

# PENERAPAN MOTOR INDUKSI 3 FASA SEBAGAI PENGGERAK TRANSFERRING PADA MESIN BUILDING GREEN TYRE

Deni Hendarto<sup>1</sup>, Triyana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen Tetap Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos

E-mail: deni.hendarto@ft.uika-bogor.ac.id  
triyana\_87@yahoo.com

## ABSTRAK

**PENERAPAN MOTOR INDUKSI 3 FASA SEBAGAI PENGGERAK TRANSFERRING PADA MESIN BUILDING GREEN TYRE.** Pada komponen transferring, cylinder pneumatic (aktuator) traverse yang digunakan sebagai pengangkut paket B&T sering mengalami gangguan berupa ketidaksimetrisan atau Tread Off Center (TOC) disebabkan kebocoran pada cylinder pneumatic, connector, tubing dan pada solenoide valve, sering terjadi TOC atau tidak pada posisi simetrisnya tread atau tapak ban pada saat pembuatan green tyre, yang juga dikarenakan macet atau lolosnya lock cylinder pneumatic traverse. Hal ini terjadi akibat ausnya komponen Cylinder Pneumatic traverse yang berupa seal yang terbuat dari karet dan lock berupa logam yang terus bergesekan dikarenakan komponen ini selalu bergerak saat proses produksi, dan oiler yang berfungsi sebagai pelumas sistem pneumatic tidak berfungsi dengan baik, sehingga proses produksi menjadi terhambat yaitu terjadinya gangguan pada komponen ini yang terjadi berulang-ulang atau bahkan hingga terjadi stop produksi yang lama. Untuk itu perlu dilakukan penggantian komponen pengangkutan paket B&T pada tahap proses transferring, yang semula menggunakan Cylinder pneumatic yang digerakkan oleh Solenoide valve menjadi menggunakan motor induksi 3 fasa yang kecepatannya diatur oleh Variable Speed Drive (VSD) dan dikontrol oleh PLC (Programmable Logic Controller). Tujuan penelitian ini adalah melakukan penggantian sistem penggerak transferring yang semula menggunakan sistem pneumatic menjadi menggunakan motor induksi 3 fase yang kecepatannya dikontrol oleh PLC melalui VSD. Untuk penempatan dan tata letak motor induksi dibutuhkan ruangan yang luas dan mudah saat dilakukan perbaikan. Untuk menggerakkan transferring dibutuhkan motor induksi sebesar 0,55 kW, daya motor ini dihitung berdasarkan beban transferring dan muatannya. Pengaturan kecepatan motor penggerak transferring yang dihubungkan bintang menggunakan VSD yang diatur berdasarkan parameter frekuensi yang besarnya 15 Hz untuk low speed dan 45 Hz untuk high speed.

**Kata Kunci:** Transferring, PLC, VSD, Pneumatic, Motor Induksi

## 1. PENDAHULUAN

Proses Building merupakan proses pada mesin tyre building yang merupakan tahap penggabungan bahan-bahan pembentukan ban untuk di buat Green tyre atau ban yang masih mentah sebelum ke proses selanjutnya yaitu Curing atau pemasakan ban. Pada proses produksi ban pada mesin tyre building, sering terjadi gangguan langkah kerja transferring yang merupakan proses yang penting dalam pembentukan dan penggabungan bahan ban menjadi green tyre. Proses tahap kerja transferring terdiri atas peralatan mekanis berupa cylinder pneumatic traverse, segment transferring open-close, dan drum belt and tread expand-collapse. Pada proses transferring bahan pembuat green tyre berupa belt 1, belt 2, capstrip/caplydantread (paket B&T) diangkut menggunakan transferring yang semua proses kerjanya harus pada posisi center atau simetris. Pada komponen transferring, cylinder pneumatic (aktuator) traverse yang digunakan sebagai pengangkut paket B&T sering mengalami

