

**PERANCANGAN SISTEM CONVEYOR ANTAR MESIN DI STASIUN KERJA  
SORTASI TEH HITAM ORTHODOKS MENGGUNAKAN METODE  
PERANCANGAN PRODUK RASIONAL DAN SCADA DI PTPN VIII RANCABALI**

***INTER-MACHINE CONVEYOR SYSTEM DESIGN AT THE ORTHODOX BLACK TEA  
SORTING WORKSTATION USING RATIONAL PRODUCT DESIGN METHOD AND  
SCADA AT PTPN VIII RANCABALI***

Muhammad Zamzam Anshori<sup>1</sup>, Rino Andias Anugraha<sup>2</sup>, Denny Sukma Eka Atmaja<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>[zamzamanshori@gmail.com](mailto:zamzamanshori@gmail.com), <sup>2</sup>[rino.kaprodi@gmail.com](mailto:rino.kaprodi@gmail.com), <sup>3</sup>[dennysukma@gmail.com](mailto:dennysukma@gmail.com)

---

#### Abstrak

Pada stasiun sortasi perpindahan bubuk teh antar mesin dan memasukan bubuk teh ke mesin masih dilakukan oleh operator. Aliran material menjadi tidak kontinu dan berdampak pada lamanya waktu pemrosesan di setiap mesin. Dibutuhkan material handling yang dapat memindahkan bubuk teh berdasarkan aliran proses untuk setiap mutu, *material handling* yang cocok adalah *conveyor*. Pemilihan *conveyor* sebagai *material handling* didasarkan pada ketepatan pada aliran produksi, aliran material menjadi kontinu, serta perpindahan bubuk teh dapat berjalan dengan otomatis. *Conveyor* dirancang dengan menggunakan tahapan perancangan konsep produk rasional *Nigel Cross*. Permasalahan lainnya adalah tidak ada sistem *controlling* dan *monitoring* yang *realtime* sehingga pengambilan keputusan menjadi lebih lama atau aliran informasi dari *plant* ke *level manager* lebih lambat. Hasil akhir dari penelitian ini adalah konsep *conveyorisasi* antar mesin dengan Spesifikasi panjang lintasan *conveyor* 2.65 meter, dengan tinggi akhir *conveyor* adalah 1.5 meter dan tinggi awal *conveyor* adalah 0.5 m, lebar *conveyor* adalah 0.5 m, dan kemiringan *conveyor* yaitu 27° dan perancangan sistem SCADA yang dilengkapi oleh sistem *reporting* sehingga semua informasi tersimpan dalam *database* secara otomatis.

**Kata kunci :** *Conveyor*, *Nigel Cross*, perancangan produk rasional, SCADA, *Generic Data Grid*, *Database*, *Teh Hitam Orthodox*.

---

#### Abstract

*On the sorting work stations tea powder transfer between machines and tea powder entry to the machines is still done by the operator. Material flow become discontinuous and affect the length of processing time on each machine. Material handling that can transfer tea powder based on the process flow for each quality is required, material handling that suitable is conveyor. Selection of conveyor as material handling based on the accuracy of the production flow, the flow of material become continuous, and transfer of tea powder can be run automatically. Conveyor is designed using the stages design of Nigel Cross rational product concept. Another problem is there is no realtime controlling and monitoring systems thus the decision becomes longer or the flow of information from the plant to the manager level is slower, The result of this research is conveyorisation concept between machines with specifications conveyor path length is 2.65 meters, with high-end conveyor which is 1.5 meters high and initial is 0.5 m conveyor, conveyor width is 0.5 m, and the slope of the conveyor is 27 degrees and the design of the SCADA system which is equipped by the reporting system so that all the information and data stored in the database automatically.*

**Keywords :** *Conveyor*, *Nigel Cross*, *Rational Product Design Method*, SCADA, *Generic Data Grid*, *Database*, *Orthodoks Black Tea*.

