pabrik), dan operator dibagian stasiun kerja penggilingan. Hasil dari *focus group discussion* selanjutnya diterjemahkan ke dalam diagram *objective tree*, lalu akan disusun dalam tabel atribut kebutuhan yang dikategorikan ke dalam 2 dimensi yaitu dimensi *performance* dan *feature* dan dapat dilihat pada Gambar 3.



3.1.2 Setting Requirements

Penyusunan metrik kebutuhan dimulai dengan cara menentukan metrik terukur, satuan dari setiap atribut kebutuhan, lalu menentukan target dari spesifikasi dari kebutuhan dengan memberi nilai dari setiap metrik kebutuhan berdasarkan kepada teoritikal, kondisi eksisting, dan berdasarkan SOP pembuatan teh hitam di stasiun kerja penggilingan.

Tabel 3 Target Spesifikasi Conveyor

No.	Metrik	Satuan	Target
1	Material Belt	list	Tahan terhadap suhu 27° C
2	Kecepatan Drive Unit	rpm	2800
3	Diameter Pulley	cm	20
4	Panjang Jalur Conveyor	m	21,5
5	Dimensi output hopper	cm	50 x 3
6	Kemiringan Conveyor	Derajat Kemiringan	27
7	Lebar Belt	cm	50
8	Lebar Pulley	cm	55
9	Dimensi Conveyor	cm	Lebar : 61 Tinggi: 16,75 dititik terendah 91,75 dititik tertinggi Panjang : 21,5 m
10	Mekanisme Sistem	list	Otomasi

3.1.3 Generating Alternatives

Penentuan alternatif konsep dilakukan dengan melakukan pencarian internal dan pencarian eksternal. Pencarian internal dilakukan dengan kreativitas serta pengetahuan peneliti. Sedangkan pencarian eksternal dilakukan dengan cara melakukan konsultasi terhadap *expert* atau orang ahli, lalu berdasarkan kemudahan dalam proses pembuatan atau kemudahan mencari material yang dibutuhkan dipasaran, dan melakukan *benchmark* terhadap produk yang sejenis.

Table 4. Alternatif Kombinasi Konsep *Conveyor*

No	Fungsi	Sub Fungsi
1	<i>Belt</i>	<i>Flat Rubber Belt</i>
		<i>Flat PVC Belt</i>
		<i>Flat Stainless Steel Belt</i>
2	<i>Idler</i>	<i>Flat Carrying Idler</i>
		<i>2 Roll Idlers</i>
		<i>3 Roll Idlers</i>
3	<i>Drive Pulley</i>	<i>Rubber Lagging Pulley</i>
		<i>Spiral Ring Pulley</i>
		<i>Engineered Drum Pulley</i>
4	<i>Hopper</i>	Limas Segi Empat
		Lingkaran
		Segitiga
5	<i>Trippers</i>	<i>Flat Chute</i>
		<i>Swivel Chute</i>
		<i>Spiral Chute</i>
6	<i>Transfer Point</i>	<i>Solenoid Diverter Double Plat</i>
		<i>Pneumatic Diverter Double Plat</i>
7	<i>Frame</i>	Rangka dengan tiang
		Rangka dengan roda
8	<i>Drive Unit</i>	<i>Geared Motor</i>
		<i>Pulley Motor</i>
		<i>Motor Gears Coupling</i>
9	<i>Controller</i>	<i>Micro Comtroller</i>
		PLC

3.1.4 Evaluating Alternatives

Pada tahap evaluasi alternatif, langkah pertama yang dilakukan yaitu dengan melakukan penyaringan konsep dengan membuat matriks penyaringan konsep dari konsep yang ada, lalu kemudian menentukan 1 kombinasi atau 1 konsep yang dijadikan sebagai referensi bagi kombinasi dari konsep lainnya. Langkah berikutnya adalah membandingkan kombinasi konsep dengan referensi yang ada. Menentukan referensi dilakukan dengan menentukan salah satu kombinasi konsep sebagai referensi untuk dijadikan standar penilaian, dan selanjutnya membandingkan kombinasi konsep yang ada dengan referensi. Kombinasi konsep 1 dijadikan *reference* untuk menentukan nilai (+), (0), atau (-). Selanjutnya menentukan peringkat berdasarkan nilai akhir yang didapat. Beberapa konsep dengan peringkat tertinggi dapat dilanjutkan ke tahap pemilihan konsep dengan metode *objective weighted*.

Tabel 5 Penyaringan Konsep

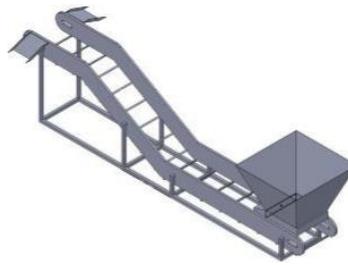
Kriteria Seleksi	Konsep											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Conveyor digunakan untuk hasil penggilingan teh	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Pemindahan Konstan ke mesin DIBN	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Menjaga ketebalan bubuk menuju mesin DIBN	+	+	-	-	0	0	+	+	-	-	0	0
Kapasitas Tinggi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Membawa secara <i>horizontal</i> dan <i>vertical</i> .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pemindahan Otomatis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Menyesuaikan Kondisi <i>Existing</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah (+)	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Jumlah (0)	6	5	6	5	7	6	5	4	5	4	6	4
Jumlah (-)	0	1	1	2	0	1	1	2	2	3	1	2
Nilai Akhir	1	0	-1	-2	0	-1	0	-1	-2	-3	-1	-2
Peringkat	1	2	5	9	2	5	2	5	9	12	5	9
Lanjutkan?	YES	YES	NO	NO	NO	NO	YES	NO	NO	NO	NO	NO

Hasil dari tabel penyaringan konsep ini terdapat tiga buah kombinasi konsep dengan nilai tertinggi yaitu konsep A, B dan G. Pada tahap selanjutnya hal yang dilakukan adalah melakukan seleksi terhadap konsep A, B dan G dengan menggunakan metode *objective weighted* serta menentukan 1 konsep sebagai referensi yaitu kombinasi konsep 1 sebagai referensi.

