

PERANCANGAN SISTEM OTOMASI PENGEPAKAN TEH HITAM ORTHODOKS MENGGUNAKAN *GENERIC PRODUCT DEVELOPMENT* DAN SCADA DI PTPN VIII RANCABALI

DESIGN OF ORTHODOX BLACK TEA PACKAGING AUTOMATION SYSTEM USING GENERIC PRODUCT DEVELOPMENT AND SCADA AT PTPN VIII RANCABALI

Nathaniel Ardy Perdana¹, Rino Andias Anugraha², Denny Sukma Eka Atmaja³

^{1,2,3}Industrial Engineering Study Program, Industrial Engineering Faculty, Telkom University

¹nathanielardy@yahoo.co.id, ²rino.kaprodi@gmail.com, ³dennysukma@gmail.com

Abstrak

Pada proses pengepakan di PTPN VIII Rancabali terdapat beberapa masalah yang menimbulkan berkurangnya keakuratan dan kecepatan proses pengepakan. Masalah utama yang terjadi pada proses pengepakan adalah *bottleneck* diantara mesin *tea bulker* dan timbangan. Untuk menanggulangi masalah tersebut, dilakukan observasi penyebab terjadinya masalah. Setelah ditemukan penyebab terjadinya masalah tersebut, maka dilakukan proses *redesign* pada mesin *tea bulker* dan timbangan dengan menggunakan metode pengembangan produk generik oleh Ulrich-Eppinger. Metode pengembangan produk dilakukan dari *planning* sampai *testing & refinement*. Mesin *tea bulker* usulan yang dirancang adalah dengan menggunakan otomasi pada mekanisme katup yang memiliki fungsi penimbang, sehingga mesin timbangan dapat dieliminasi. Setelah konsep produk terpilih, dilakukan perancangan SCADA agar mempermudah dalam melakukan kontrol dan monitoring pada sistem pengepakan teh. Komponen yang diperlukan dalam mengimplementasikan SCADA adalah *program script* pada PLC SIEMENS Simatic S7-1200, *human machine interface* menggunakan Wonderware InTouch 10.1 dan *database* menggunakan SQLServer. Dengan adanya sistem usulan, waktu proses dari pengepakan teh hitam akan seragam sehingga tidak akan terjadi *bottleneck* dan produktivitas harian akan meningkat.

Kata kunci : Pengembangan Produk Generik, Otomasi, PLC, SCADA, Siemens S7-1200, Database.

Abstract

In the packaging process in PTPN VIII Rancabali, there are some problems that lead to reduced accuracy and speed of the packaging process. The main problem at packaging work station is bottleneck that occurred between tea bulker and scale machine. Observations has been done to overcome these problem. The results of the observation is using the existing tea bulker machine and modify its machine into an automated one using generic product development method by Ulrich-Eppinger. The steps of developing the tea bulker machine are from planning to testing and refinement. Design of the tea bulker machine is using automation in the valve mechanism which has the scaling function, so the scales machine can be eliminated. After the product concept has been selected, enhanced by designing SCADA in order to facilitate the control and monitoring systems of tea packaging. The components required to implement SCADA is program scripts of Simatic S7-1200 SIEMENS PLC, human machine interface using Wonderware InTouch 10.1 and database using SQLServer. With proposed system, the black tea packaging processing time will be uniform so there is no more bottleneck and increasing the daily productivity.

Keywords : Generic Product Development, Automation, PLC, SCADA, Siemens S7-1200, Database.