---

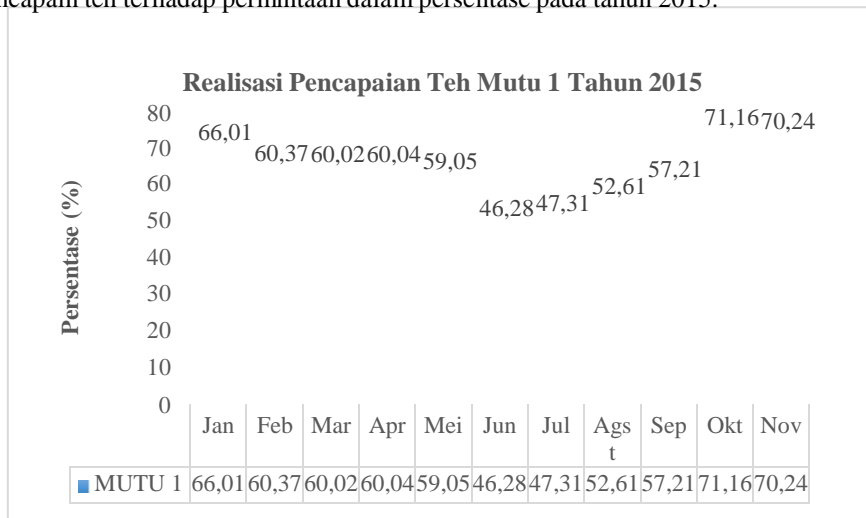
#### 1. Pendahuluan

Perkembangan sektor industri yang semakin maju, serta semakin ketatnya persaingan di dunia industri maka perusahaan dituntut untuk menerapkan sistem yang dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan. Untuk menerapkan sistem yang baik maka harus diimbangi dengan penggunaan teknologi pada proses produksi tersebut. Teknologi otomasi dapat menjamin kualitas produk yang dihasilkan, meminimasi waktu produksi, peningkatan keamanan kerja dan tingkat akurasi yang tinggi dengan tenaga kerja manusia yang lebih sedikit dan mengurangi biaya tenaga kerja manusia [1].

PT. Perkebunan Nusantara VIII (PTPN VIII) adalah BUMN yang bergerak pada sektor usaha perkebunan Sektor produksi teh menjadi andalan dari PT. Perkebunan Nusantara terutama teh hitam orhodoks yang menjadi komoditi ekspor sebanyak 80% dari jumlah produksi teh hitam [2].

Pada proses sortasi dan pembagian *grade* pada teh harus dilakukan dengan teliti dalam menentukan jumlah teh yang akan di sortasi karena jika salah dalam penentuan atau pemisahan berdasarkan *grade* teh akan menyebabkan mutu yang dihasilkan menjadi kurang baik. Saat ini proses sortasi dan grading di pabrik PTPN VIII masih melibatkan banyak tenaga kerja yang meyebabkan sering terjadi *human error* yang meyebabkan proses sortasi dan *grading* menjadi kurang sempurna [3].

Hasil dari stasiun kerja sortasi adalah data jumlah berat teh berdasarkan mutu, jumlah berat teh tersebut akan dibandingkan dengan permintaan teh atau dengan target produksi per hari untuk mengontrol pencapaian produksi teh berdasarkan mutu yang nantinya akan dilakukan analisis dari setiap pencapaian untuk menentukan target produksi bubuk teh selanjutnya atau dilakukan keputusan apakah bubuk teh tersebut harus dilakukan sortasi ulang sehingga target produksi dapat tercapai sesuai permintaan tiap jenis mutu teh. Pada Gambar 1 memperlihatkan data jumlah pencapaian teh terhadap permintaan dalam persentase pada tahun 2015.



Gambar 1. Realisasi Pencapaian Teh Mutu 1 Tahun 2015

Pada stasiun sortasi perpindahan bubuk teh antar mesin masih dilakukan oleh operator. Hasil dari mesin *indian sortir* merupakan bubuk teh yang sudah dibagi menjadi 4 mutu, operator harus menunggu bubuk teh sampai wadah terisi penuh baru dapat dialirkan ke mesin *winnower* atau *theewan*. Operator harus *standby* dan harus memindahkan 4 wadah bubuk teh ke mesin yang berbeda atau mesin *winnower* dan *theewan* serta memasukan bubuk teh secara manual. Waktu pemrosesan bubuk teh pada mesin *winnower* atau *theewan* adalah 10 menit untuk setiap mesin, dengan dibantu oleh operator dalam memasukan bubuk teh kedalam mesin. Aliran material menjadi tidak kontinu karena harus menunggu pemrosesan pada salah satu mesin *winnower* atau *theewan* selesai.