gangguan berupa ketidaksimetrisan atau Tread Off Center (TOC) disebabkan kebocoran pada cylinder pneumatic, connector, tubing dan pada solenoide valve, sering terjadi TOC atau tidak pada posisi simetrisnya tread atau tapak ban pada saat pembuatan green tyre, yang juga dikarenakan macet atau lolosnya lock cylinder pneumatic traverse. Hal ini terjadi akibat ausnya komponen Cylinder Pneumatic traverse yang berupa seal yang terbuat dari karet dan lock berupa logam yang terus bergesekan dikarenakan komponen ini selalu bergerak saat proses produksi, dan oiler yang berfungsi sebagai pelumas sistem pneumatic tidak berfungsi dengan baik, sehingga proses produksi menjadi terhambat yaitu terjadinya gangguan pada komponen ini yang terjadi berulang-ulang atau bahkan hingga terjadi stop produksi yang lama.[1]

Untuk itu perlu dilakukan penggantian komponen pengangkutan paket B&T pada tahap proses transferring, yang semula menggunakan Cylinder pneumatic yang digerakkan oleh Solenoide valve menjadi menggunakan motor

induksi 3 fasa yang kecepatannya diatur oleh *Variable Speed Drive* (VSD) dan dikontrol oleh PLC (*Programmable Logic Controller*). Diharapkan dengan penggantian cara pengangkutan material atau paket B&T ini sudah tidak terjadi lagi TOC dan proses produksi menjadi lancar sehingga kualitas produk yang dihasilkan baik dan terjamin. Adapun tujuan penelitian ini adalah melakukan penggantian sistem penggerak transferring yang semula menggunakan sistem pneumatic menjadi menggunakan motor induksi 3 fase yang kecepatannya dikontrol oleh PLC melalui VSD.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Elang Perdana Tyre Industry, yang beralamat di Jl. Elang Desa Sukahati Kecamatan Citeureup Kabupaten Bogor. Waktu penelitian dimulai pada bulan Juli sampai dengan Nopember 2013.

### 2.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini digunakan beberapa peralatan dan *software* seperti Tabel 1.

Tabel 1. Peralatan dan *Software*

No.	Peralatan / Software	Deskripsi
1	Motor Induksi	0,55 KW
2	Variable Speed Drive	0,75 KW
3	Software Mitsubishi GX-Developer	Untuk online dan pembuatan ladder program
4	MCB	4A
5	Kabel Serial RS232	Untuk komunikasi dari PLC ke PC
6	Sprocket Motor	Diameter 0,09 m (9 Cm)
7	Rantai	5 M
8	Kabel 4 x 2,5 mm	10 M
9	Kabel 0,75mm	1 Rol
10	Relay 24 VDC + Socket	1 Pe
11	Rail Terminal Block	1 Pck
12	Kabel Rail	1 M
13	Tube Address + Print Address	2 M
14	Skum kabel 0,5 mm	100 pcs
15	Multitester	1 unit
16	Komputer PC (Notebook)	1 unit
17	Tang Ampere Meter	1 unit
18	Tachometer	1 unit
19	Toolbox	1 set
20	Sensor Deteksi Logam (Proximity)	6 Pcs (deteksi kecepatan VSD)
21	Sensor Deteksi Magnet (Reed Switch)	1 Pcs (untuk interlock)
22	Sensor Deteksi Cahaya (Photodetrik)	2 Pcs (untuk safety area)

### 2.3 Metode Penelitian

#### 2.3.1 Penentuan Tata Letak Motor Induksi dan VSD

##### 1). Pembuatan Support Motor Induksi 3 Fasa

Setelah menentukan lokasi yang strategis untuk penempatan motor induksi 3 fasa yang bertujuan agar mudah saat pemasangan sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama

bila melakukan perbaikan barulah dapat dilakukan pembuatan support motor dengan mengukur sesuai dengan ukuran kaki-kaki pada motor induksi yang digunakan

##### 2). Pembuatan Support Pillow Block dan Sprocket Penarik Transferring

Karena motor induksi yang ada pada sisi bagian kanan menggunakan rantai untuk menarik transferring dan dibutuhkan gerakan transferring traverse atau bergeser ke kanan dan ke kiri secara berulang-ulang selama produksi atau mesin dijalankan maka diperlukan pembuatan *Support pillow block* dan *sprocket* sebagai titik balik penarik *transferring* yang ada pada sisi bagian kiri.