1. Pendahuluan

PT. Perkebunan Nusantara VIII Rancabali merupakan salah satu perusahaan kompetitif di Indonesia yang bergerak disektor perkebunan khususnya teh. Pada kenyataannya proses produksi teh hitam di PT. Perkebunan Nusantara VIII Rancabali masih menggunakan sistem manual yang dapat menyebabkan ketidakseragaman mutu produk serta banyaknya produk cacat sehingga mengakibatkan produksi teh yang tidak maksimal. Menurut evaluasi kinerja tahunan PT. Perkebunan Nusantara VIII Rancabali, pencapaian produksinya dari tahun 2010 sampai tahun 2013 belum mampu memenuhi permintaan pasar. Hal ini disebabkan karena kurangnya kapasitas

produksi per tahun dari perusahaan tersebut. Pada Tabel 1 dapat dilihat perbandingan jumlah permintaan dan pencapaian produksi setiap tahun dari tahun 2010 sampai tahun 2013 [1].

Tabel 1 Perbandingan pencapaian produksi teh hitam dengan permintaan pasar

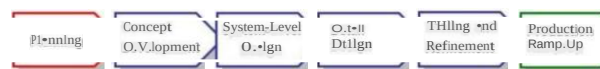
Tahun	Permintaan	Pencapaian
2010	3.770.000	3.233.161
2011	3.758.000	3.203.521
2012	3.190.000	2.774.442
2013	3.261.000	3.050.455

Oleh karena itu dibutuhkan *improvement* dalam proses produksi teh yang diterapkan saat ini. Salah satu *improvement* yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan *redesign* pada mesin dilengkapi dengan sistem otomasi. Agriza (2015) melakukan penelitian untuk merancang *improvement* pada mesin *bench lathe* SD 32 yang digunakan untuk memproduksi salah satu produk mereka, *stopper valve*. Untuk meningkatkan kapasitas produksi guna mencapai target produksi, PT Dharma Precision Parts akan mengganti mesin tersebut dengan mesin otomatis. Penelitian dilakukan dengan menggunakan *generic product development* untuk mendapatkan rancangan mesin *bench lathe* SD 32 usulan [2].

Salah satu proses penting pada proses pengolahan teh hitam di PT. Perkebunan Nusantara VIII Rancabali adalah proses pengepakan. Pada proses pengepakan, sebagian besar operasinya masih dilakukan secara manual, dalam arti keterlibatan tenaga manusia masih sangat dibutuhkan dalam menjalankan proses. Terdapat beberapa permasalahan yang terjadi pada proses pengepakan, antara lain adalah ketidakseragaman berat *papersack* teh yang sejenis, ketidakseragaman waktu proses pengepakan, ketidakakuratan data, dan *fatigue* yang dialami oleh operator akibat sistem eksisting. Sehingga diperlukan *improvement* pada sistem kerja pengepakan. Salah satu cara untuk melakukan *improvement* adalah dengan *redesign* mesin eksisting yang kemudian dilengkapi dengan sistem otomasi.

2. Dasar Teori

2.1 Tahapan Pengembangan Produk



Gambar 1 Product Development Process

Dalam suatu pengembangan produk terdapat enam fase utama [3]. Keenam fase tersebut antara lain adalah:

a. Planning

Pada tahap ini dilakukan pendefinisian strategi perusahaan, termasuk penilaian mengenai perkembangan teknologi dan pasar sasaran. Keluaran yang diinginkan dari tahap ini adalah *mission statement* dari proyek yang menjelaskan secara rinci pasar sasaran dari produk, tujuan bisnis, asumsi-asumsi dan beberapa tantangan yang mungkin muncul [3].

b. Concept Development

Konsep merupakan sebuah penjelasan dari suatu bentuk, fungsi, dan fitur dari suatu produk dan biasanya diikuti dengan spesifikasi produk tersebut. ditahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan dari pasar sasaran, pembuatan dan evaluasi alternatif konsep produk, dan satu atau beberapa konsep dipilih untuk pengembangan selanjutnya kemudian dilakukan pengujian [3].

c. System-Level Design

Tahap ini mencakup definisi mengenai rancangan dan dekomposisi produk. Keluaran yang diharapkan dari tahap ini mencakup *geometric layout* dari sebuah produk, spesifikasi fungsional dari masing-masing sub sistem produk dan diagram alir dari proses awal serta proses akhir perakitan [3].