Pemilihan *conveyor* untuk perpindahan bubuk teh didasarkan proses aliran material menjadi kontinu, *conveyor* tidak membutuhkan banyak tempat sehingga dapat diaplikasikan di stasiun kerja sortasi yang memiliki luas terbatas, perawatan *conveyor* yang mudah, daya yang dibutuhkan oleh *conveyor* kecil sehingga dapat menghemat biaya, kecepatan aliran produk dapat diatur, dan pemindahan material dapat dilakukan secara otomatis [10].

Tabel 1. Kondisi Awal Perpindahan Material Antar Mesin

| Paramater   | Jumlah                       |
|---|------------------------------|
| Hasil dari mesin <i>indian sortir</i>                           | 4 mutu bubuk teh             |
| Kapasitas mesin <i>indian sortir</i>                            | 100 kg/jam untuk setiap mutu |
| Berat per wadah   | 20 kg                        |
| Jumlah wadah yang dipindahkan oleh operator ke mesin berikutnya | 20 wadah / jam               |

Pada saat operator membawa bubuk teh ke penimbangan dan pencatatan, permasalahan yang terjadi pada proses tersebut yaitu terjadi penumpukan antrian bubuk teh, dibutuhkan waktu untuk penimbangan dan pencatatan jumlah berat bubuk teh berdasarkan mutu, dan hanya ada 1 alat penimbangan. Pada Tabel 1 menunjukkan kondisi eksisting penimbangan dan pencatatan berdasarkan mutu dengan sistem penimbangan manual yang dilakukan oleh 1 operator, dan dibutuhkan waktu 40,53 menit per hari untuk menimbang dan mencatat teh berdasarkan mutu dengan rata-rata *drum* yang ditimbang adalah 160 *drum* per hari.

Tabel 2. Proses Penimbangan dan Pencatatan (Eksisting)

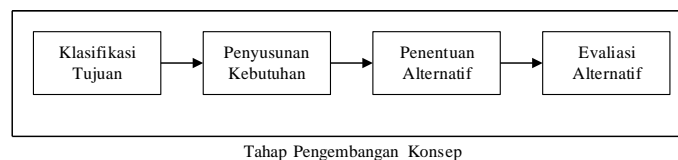
| Parameter   | Jumlah           |
|---|------------------|
| Rata-rata waktu proses penimbangan dan pencatatan tiap mutu | 15,2 detik/wadah |
| Rata-rata penimbangan per hari                              | 160 wadah        |
| Jumlah alat penimbangan                                     | 1 alat           |
| Waktu proses penimbangan dan pencatatan per hari            | 40,53 menit      |

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka akan dirancang penelitian mengenai perancangan *conveyor* yang dapat memindahkan bubuk teh antara mesin. Perancangan *conveyor* dilakukan dengan menggunakan metode pengembangan produk rasional menurut Nigel Cross (2000). Serta perancangan Sistem SCADA pada stasiun kerja sortasi untuk melakukan pengawasan, pengendalian, dan akuisisi data pada sebuah *plant*.

## 2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

### 2.1 Pengembangan Konsep

Pada fase pengembangan konsep, dilakukan identifikasi kebutuhan dari pasar sasaran, pembuatan, dan evaluasi alternatif konsep produk, dan satu atau beberapa konsep dipilih untuk pengembangan selanjutnya. Sebuah konsep merupakan sebuah penjelasan dari bentuk, fungsi, dan fitur dari suatu produk diikuti dengan spesifikasi produk tersebut [4].



Gambar 2. Tahap Pengembangan Konsep

#### 2.1.1 Klasifikasi Tujuan

Klasifikasi tujuan merupakan tahap untuk menentukan tujuan perancangan. Metode yang digunakan pada tahap ini adalah *objectives tree* yang berfungsi untuk mengidentifikasi tujuan dan sub tujuan dari perancangan produk beserta hubungan antar keduanya, yaitu dalam bentuk diagram yang menunjukkan tingkatan hubungan antara tujuan dan sub tujuan [5].

#### 2.1.2 Penyusunan Kebutuhan

Penyusunan kebutuhan merupakan tahap untuk membuat spesifikasi kinerja dari produk yang akan dibuat. Tahap penyusunan kebutuhan ini menggunakan metode *performance specification* untuk mendefinisikan kebutuhan dari kinerja produk, bukan kebutuhan produknya [5].