##### 3). Pembuatan Support Adjust Chain

Pembuatan Support Adjust Chain berfungsi untuk memudahkan pemasangan rantai dan digunakan untuk mengatur ketegangan rantai yang dipasang pada bagian bawah transferring.

##### 4). Pembuatan Support Sensor Proximity Low Speed, rest dan Stop position

Perubahan penggerak *transferring* ke sistem motor induksi 3 fasa memerlukan penambahan sensor *proximity switch* sebagai *detector input* ke PLC, membutuhkan 5 *support sensor proximity* yang masing-masing berfungsi sebagai 2 buah untuk *stop*, 2 buah untuk deteksi *low speed* dan 1 buah untuk *rest* posisi, *support sensor* yang akan dibuat diharuskan mudah untuk dapat di atur baik jarak dan ketinggiannya.

#### 2.3.2 Instalasi Motor Induksi dan VSD

##### 1). Pemeriksaan Kumputan Motor Induksi 3 Fasa

Sebelum motor induksi 3 fasa digunakan dilakukan pemeriksaan atau pengecekan kumputan adalah salah satu bagian penting untuk mengetahui kondisi motor induksi 3 fasa yang nanti akan digunakan agar tidak terjadi masalah setelah dipasang di mesin, pemeriksaan tersebut bisa dilakukan dengan menggunakan multitester atau sering disebut Avometer, adapun pemeriksaan kumputan tersebut antara lain, apakah kumputan stator terhubung singkat dengan rangka motor, kumputan stator terhubung singkat dengan kumputan-kumputan lainnya, kumputan stator putus, hubungan dari kumputan stator ke terminal terputus.

##### 2). Pemeriksaan Sistem Pengasutan Pada Motor Penggerak Transferring

Untuk beban motor dalam sistem AC 3 fasa setiap fasanya mempunyai satu kumputan yang setiap kumputan akan menerima arus listrik. Setiap kumputan mempunyai dua ujung kumputan (lead) sehingga semuanya jumlahnya menjadi ada enam lead (3x2). Lead pertama masing-masing kumputan ditandai dengan notasi huruf UVW dan ujung lead kedua

ditandai dengan notasi huruf XYZ. Tujuan motor dihubung bintang atau segitiga adalah untuk mengatasi arus mula yang besar, menyesuaikan tegangan antara tegangan supply yang tersedia (tegangan line atau jala-jala) dengan tegangan spesifikasi name plate motor, misal: 220 VΔ/380 VY, menurunkan *starting current* dengan hubungan star delta dan terutama untuk mengurangi pengawatan (*wiring*) sehingga tidak terlalu rumit.

### 3). **Setting Brake (Rem) dan Wiring Module Brake**

Dalam Penggunaannya sebagian motor induksi tiga fasa memerlukan pengereman seperti yang terdapat pada motor *crane (hoist)*. Pengereman dilakukan agar motor berhenti sesuai dengan letak dan posisi yang diinginkan. Ada banyak cara pengereman yang bisa dilakukan untuk memberhentikan motor, salah satunya adalah pengereman motor dengan menggunakan *coil brake* DC. Pengereman motor dengan menggunakan *coil brake* DC digunakan untuk pemberhentian putaran rotor motor induksi dengan *supply* tegangan DC (*direct current*) yaitu tegangan AC diubah menjadi DC dengan menggunakan *Rectifier* sebagai *supply Coil Brake*.

### 4). **Simulasi Setting Parameter dan Wiring VSD (Inverter)**

Sebelum diterapkan dan terintegrasi ke mesin maka peneliti perlu melakukan simulasi *setting* parameter dan wiring VSD dengan memasukkan parameter-parameter yang nantinya diperlukan untuk mengoperasikan VSD dan untuk menjalankan motor induksi, *setting* VSD ini disesuaikan dengan *supply line* yang digunakan dan spesifikasi motor induksi yang akan digunakan sebagai penggerak *transferring* agar motor berputar dengan kecepatan yang diinginkan, agar *setting* parameter VSD dan *wiring* nya tidak terjadi kesalahan maka saat melakukannya diperlukan *manual book* VSD.