Tabel 6 Seleksi Konsep Menggunakan *Objective Weight*

Kriteria Seleksi	Nilai Bobot	Konsep					
		A		B		G	
		Rate	Weihgted Score	Rate	Weihgted Score	Rate	Weihgted Score
Conveyor digunakan untuk hasil penggilingan teh	19%	3	0,571428571	3	0,57142857	2	0,380952381
Pemindahan Konstan ke mesin DIBN	14%	3	0,428571429	2	0,28571429	3	0,428571429
Menjaga kerataan ke mesin DIBN	19%	3	0,571428571	3	0,57142857	3	0,571428571
Kapasitas Tinggi	14%	3	0,428571429	3	0,42857143	3	0,428571429
Membawa secara <i>horizontal</i> dan <i>vertical</i> .	14%	3	0,428571429	3	0,42857143	3	0,428571429
Pemindahan Otomatis	10%	3	0,285714286	3	0,28571429	3	0,285714286
Menyesuaikan Kondisi <i>Existing</i>	10%	3	0,285714286	3	0,28571429	3	0,285714286
Total Nilai Akhir			3		2,857142857		2,80952381
Peringkat			1		2		3
Lanjutkan?			Yes		NO		NO

Dari hasil seleksi konsep, didapatkanlah hasil yaitu konsep A sebagai konsep terpilih dengan total nilai bobot terbesar yaitu 3. Konsep 4 ini yaitu *conveyor* dengan *flat pvc belt* sebagai material penyusun *belt*, menggunakan *rubber lagging pulley* sebagai komponen *puller*, menggunakan *hopper* dengan bentuk limas segi empat dan *geared motor* sebagai motor penggeraknya



3.2 Pemrograman pada PLC (*Programmable Logic Controller*)

Software yang dipergunakan untuk membuat pemrograman pada PLC Siemens Simatic S7-1200 adalah *software* TIA (Totally Integrated Automation) Portal V12 dengan bahasa pemrograman yang digunakan yaitu *Ladder Diagram* (LAD). Pembuatan program pada *software* TIA Portal V12 memiliki struktur pemrograman yang terdiri dari *Main Block*, *Function* (FC) serta *Data Block* (DB) yang memiliki fungsi dan tujuan yang berbeda-beda. Pemrograman pada PLC disesuaikan dengan skenario usulan yang telah dirancang, sehingga semua proses atau mesin pada stasiun kerja penggilingan berjalan dengan otomatis yang dikontrol dengan PLC yang di dalamnya terdapat intruksi-intruksi berupa program untuk mengeksekusi semua intruksi atau perintah yang telah dibuat.

3.3 Perancangan HMI

Perancangan HMI stasiun kerja penggilingan teh hitam menggunakan *software Wonderware InTouch* 10.1. Proses pertama dalam perancangan HMI yaitu mengidentifikasi menu-menu yang akan ditampilkan pada setiap *window* yang akan dibuat sesuai dengan kebutuhan. Pada setiap bagian *window* memiliki informasi yang berurutan sesuai dengan fungsi dan proses di stasiun kerja penggilingan teh hitam. HMI terdiri dari *login window*, *home window*, *setting window*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, analisis data dan hasil dari setiap tahapan maka diperoleh kesimpulan yang mengacu pada tujuan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Kesimpulan penelitian ini sebagai berikut:

1. Dari hasil evaluasi alternatif konsep dihasilkan konsep conveyor yang sesuai dengan karakteristik material dan kondisi existing adalah belt conveyor dengan menggunakan bahan Flat PVC pada belt. Memiliki komponen perpindahan (transfer point) dengan menggunakan Solenoid Diverter Double Plat untuk memindahkan jalur conveyor. Menggunakan Geared Motor sebagai penggerak dan menggunakan hopper dengan bentuk limas segi empat, serta menggunakan PLC sebagai controller. Hasil penentuan spesifikasi didapatkan panjang lintasan conveyor 21,5 meter, dengan tinggi akhir conveyor 9,75 meter dan tinggi awal (input) conveyor 3,75 m, lebar conveyor 50 cm, dan kemiringan conveyor yaitu 27°.
2. Rancangan sistem otomasi pada conveyor meliputi pemrograman PLC dengan menggunakan *software* TIA PORTAL untuk perangkat PLC siemens S7-1200 didukung oleh input berupa sensor proximity serta push button dan memiliki output berupa solenoid valve dan motor listrik serta dilengkapi dengan Human Machine Interface yang berisi *login window*, *home window* dan *setting window* yang dapat mempermudah proses monitoring dan controlling terhadap plant.

Daftar Pustaka

- [1] Cross, N. (2000). *Engineering Design Methods*. Wiley.
- [2] Groover, M. P. (2001). *Automation, Production System dan Computer Integrated Manufacturing*. Surabaya: Guna Widya.
- [3] Nof, S. Y. (2009). "Handbook of Automation". Berlin: Springer.
- [4] Rosnani Ginting. (2010). *Perancangan Produk*. Graha Ilmu.
- [5] Zwicky. (1969). *Discovery, Invention, Research - Through the Morphological Approach*. Toronto: The Macmillan Company.