#### 2.1.3 Penentuan Alternatif

Penentuan alternatif merupakan proses untuk menentukan alternatif-alternatif yang dapat dicapai untuk menentukan solusi terhadap perancangan produk yang dibuat. Tahap penentuan alternatif ini menggunakan metode *morphological chart* [7]. *Morphological chart* merupakan pendekatan yang dapat dilakukan sebagai sebuah penelitian yang bisa mendapatkan seluruh solusi dari permasalahan dengan objektif [7].

#### 2.1.4 Evaluasi Alternatif

Evaluasi alternatif adalah fase untuk menentukan alternatif terbaik dari berbagai alternatif yang muncul, sehingga diperoleh suatu rancangan produk yang baik. Alternatif-alternatif konsep yang tersedia, dilakukan pemilihan kombinasi berdasarkan performansi yang tinggi dan biaya yang rendah [9].

## 2.2 Otomasi

Secara umum sistem otomasi dapat didefinisikan sebagai suatu proses atau prosedur yang dapat berfungsi secara otomatis dengan menggunakan teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik elektronik dan sistem yang berbasis komputer tanpa ada campur tangan manusia [1].

## 2.3 PLC

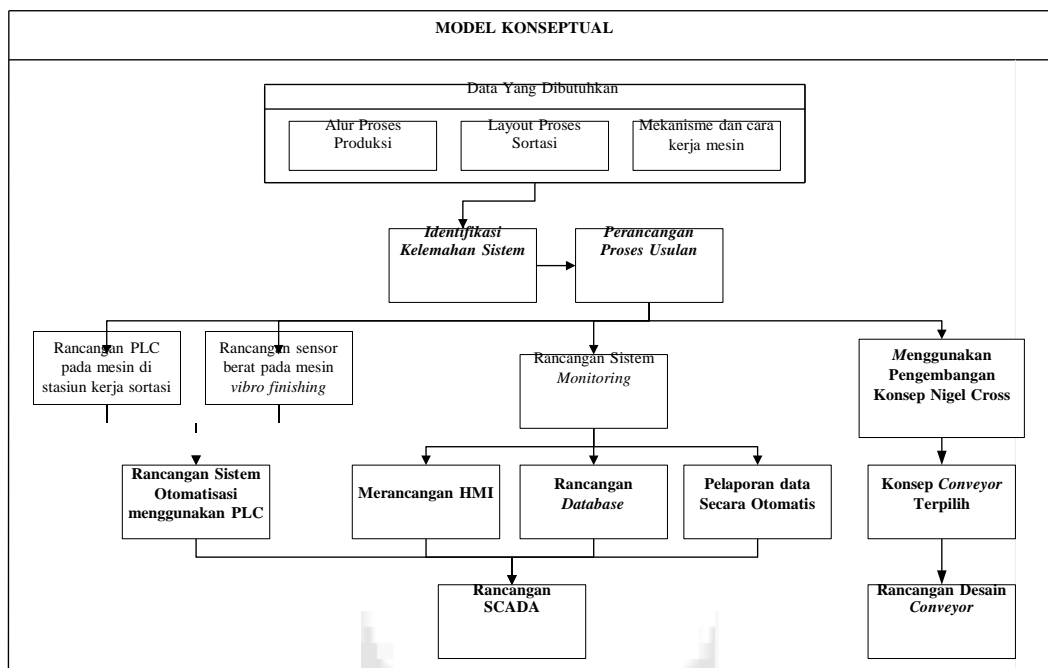
Pengertian *Programmable Logic Controller* (PLC) merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan relay yang digunakan pada kendali konvensional. PLC bekerja dengan cara mendeteksi masukan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai dengan yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan keluarannya (logic, 0 atau 1, hidup atau mati). Pengguna membuat program yang kemudian program tersebut akan dijalankan oleh PLC [8].

## 2.4 HMI

Konsep HMI pada industri adalah sebagai media komunikasi antara operator dengan perancangan yang mampu memberikan informasi yang diperlukan secara ideal, dengan tujuan agar perencanaan yang dilakukan dapat berjalan dengan tingkat efisiensi maksimum.