### 2.3.3 **Pembuatan Wiring Power Source dan Wiring Kontrol**

Membuat gambar wiring diagram untuk power source dilakukan dengan cara membandingkan dengan gambar *manual book wiring power source* diagram yang sudah ada pada mesin PRC TBM 1997 selanjutnya menggabungkan gambar *wiring* motor induksi 3 fasa, VSD beserta wiring ke PLC. Wiring kontrol PLC seperti halnya dengan pembuatan *wiring power source* dengan cara membandingkan yang sudah ada di mesin yang selanjutnya ditambahkan sesuai dengan perubahan yang dilakukan, namun sebelumnya untuk pembuatan *wiring* kontrol ini terlebih dahulu membuat data *input device*, *output device* yang akan ditambahkan dan mencari *address* atau alamat pada *input module* atau *output module* yang belum

terpakai agar nanti saat pembuatan *ladder* program tidak terjadi tumpang tindih sehingga akan terjadi kegagalan pembuatan *ladder* program.

### 2.3.4 **Pembuatan Sistem Kontrol Motor Induksi dan VSD**

Untuk pembuatan ladder program pada sistem kontrol pada motor induksi dan VSD ada beberapa hal yang harus ditentukan, yaitu:

- 1) Penentuan Input dan Output PLC Mitsubishi Q-Series
- 2) Penentuan pengalamatan pada input dan output
- 3) Pembuatan ladder program

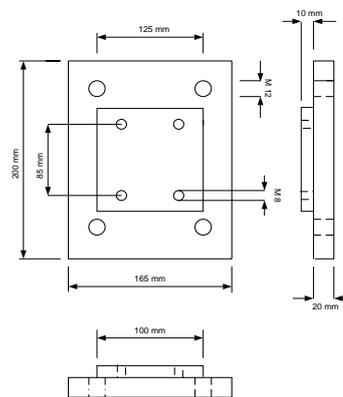
## 3. HASIL DAN BAHASAN

### 3.1 **Tata Letak Motor Induksi Dan VSD Pada Mesin Building Green Tyre**

#### 3.3.1 **Penentuan Tata Letak Motor Induksi dan VSD**

##### 1). **Pembuatan Support Motor Induksi 3 Fasa**

Setelah menentukan lokasi yang strategis untuk penempatan motor induksi 3 fasa yang bertujuan agar mudah saat pemasangan sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama bila melakukan perbaikan barulah dapat dilakukan pembuatan support motor dengan mengukur sesuai dengan ukuran kaki-kaki pada motor induksi yang digunakan desain gambar pembuatan support seperti Gambar 1 di bawah ini.

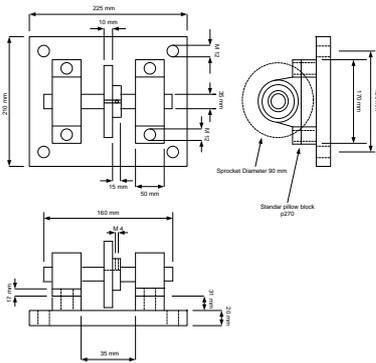


Gambar 1. Desain Support Unit Motor Induksi 3 Fasa

##### 2). **Pembuatan Support Pillow Block dan Sprocket Penarik Transferring**

Karena motor induksi yang ada pada sisi bagian kanan menggunakan rantai untuk menarik *transferring* dan dibutuhkan gerakan *transferring* traverse atau bergeser ke kanan dan ke kiri secara berulang-ulang selama produksi atau mesin dijalankan maka diperlukan pembuatan *Support pillow block* dan *sprocket* sebagai titik balik penarik

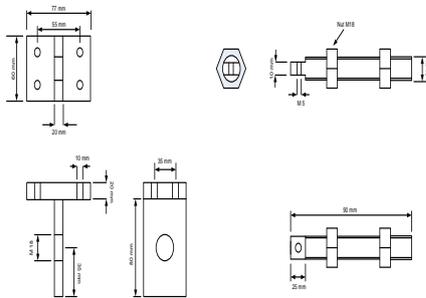
*transferring* yang ada pada sisi bagian kiri. Seperti terlihat pada Gambar 2 dibawah ini.