d. Detail Design

Tahap ini mencakup spesifikasi lengkap dari geometri, bahan dan toleransi semua bagian-bagian produk. Keluaran dari tahap ini adalah dokumentasi untuk menggambarkan geometri dari part dan tools, spesifikasi dari berbagai bagian yang ada, serta rencana proses fabrikasi dan perakitan, secara manual maupun digital dengan menggunakan komputer [3].

e. *Testing and Refinement*

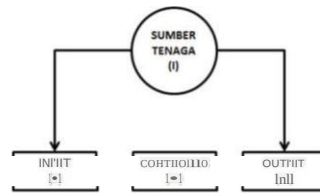
Tahap ini mencakup pembangunan dan pengevaluasian produk dari berbagai fungsi produk terhadap kondisi ekstrim tertentu. Tahap ini juga merupakan tahapan membangun *prototype* untuk mendapatkan gambaran produk yang nyata [3].

f. *Production Ramp-Up*

Pada tahap ini produk dibuat menggunakan sistem produksi yang bertujuan untuk melakukan tindakan pencegahan terhadap berbagai masalah yang terjadi pada proses produksi [3].

2.2 Sistem Otomasi

Otomasi adalah sebuah teknologi dimana setiap proses atau prosedur yang dimilikinya dikerjakan tanpa keterlibatan manusia [4]. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem otomasi merupakan sebuah modernisasi dari proses produksi yang dapat berfungsi secara otomatis dari penerapan komponen otomasi yang berupa *mechanical*, *electronic*, dan *computer-based systems* tanpa keterlibatan manusia, sehingga dapat meminimalkan *human error*.



Gambar 2 Komponen Otomasi

Menurut Groover (2005) sistem otomasi sendiri terdiri dari tiga bentuk dasar, yaitu:

a. *Input*

Input yang dipakai pada sistem otomasi merupakan sensor. Istilah sensor digunakan untuk elemen yang menghasilkan sinyal berhubungan dengan kuantitas yang akan diukur. Sensor dapat disebut sebagai *converter*, yaitu alat yang dapat menguiah variabel fisik, misalnya *temperature*, jarak, tekanan, dsb., variabel yang mudah dievaluasi untuk proses selanjutnya [4].

b. *Controller*

Controller merupakan pusat control dari sistem otomasi. *Controller* terdiri dari mikroprosesor sebagai pusat operasi matematik dan operasi logika, *memory* sebagai penyimpanan data, dan *power supply*. Jenis-jenis dari *controller* meliputi *Programmable Logic Controller* (PLC), *Personal Computer* (PC), *Fuzzy Logic Controller* (FLC), serta *controller* relai konvensional [4].

c. *Output*

Output yang dipakai pada sistem otomasi merupakan aktuator. Aktuator sistem atau sistem penggerak merupakan elemen dari sistem kontrol yang bertanggung jawab merubah *output* dari *microprocessor* atau sistem kontrol menjadi gerakan mengontrol pada mesin atau peralatan.

Aktuator bekerja setelah mendapatkan instruksi (sinyal) dari bagian *output controller*. Sinyal *controller* diterima oleh output modul untuk diubah sinyalnya menjadi sinyal yang dapat dimengerti oleh aktuator. Dengan demikian *aktuator* akan melakukan gerakan yang diinginkan sesuai dengan program yang telah diuat sebelumnya [4].

2.3 Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)

SCADA merupakan teknologi yang memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mendapatkan data dari satu atau lebih dari beberapa fasilitas yang berjauhan dan atau mengirimkan beberapa instruksi supervisi ke beberapa fasilitas tersebut serta melakukan proses *monitoring* dan *controlling* secara jarak jauh. Penggunaan SCADA memungkinkan proses kontrol dan monitor dapat dipantau dan dijalankan tanpa harus mendatangi *plant* proses tersebut [5].