## 2.5 Model Konseptual

Secara garis besar model konseptual bertujuan untuk memperoleh konsep produk yang sesuai dengan kebutuhan dan perancangan sistem SCADA di stasiun kerja sortasi dengan urutan proses yang sistematis.



Gambar 3. Model Konseptual

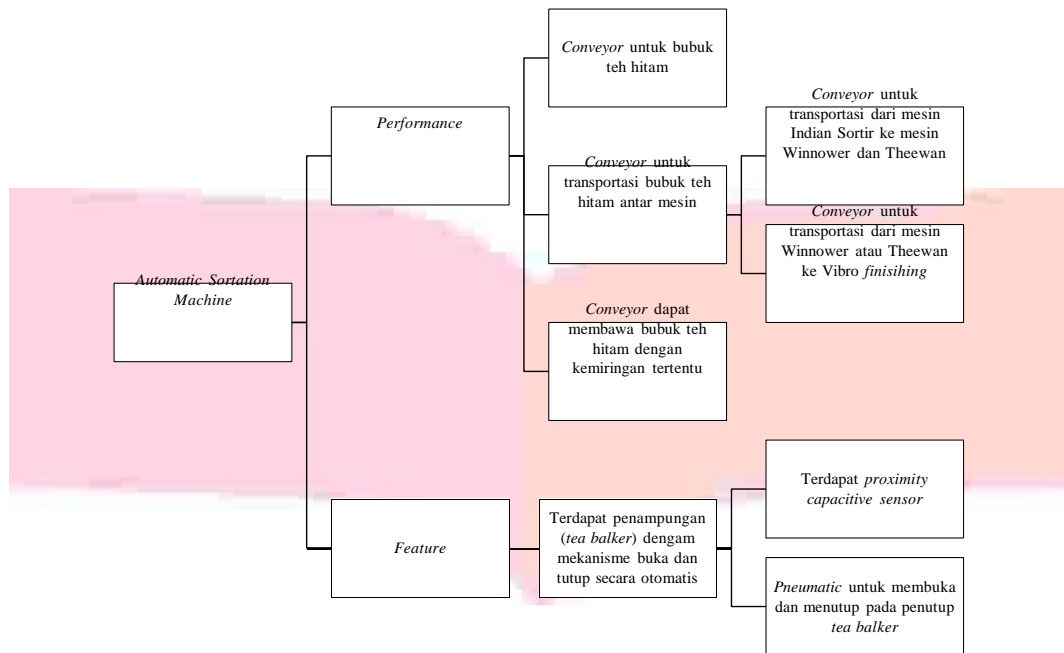
## 3. Pembahasan

Hasil penelitian ini adalah menyusun konsep mesin *conveyor* dengan menggunakan tahap pengembangan konsep Nigel Cross dan membuat sistem SCADA di stasiun kerja sortasi.

### 3.1 Tahap Pengembangan Konsep

#### 3.1.1 Klasifikasi Tujuan

Proses penentuan klasifikasi tujuan kebutuhan mesin *conveyor* dilakukan melalui *focus group discussion* bersama *client requirement* (kepala pabrik), dan operator dibagian stasiun kerja sortasi. 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 4.



Gambar 4. Diagram Objective Tree Conveyor

### 3.1.2 Penyusunan Kebutuhan

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

Tabel 3. Target Spesifikasi Conveyor

| No. | Metrik                      | Satuan  | Nilai   |
|-----|-----------------------------|---------|---|
| 1   | Lebar belt                  | m       | 0.5 m   |
| 2   | Panjang dan tinggi conveyor | m       | Panjang : 2,7 m<br>Tinggi (kondisi material masuk) : 0.5 m<br>Tinggi (kondisi material masuk) : 1,7 m |
| 3   | Dimensi kemiringan conveyor | derajat | Derajat kemiringan : <= 27 derajat  |
| 4   | Mekanisme katup Tea Balker  | list    | Otomatis  |

### 3.1.3 Penentuan Alternatif

Dalam penentuan alternatif konsep dilakukan untuk menentukan beberapa rancangan konsep yang mungkin diterapkan berdasarkan pengetahuan peneliti, melakukan konsultasi kepada expert, berdasarkan kemudahan dalam proses pembuatan, material yang dibutuhkan tersedia dipasaran, dan melakukan benchmark.