**Gambar 2.**Support Pillow Block dan Sprocket Penarik *Transferring*

**3). Pembuatan Support Adjust Chain**

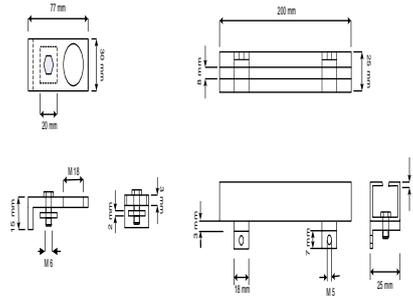
Pembuatan Support Adjust Chain berfungsi untuk memudahkan pemasangan rantai dan digunakan untuk mengatur ketegangan rantai yang dipasang pada bagian bawah *transferring*. Seperti terlihat pada Gambar 3 di bawah ini.



**Gambar 3.**Support Adjust Chain Penggerak *Transferring*

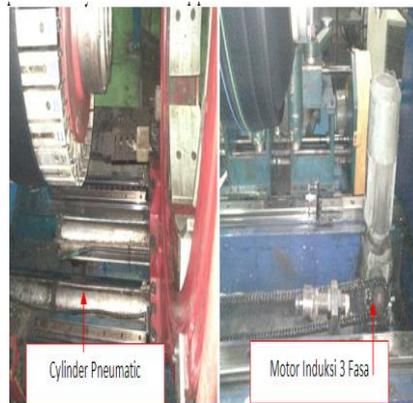
**4). Pembuatan Support Sensor Proximity Low Speed, Rest Dan Stop Position**

Perubahan penggerak *transferring* ke sistem motor induksi 3 fasa memerlukan penambahan sensor *proximity switch* sebagai *detector input* ke PLC, membutuhkan 5 *support sensor proximity* yang masing-masing berfungsi sebagai 2 buah untuk *stop*, 2 buah untuk deteksi *low speed* dan 1 buah untuk *rest* posisi, *support sensor* yang akan dibuat diharuskan mudah untuk dapat di atur baik jarak dan ketinggiannya. Seperti terlihat pada Gambar 4 dibawah ini.



**Gambar 4.**Support Sensor Proximity Low Speed, rest dan Stop Position

Penentuan tata letak motor induksi didasarkan oleh beberapa faktor yang diharapkan menghilangkan kekurangan pada sistem sebelumnya yaitu sistem pneumatic pada saat melakukan perbaikan dan perawatan sulit karena letaknya yang cukup tertutup dsan sempit, karena dengan alasan tersebut pemasangan motor induksi ditempatkan ditempat yang terbuka dan leluasa agar mudah saat perawatan, pengontrolan berkala, dan perbaikan. Hal lain adalah kesulitan dalam perbaikan menyebabkan mesin stop produksi terlalu lama. Pada Gambar 5 memperlihatkan tata letak sebelum dan sesudah perubahan.



**Gambar 5.**Sebelum dan Sesudah Perubahan Letak Sistem Penggerak

Seperti halnya penentuan tata letak motor induksi penggerak *transferring* tata letak VSD juga didasarkan pada beberapa faktor yaitu: kerapihan, mudah dalam pengawatan salah satunya dekat dengan *power source*, mudah saat setting parameter, dan mudah saat perbaikan. Pada Gambar 6 menunjukkan tata letak VSD dalam panel.