2.4 Human Machine Interface (HMI)

Human Machine Interface (HMI) merupakan bagian penting dari sistem SCADA. Secara sederhana HMI berfungsi sebagai jembatan bagi operator untuk memahami proses yang terjadi pada mesin. Tanpa HMI, akan terjadi kesulitan dalam mengawasi dan mengendalikan mesin tersebut. Secara umum, HMI berfungsi untuk memudahkan operator untuk melakukan pengawasan *plant*, pengendalian *plant*, penanganan alarm, dan akses ke *historical data* dan *historical plant* baik untuk keseluruhan proses maupun masing-masing peralatan yang ada dalam proses. [6].

3. Perancangan Desain Sistem

3.1. Concept Development

a. Identifikasi kebutuhan user

Sebelum melakukan perancangan desain, dilakukan *Focus Group Discussion*. Pada *Focus Group Discussion* tersebut diputuskan bahwa fokus dari penelitian ini adalah untuk mengurangi proses pengepakan dengan cara menggabungkan antara proses pengisian dan proses penimbangan. Hal tersebut mengakibatkan mesin timbangan dapat dieliminasi dan mesin *tea bulker* memiliki fungsi tambahan yaitu pengukur masa *papersack*. Setelah fokus utama ditentukan, dilakukan observasi untuk memperoleh metrik dari mesin tersebut. Perancangan metrik dilakukan dengan mengolah data *need statement* menjadi data penelitian yang *measureable* atau terukur. Obyek pencarian *need statement* adalah *expert user*, sehingga proses pencarian *need statement* dilakukan dengan melakukan wawancara dan memberikan kuisioner terhadap operator proses pengepakan. Setelah wawancara dan kuisioner, selesai dilakukan, akan diperoleh tingkat kepentingan dari kebutuhan tersebut yang nantinya akan digunakan pada pertimbangan *concept scoring*.

Tabel 2 Importance of Needs

No.	Dimensi Kebutuhan	Attribute of Needs	Tingkat Kepentingan
1		Mesin yang otomatisasi dan waktu proses lebih kecil daripada ekisting.	
2		Mesin yang otomatisasi dan takaran lebih kecil dan lebih presisi.	
	Durability	Komponen utama mesin yang lama. Olomati menurun bila ada khalat terhadap kondisi di PT. Kelabunan Nusantara VIII Rancabali.	
		Komponen utama mesin yang lama. Olomati mudah dilakukan <i>troubleshoot</i> .	
		Komponen utama mesin yang lama. Olomati mudah dilakukan perbaikan.	

Tabel 3 Matriks metrik kebutuhan

No	Needs	1	2	3	4	5
1	Waktu proses yang lebih kecil					
2	Takaran yang terukur dan presisi					
3	Mesin tahan lama					
4	Mudah dilakukan <i>troubleshoot</i>					
5	Mudah dilakukan perbaikan					

b. Concept Generation

Konsep produk adalah gambaran kisan dari teknologi, prinsip kerja, dan bentuk geometris produk. Ini merupakan gambaran bagaimana produk memenuhi kebutuhan konsumen. Proses *concept generation* dimulai dari *input needs* dan *target specification* yang nanti akan menghasilkan *output* yaitu konsep-konsep produk yang nantinya akan diseleksi [3]. Berikut ini merupakan *morphological chart* dari *tea bulker*:

Tabel 4 Morphological Chart

Struktur Bulker	Instansi	Penggerak Valve	Peralimaa Kepondu	Pencukuro Mu
Eksisting	 Globe Valve	 Electrical Pneumatic	 Micro Controller	 Analogue Sensor
Modifikasi	 Ball Valve	 Motor	 PLC	 Timer
	 Gate Valve			

Berdasarkan *Morphological Chart* di atas, dilakukan pemilihan konsep dengan menggunakan beberapa metode. Metode-metode yang digunakan antara lain adalah *intuition*, *product champion*, dan *pros and cons*. Konsep-konsep yang terpilih dilanjutkan untuk dilakukan *concept screening*.