Tabel 4. Alternatif Kombinasi Konsep Conveyor

| Tipe Belt Conveyor | Bentuk Rangka Conveyor | Bentuk Trippers | Motor                | Bentuk Tea Balker | Bentuk keluaran Tea Balker | Sistem Penggerak Tutup Tea Balker | Sistem Kontrol   |
|--------------------|------------------------|-----------------|----------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Flat Rubber Belt   | Straight Line          | Flat Chute      | Geared Motor         | Limas Segiempat   | Persegi Panjang            | Pneumatic                         | Micro Controller |
| Flat PVC Belt      | Bentuk "L"             | Swivel Chute    | Motor Gears Coupling | Segitiga          | Persegi                    | Solenoid valve                    | PLC              |
|                    | Bentuk "Z"             |                 |                      |                   | Lingkaran                  |                                   |                  |

Dari seluruh kombinasi konsep, terdapat beberapa kombinasi yang telah tereduksi atau kombinasi tersebut tidak dapat diterapkan untuk pembuatan *conveyor*. Kombinasi konsep yang mungkin diteapkan berjumlah 6 kombinasi konsep.

### 3.1.4 Evaluasi Alternatif

Pada tahap evaluasi alternatif, langkah pertama yaitu melakukan penyaringan konsep dengan membuat matriks penyaringan konsep dari 6 konsep yang ada, lalu menentukan 1 konsep yang dijadikan sebagai *reference*. Langkah selanjutnya adalah membandingkan kombinasi konsep dengan *reference*. Selanjutnya membandingkan kombinasi konsep yang ada dengan *reference*. Kombinasi konsep 1 dijadikan *reference* untuk menentukan nilai (+), (0), atau (-). Selanjutnya menentukan peringkat berdasarkan nilai akhir. Beberapa konsep dengan peringkat tertinggi dapat dilanjutkan ke tahap pemilihan konsep dengan metode *objective weighted*.

Tabel 5. Penyaringan Konsep

| Kriteria Seleksi                 | Konsep     |    |     |    |    |     |
|----------------------------------|------------|----|-----|----|----|-----|
|                                  | 1<br>(ref) | 2  | 3   | 4  | 5  | 6   |
| Kemudahan Dalam Proses Pembuatan | 0          | 0  | -   | -  | -  | -   |
| Kemudahan Dalam <i>Assembly</i>  | 0          | 0  | 0   | 0  | -  | -   |
| <i>Performance (conveyor)</i>    | 0          | 0  | +   | +  | +  | +   |
| <i>Feature (tea balker)</i>      | 0          | -  | 0   | -  | -  | 0   |
| Jumlah (+)                       | 0          | 0  | 1   | 1  | 1  | 1   |
| Jumlah (0)                       | 4          | 0  | 1   | 0  | 0  | 0   |
| Jumlah (-)                       | 0          | 1  | 1   | 2  | 3  | 2   |
| Nilai Akhir                      | 0          | -1 | 0   | -1 | -2 | -1  |
| Peringkat                        | 1          | 2  | 1   | 2  | 3  | 2   |
| Lanjutkan?                       | yes        | No | yes | no | no | yes |

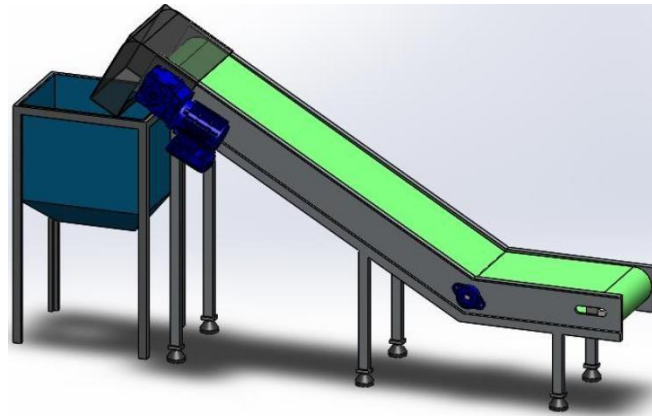
Hasil dari Tabel penyaringan konsep ini terdapat dua kombinasi konsep dengan nilai tertinggi yaitu konsep 1 dan 3. Pada tahap selanjutnya adalah melakukan seleksi terhadap konsep 1 dan 3 dengan menggunakan metode *objective weighted* serta menentukan 1 konsep sebagai *reference* yaitu kombinasi konsep 1 sebagai *reference*.