Gambar 6. Tata Letak VSD dalam panel

### 3.2 Instalasi Motor Induksi dan VSD

#### 3.2.1 Penghitungan Daya Motor Induksi

Penentuan kapasitas motor Induksi dilakukan dengan salah satunya menghitung beban yang akan digerakkan oleh motor induksi. Berdasarkan hasil perhitungan persamaan daya  $P_{out}$  diperoleh 0,512 kW menjadi 0,52 kW sehingga agar efektif dan efisien motor induksi yang digunakan sebagai penggerak transferring yang berat transferring tersebut yang di asumsikan 80 kg adalah 0,55 kW.

#### 3.2.2 Pengujian Motor Induksi 3 Fasa Dengan VSD

Proses pengujian dilakukan 2 tahap yaitu yang pertama pengujian motor induksi 3 fasa dan VSD tanpa beban yang dilakukan di meja praktek PT. Elang Perdana Tyre Industry dan yang kedua pengujian motor induksi 3 fasa dan VSD dengan beban yang sudah terpasang ke *transferring* dan dilakukan langsung di mesin dengan menggunakan peralatan avometer, clamp ampere meter, dan Tachometer.

#### A. Pengujian Motor Induksi 3 Fasa Dengan VSD Tanpa Beban

##### 1) Simulasi Pengukuran Arus Motor Induksi Penggerak *Transferring*

Sebelum digunakan di mesin motor induksi penggerak *transferring* ini perlu dilakukan pengecekan atau pemeriksaan arus dengan simulasi yang dilakukan tanpa beban yang menggunakan sebuah alat *clamp meter* atau *tang ampere*, jika dari hasil pengukuran arus atau *ampere* lebih tinggi dari arus nominal yang tertera pada *name plate* motor maka dalam kondisi ini akan sangat berbahaya atau mengancam motor karena hal ini menyebabkan panas yang bisa berakibat kebakaran pada belitan motor. Kebanyakan hal seperti ini terjadi karena *bearing* seret atau aus, yang salah satu kemungkinan disebabkan karena *life time*, panas,

kopling beban tidak *center*, *impeller* tidak *ballance*, dan lain-lain. Metode pengukuran arus motor induksi ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengukuran Arus Motor Induksi Penggerak *Transferring*

#### 2) Simulasi Sistem Motor Induksi 3 Fasa Penggerak *Transferring*

Setelah melakukan pemeriksaan semua komponen sistem motor induksi 3 fasa sebagai penggerak *transferring* maka perlu dilakukan simulasi agar saat diimplementasikan ke mesin tidak terjadi kendala dan semua berjalan dengan yang diharapkan, simulasi dilakukan di meja praktek PT. Elang Perdana Tyre Industry komponen-komponen dan alat terdiri dari motor induksi, VSD, PLC, Multitester (Avometer), Clamp Meter (Tang ampere). Beberapa simulasi yang dilakukan yaitu *wiring* VSD, *wiring* motor induksi, memasukkan parameter VSD, pengukuran tegangan *output* dari VSD, pengukuran arus yang diterima motor, komunikasi dan *wiring* VSD dengan PLC, dan menjalankan VSD dengan perintah dari PLC, simulasi yang dilakukan terhadap motor dengan tidak menggunakan beban.



Gambar 8. Simulasi Sistem Motor Induksi 3 Fasa Penggerak *Transferring*

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran melalui simulasi motor induksi 3 fasa tanpa beban didapat data seperti Tabel 2 di bawah ini.

**Tabel 2.**Data Pengujian Motor Induksi 3 fasa dengan VSD Tanpa Beban

FREKUENSI DARI INVERTER (Hz)	TEGANGAN INPUT MOTOR (Vac)			ARUS (A)	RPM MOTOR
	U - V	V - W	U - W		
5	174	174	174	1.53	127
10	215	215	215	1.51	310
15	255	255	255	1.35	397
20	287	287	287	1.22	586
25	317	317	317	1.15	720
30	342	342	342	1.09	804
35	365	365	365	1.05	998
40	389	389	389	1.02	1075
45	412	412	412	1.01	1288
50	420	420	420	0.98	1366
55	432	432	432	0.79	1563
60	438	438	438	0.68	1651

### B. Pengujian Motor Induksi 3 Fasa dengan VSD Berbeban

Berdasarkan hasil pengujian motor induksi 3 fasa dengan VSD berbeban yaitu semua komponen sudah terpasang pada mesin dan motor saat dilakukan pengujian sudah terpasang dengan transferring. Data hasil pengujian motor induksi 3 fasa berbeban seperti Tabel 3 di bawah ini.