Tabel 5 Concept Screening

S.L.ektor Criteria	Def	Cow.apt					
		A	B	C	D	E	F
P ₂ jo ¹ 111*	0	+	+	+	+	+	+
F.atrua	0	+	+	+	+	+	+
Dilrab/III)	0	-	-	-	-	+	+
Smkaobllo,	0	-	-	-	-	-	-
Ala,nCactflr,	0	-	-	-	-	-	-
Sur-s	2	2	2	2	2	3	3
Saw O's	0	0	0	1	1	0	0
SIU-'s	3	3	3	3	3	2	2
X _{ap} Sc0 _u	5	5	3	3	1	1	1
Ca _u fl _u ll*	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Concept Scoring digunakan untuk memilih konsep akhir yang terbaik berdasarkan metode objektif. Metode ini digunakan agar peningkatan resolusi dapat dibedakan lebih baik diantara konsep yang saling bersaing. Kriteria seleksi yang digunakan masih sama dengan *concept screening*, hanya saja dalam *concept scoring* menggunakan nilai bobot atau *weight score* dalam bentuk persentase dari setiap kriteria seleksi yang diperoleh dari *importance of needs* [3].

Tabel 6 Concept Scoring

S.L.ektor Criteria	W ₁ ,W ₂ ,W ₃	Cow.apt					
		E		F		Ekamling	
		Ratiff	SW ₂	Ratiff	Scor ₂	Ratiff	S ₂ o _u
P ₂ jo ¹ 111*	23%	1	1.12	1	1.12	1	0.69
F.atrua	23%	1	1.12	1	1.12	1	0.69
Dilrab/III)	17%	1	0.13	1	0.13	1	0.51
Smkaobllo,	21%	2	0.56	1	0.21	1	0.11
Ala,nCactflr,	10%	2	0.20	1	0.10	1	0.11
Tota/Scor ₂		3.91		3.53		3.03	
Ca _u fl _u ll*		1		2		3	
Colfl _u ll*		Yes		No		No	

c. Detail Design

Pada tahap selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap komponen-komponen yang digunakan dalam konsep terpilih yang disebut sebagai *detail design*. Sebagai hasil dari *detail design* tersebut adalah dimensi komponen dan komponen pendukung.

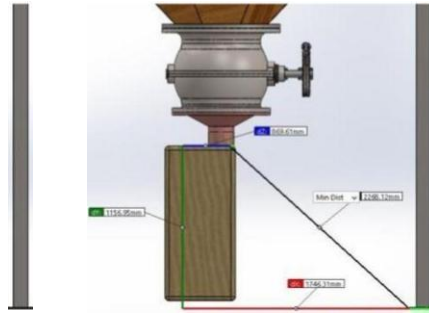
1) Komponen valve



Gambar 3 Komponen valve tea bulker

2) Jarak valve dari lantai

Jarak terendah dari valve usulan dengan lantai tidak boleh kurang dari tinggi *papersack* ditambah dengan tinggi sensor analog yang nantinya diletakkan di bawah *papersack*. Maka setelah dilakukan proses desain diperoleh jarak ujung corong valve dengan lantai sebesar 1,156 meter.



Gambar 4 Jarak valve terhadap lantai

3) Baut penyambung *tea bulker* dan *valve*

Untuk menjaga stabilitas kinerja dari *valve* usulan, maka diperlukan baut yang dapat menahan sambungan *valve* dari tekanan teh dalam *bulker*.