Tabel 6. Seleksi Konsep Menggunakan *Objective Weight*

| Kriteria Seleksi                  | Bobot   | 1<br>(ref) |             | 3          |             |
|-----------------------------------|---------|------------|-------------|------------|-------------|
|                                   |         | Rating     | Nilai Bobot | Rating     | Nilai Bobot |
| Manufacturing (Proses Pembuatan)  | 16.67 % | 3          | 0.5         | 2          | 0.34        |
| Manufacturing ( <i>Assembly</i> ) | 16.67 % | 3          | 0.5         | 3          | 0.5         |
| <i>Performance (conveyor)</i>     | 50 %    | 3          | 1.5         | 5          | 2.5         |
| <i>Feature (tea balker)</i>       | 16.67 % | 3          | 0.5         | 3          | 0.5         |
| Total Nilai                       |         | 3          |             | 3.84       |             |
| Peringkat                         |         | 3          |             | 1          |             |
| Lanjutkan?                        |         | Tidak      |             | Kembangkan |             |

Dari hasil seleksi konsep didapatkan bahwa konsep 3 sebagai konsep terpilih dengan total nilai bobot terbesar yaitu 3.84. Konsep 3 ini merupakan konsep mesin *conveyor* dengan spesifikasi menggunakan *flat PVC belt*, dengan bentuk rangka *conveyor* "L", bentuk *trippers swivel Chute* menggunakan penggerak *geared motor*, terdapat *tea*

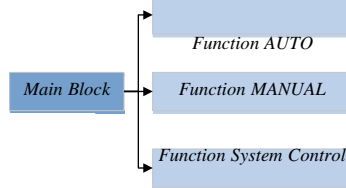
*balker* dengan bentuk limas segiempat serta bentuk keluaran *tea balker* yaitu persegi panjang, dan sistem pergerakan tutup *tea balker* menggunakan sistem *pneumatic*.



Gambar 5. Konsep Terpilih

### 3.2 Pemrograman pada PLC (*Programmable Logic Controller*)

Pemrograman pada PLC disesuaikan dengan skenario usulan, sehingga semua proses atau mesin di stasiun sortasi berjalan dengan otomatis dikontrol oleh PLC yang di dalamnya terdapat intruksi-intruksi untuk mengeksekusi semua intruksi atau perintah. Terdapat struktur pemrograman yang terdiri dari *function auto*, *function manual*, *function system control*. *Function auto* artinya semua proses berjalan dengan otomatis, pada *function manual* semua mesin diaktifkan dengan manua, dan *function system control* sebagai fungsi untuk menjalankan sistem.



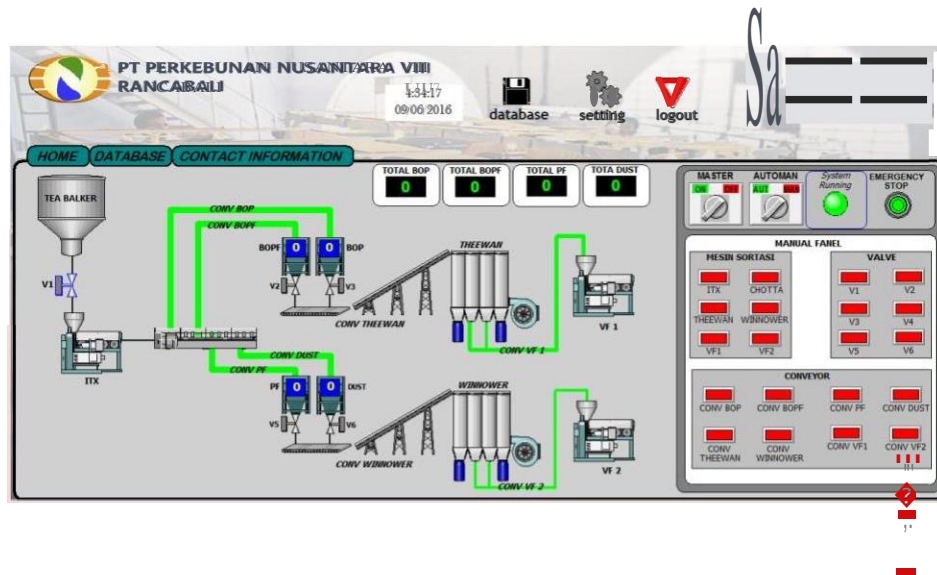
Gambar 6. Struktur Program PLC pada Stasiun Kerja Sortasi