**Tabel 3.**Data Pengujian Motor Induksi 3 fasa dengan VSD Berbeban

FREKUENSI DARI INVERTER ( Hz )	TEGANGAN INPUT MOTOR (Vac)			ARUS (A)	RPM MOTOR
	U - V	V - W	U - W		
5	172	172	172	1.62	123
10	215	215	215	1.52	267
15	252	252	252	1.53	388
20	288	288	288	1.22	545
25	318	318	318	1.14	670
30	344	344	344	1.08	772
35	355	355	355	1.05	952
40	390	390	390	1.02	1015
45	411	411	411	1.01	1210
50	424	424	424	0.99	1309
55	433	433	433	0.82	1493
60	438	438	438	0.72	1570

#### 3.2.3 Setting Parameter Frekuensi VSD

Setting Parameter untuk frekuensi VSD yang akan ditetapkan dan dimasukkan didapat dari pengukuran kecepatan transferring sebelum dirubah sistem penggeraknya atau masih menggunakan sistem pneumatic dengan menggunakan alat Tacho Meter lutron DT-2235b dengan memanfaatkan alat tersebut untuk mengukur *velocity* (kecepatan) *transferring* saat masih menggunakan sistem lama yaitu sistem *pneumatic* dan dapat dibandingkan kecepatan dengan menggunakan VSD apakah

memungkinkan untuk menambah kecepatan motor induksi penggerak transferring tanpa menimbulkan perubahan kualitas yang menurun atau sebaliknya dapat menambah kuantitas produk yang dihasilkan dengan kualitas yang tetap terjaga.

Diketahui spesifikasi motor induksi penggerak transferring yang digunakan adalah :

$$E = 230 \text{ V } \Delta / 400 \text{ V Y.}$$

$$I = 3,05 \text{ A} / 1,75 \text{ A.}$$

$$F = 50 \text{ Hz.}$$

$$\text{Rpm} = 1360 / 71 \text{ atau } (1 : 19).$$

$$P = 0.55 \text{ kW dan } \cos \phi = 0.72.$$

$$\text{Sprocket drive (D} = 0.09 \text{ M atau } 90 \text{ mm jadi } r = 0.045 \text{ M atau } 45 \text{ mm)}$$

Hasil pengukuran dengan menggunakan alat tachometer dapat mengukur *velocity transferring* pada saat sebelum dirubah penggeraknya menjadi motor induksi atau saat masih menggunakan cylinder pneumatic didapat data dari tiga kali percobaan pengukuran seperti Tabel 4 dibawah ini:

**Tabel 4.**Pengukuran Kecepatan *Transferring* sebelum perubahan

NO.	Kecepatan Transferring High speed (M/min)	Kecepatan Transferring Low Speed (M/min)
1	17,56	5,74
2	17,77	5,72
3	17,61	5,81

Hasil pengukuran di atas dapat menjadi acuan untuk mencari berapa frekuensi yang harus ditetapkan pada VSD untuk motor induksi penggerak transferring berputar *high speed* dan *low speed* maka diperlukan data pengujian dan pengukuran  $N_s$  = kecepatan sinkron (rpm) dan actual kecepatan motor (rpm) berbeban diukur dengan menggunakan Tachometer. Data hasil pengukuran seperti Tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 5.**Data perbandingan nilai kecepatan sinkron dan aktual

FREKUENSI DARI INVERTER ( Hz )	TEGANGAN INPUT MOTOR (Vac)			ARUS (A)	$n_s = 120 \cdot f/P$	ACTUAL RPM MOTOR
	U - V	V - W	U - W			
5	172	172	172	1.62	150	123
10	215	215	215	1.52	300	267
15	252	252	252	1.53	450	388
20	288	288	288	1.22	600	545
25	318	318	318	1.14	750	670
30	344	344	344	1.08	900	772
35	355	355	355	1.05	1050	952
40	390	390	390	1.02	1200	1015
45	411	411	411	1.01	1350	1210
50	424	424	424	0.99	1500	1309
55	433	433	433	0.82	1650	1493
60	438	438	438	0.72	1800	1570