Gaya yang bekerja pada *valve* tersebut dapat diperoleh dengan persamaan:

$$F = P \times A$$

diameter penampang terkecil dapat diperoleh dengan persamaan:

$$P = \frac{\pi}{4} (dc)^2 \sigma t$$

Masa maksimum teh dalam *tea bulker* ketika penuh adalah 3000 kg, jadi dalam perhitungan kali ini digunakan masa ketika *tea bulker* penuh. Sehingga diperoleh gaya tekan yang diterima oleh *valve* yaitu:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = (3000 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2) / (260 \text{ mm} \times 320 \text{ mm} \times 0,5 \times 8)$$

$$P = 29400 / 332800$$

$$P = 0,09 \text{ Mpa}$$

diasumsikan *permissible tensile stress* dari material baut sebesar 56 Mpa = 56 $\times 10^6$, maka akan diperoleh diameter penampang terkecil dari baut sebagai berikut:

$$A = 3,14 \times 420^2$$

$$A = 554400 \text{ mm}^2$$

$$P = \frac{\pi}{4} (dc)^2 \sigma t$$

$$49896 = \frac{\pi}{4} (dc)^2 \cdot 56$$

$$(dc)^2 = 49896 / 44$$

$$dc = 33,67 \text{ mm}$$

Kemudian dari tabel daftar jenis baut, dapat ditentukan baut yang akan digunakan sebagai penyambung antara *valve* dan *bulker* adalah M39.

3.2. Pemrograman pada PLC

a. Identifikasi alamat *input* dan *output*

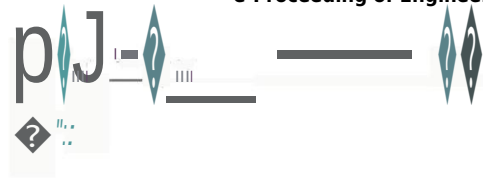
Pemberian alamat *input* dan *output* pada setiap proses dibuat berbeda dan diberi *tagname* agar proses pemrograman dan melakukan *trouble shooting* menjadi lebih mudah.

b. Pembuatan *script* program PLC

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahasa pemrograman PLC yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah *ladder diagram*. *Scripts* program dibuat sesuai dengan skenario yang telah dirancang sebelumnya. Terdiri dari 2 bagian yaitu *Main Block* dan *Data Block* (DB). Kedua bagian tersebut memiliki fungsi dan tujuan yang berbeda-beda.

1) Program Start

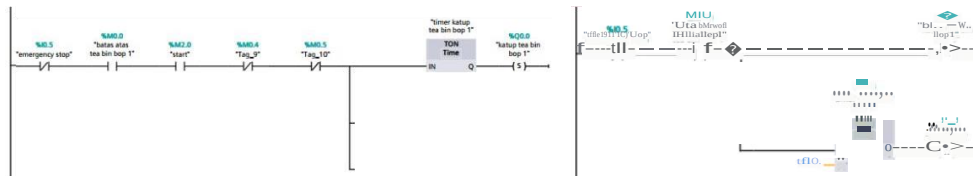
Program start dibuat di *main block* dengan tujuan memulai proses pendeteksian masa teh dalam kelima *tea bin*.



Gambar 5 Program Start dan Emergency Stop

2) Program Tea Bin

Program *tea bin* dibuat pada *main block*. Terdapat dua fungsi program *tea bin* pada *main block*, yaitu program pembuka katup dan penutup katup. Pada program pembuka katup *tea bin* berfungsi untuk membuka katup *tea bin* dan menjalankan *conveyor* saat masa bubuk teh dalam *tea bin* tersebut sudah mencapai target. Pada program penutup katup *tea bin* berfungsi untuk menutup katup *tea bin* dan menghentikan *conveyor* saat bubuk teh dalam *tea bin* tersebut sudah habis.

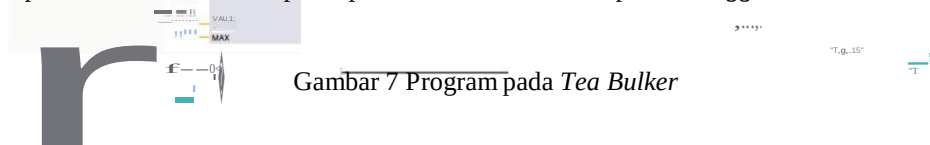


Gambar 6 Program pada Tea Bin

3) Program Tea Bulker



Program *tea bulker* dibuat dengan fungsi penimbangan. Terdapat lima tombol, dengan setiap tombolnya akan mewakili jenis teh yang berbeda. Ketika tombol suatu jenis bubuk teh ditekan, maka akan membuka katup *tea bulker* dan menutup katup *tea bulker* setelah memperoleh *trigger* dari sensor berat.