### 3.3 Perancangan HMI

Perancangan HMI proses sortasi teh hitam ini menggunakan *software Wonderware InTouch 10.1*. Dalam perancangan HMI harus mengidentifikasi menu-menu yang akan ditampilkan pada setiap *window* agar fungsi dari HMI dapat sesuai dengan kebutuhan sistem kontrol distasiun sortasi. Pada setiap bagian *window* memiliki informasi yang sesuai dengan fungsi dan proses di stasiun kerja sortasi teh hitam. Pada perancangan HMI di stasiun sortasi terdapat *login window*, *home window*, *database window*, dan *setting window*.



Gambar 7. Login Window



Gambar 8. Home Window

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, analisis data dan hasil dari setiap tahapan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil konsep conveyor terpilih yaitu menghasilkan conveyor dengan spesifikasi: menggunakan flat PVC belt, dengan bentuk rangka conveyor "L", bentuk trippers swivel Chute, menggunakan penggerak geared motor, terdapat tea balker dengan bentuk Segitiga serta bentuk keluaran tea balker yaitu persegi panjang, sistem pergerakan tutup tea balker menggunakan sistem pneumatic, dan menggunakan sistem kontrol PLC.
2. Hasil penentuan spesifikasi didapatkan panjang lintasan conveyor 2.65 meter, dengan tinggi akhir (mesin yang dituju) conveyor 1.5 meter dan tinggi awal (mesin awal) conveyor 0.5 m, lebar conveyor 0.5 m, dan kemiringan maksimal conveyor yaitu 27°.
3. Rancangan sistem otomatisasi dan SACDA pada stasiun kerja sortasi teh hitam orthodox PTPN VIII Rancabali telah berhasil dilakukan sesuai dengan skenario usulan, sehingga tercipta proses pengawasan dan pengendalian secara otomatis atau manual terhadap plant.

### 4.2 Saran

Adapun saran yang diberikan terkait pengembangan selanjutnya yaitu Pada penelitian selanjutnya dapat merencanakan sistem otomasi pada pengujian warna bubuk teh menggunakan image processing dan perancangan sistem otomasi pada stasiun kerja sortasi dapat menggunakan active factory dalam sistem database.

### Daftar Pustaka

- [1] Groover, Mikell P. (2001). *Automation, Production System dan Computer Integrated Manufacturing*. Surabaya: Guna Widya.
- [2] PT. Perkebunan Nusantara VIII. (2008). *Standar Operasional Prosedur Pengolahan Teh Hitam Orthodox*
- [3] Siregar, S. P. (2004). Rancangan Otomatisasi Proses Produksi Teh Hitam Pada Stasiun Kerja Sortasi dan Grading dengan Menggunakan Human Machine Interface (HMI) dan Programmable Logic Controller (PLC) di Pabrik CTC Surakarta PTPN VIII.
- [4] Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2012). *Product Design and Development*. McGraw Hill International Edition
- [5] Nigel Cross. (2000). *Engineering Design Methods*. Wiley.
- [6] Zwicky. (1969). *Discovery, Invention, Research - Through the Morphological Approach*. Toronto: The Macmillan Company.
- [7] Rosnani Ginting. (2010). *Perancangan Produk*. Graha Ilmu.
- [8] Putra, A. E. (2004). *PLC Konsep, Pemrograman Dan Aplikasi (Omron CPM1A/CPM2A dan ZEN Programmable Relay) (Vol. I)*. Jogjakarta: GAVA MEDIA.
- [9] A.M. King; S. Sivaloganathan. (1999). Development of a Methodology for Concept Selection in Flexible Design Strategies. *Journal of Engineering Design*.
- [10] Adhi Permono; Achmad As'ad Sonief; Francisca Gyuh U.D. (2010). Rancang Bangun Belt Conveyor Pengangkut Pasir Untuk Pencampuran Komposisi Pasir Cetak.