Gambar 7 Program pada Tea Bulker

3.3. Perancangan Human Machine Interface

Perancangan HMI pada penelitian ini menggunakan *software* Wonderware Intouch 10.1. Perancangan HMI dimulai dari mengidentifikasi *menu* yang akan ditampilkan pada setiap halaman *window* dalam *software* Wonderware Intouch 10.1. Setiap halaman *window* memiliki informasi berbeda sesuai fungsi pada *window* tersebut [7]. Berikut ini merupakan struktur perancangan HMI pada proses pengepakan:



Gambar 10 Login Window



Gambar 11 Tea Bin Window



Gambar 12 Tea Bulker Window

3.4 Komunikasi PLC dengan HMI

Tampilan HMI yang sudah dibuat dihubungkan dengan PLC yang merupakan pengendali stasiun kerja penggilingan. Untuk menghubungkan *interface* pada InTouch dengan PLC diperlukan sebuah *software* tambahan sebagai penghubung yaitu *Dassidirect*. Pada *software Dassidirect* user harus menyesuaikan IP yang terdapat pada pengaturan *Dassidirect* dengan IP yang digunakan PLC [8].

4. Kesimpulan

Pada stasiun kerja pengepakan teh hitam orthodox di PTPN VIII Rancabali terdapat beberapa masalah yang menimbulkan berkurangnya keakuratan dan kecepatan proses pengepakan. Berangkat dari masalah-masalah tersebut maka dilakukanlah penelitian ini. Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. *Improvement* pada sistem kerja pengepakan di PTPN VIII Rancabali telah berhasil dilakukan. *Improvement* yang dilakukan adalah menghilangkan proses penimbangan dan melakukan *redesign* pada mesin *tea bulker* dengan menggunakan *generic product development* oleh Ulrich-Eppinger. Hasilnya adalah mesin *tea bulker* memiliki katup yang dapat bekerja secara otomatis
2. *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) yang dilengkapi pelaporan data otomatis pada stasiun kerja pengepakan di PTPN VIII Rancabali telah berhasil dirancang. Melalui SCADA, aktifitas yang sedang berlangsung di stasiun kerja pengepakan dapat dimonitor secara langsung oleh *supervisor* dan dapat dilakukan akuisisi data secara *realtime*.

References

- [1] PT Perkebunan Nusantara VIII. (t.thn.). SOP Pembuatan Teh Hitam Ortodoks. Bandung.
- [2] Agriza, Agung (2015). *Mechanical Design for Stopper Valve Chamfering Process Automation on Bench-Lathe SD 32-A Machine Using Generic Product Development Process at PT Dharma Precision Parts*.
- [3] Ulrich, K. T. (2012). *Product Design and Development*. Singapore: McGraw Hill.
- [4] Groover, Mikell. (2001). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*, Upper Saddle River New Jersey, Prentice Hall.
- [5] Boyer, S. A. (2004). *SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition*. ISA.
- [6] Wicaksono, H. (2012). *SCADA Software dengan Wonderware InTouch*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [7] Fathoni, Hilmy (2015). *Perancangan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Untuk Proses Otomasi Stasiun Kerja Packaging di PT. Perkebunan Nusantara VIII Rancabali*. Bandung: Telkom University.
- [8] Mandala, Harmanda (2014). *Perancangan Sistem Otomasi Penggilingan Teh Hitam Orthodox Menggunakan Pengendali PLC SIEMENS S7 1200 dan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) di PT. Perkebunan Nusantara VIII Rancabali*. Bandung: Telkom University.