### 3.2.4 Pengasutan Kumparan Menggunakan Hubungan Bintang

Penentuan pengasutan kumparan motor induksi penggerak transferring adalah dengan menggunakan hubungan bintang karena tegangan masukan VSD 380 V<sub>AC</sub> dan disesuaikan dengan name plate motor induksi yaitu 230 V Δ/400 V Y, jangan membuat hubungan delta pada motor yang mempunyai tegangan hubungan bintang sama dengan tegangan jaringan (*power supply*) karena motor akan *over current* dan terbakar.

$$E = 230 \text{ V } \Delta/400 \text{ V Y,}$$

$$I = 3,05 \text{ A / } 1,75 \text{ A}$$

$$F = 50 \text{ Hz. rpm} = 1360 / 71 (1:19)$$

$$P = 0.55 \text{ kW dan } \cos \varphi = 0.72$$

Impedansi motor tersebut adalah:

$$Z = \frac{E^2}{P} \text{ dari rumus } P = \frac{E^2}{R} \rightarrow R = Z$$

$$Z = 230^2 / 550 = 52.900/550 = 96,1 \text{ ohm} \rightarrow$$

untuk hubungan Δ

$$Z = 400^2/550 = 160.000/550 = 290,9 \text{ ohm} \rightarrow$$

untuk hubungan Y

Karena tegangan line supply 380 V, untuk hubungan bintang motor tersebut akan normal dengan arus dibawah 1,75 A. Tetapi jika dihubungkan delta maka arus-nya akan *over current*.

**Tabel 6.**Data Hasil Pengujian Dan Pengukuran Tanpa Beban

FREKUENSI DARI INVERTER ( Hz )	TEGANGAN INPUT MOTOR (Vac)			ARUS (A)	RPM MOTOR
	U - V	V - W	U - W		
5	174	174	174	1.53	127
10	215	215	215	1.51	310
15	255	255	255	1.35	397
20	287	287	287	1.22	586
25	317	317	317	1.15	720
30	342	342	342	1.09	804
35	365	365	365	1.05	998
40	389	389	389	1.02	1075
45	412	412	412	1.01	1288
50	420	420	420	0.98	1366
55	432	432	432	0.79	1563
60	438	438	438	0.68	1651

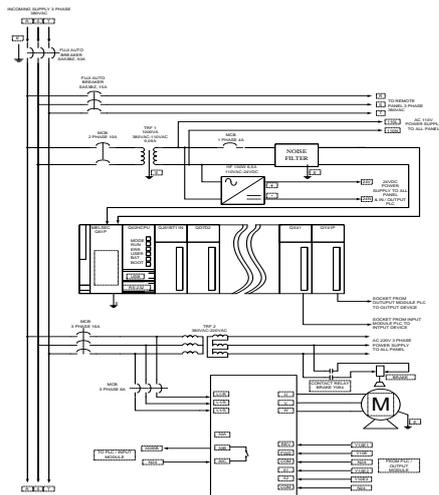
Berdasarkan Tabel 6 hasil pengambilan data pengujian dan pengukuran tanpa beban di atas untuk setting parameter VSD atau inverter frekuensi yang sudah ditetapkan yaitu untuk *low speed* pada motor induksi penggerak transferring yaitu 15 Hz dengan tegangan output dari VSD ke motor induksi 255 Vac dan untuk *high speed* 45 Hz tegangan yang masuk ke motor sampai 412 Vac.

Maka dapat dihitung jika dihubungkan delta maka nilai arus didapat, untuk *low speed* 15 Hz:  $I = E/Z \Delta = 255/88 = 2,6$  ampere, dan untuk *high speed* 45 Hz:  $I = E/Z \Delta = 412/88 = 4,7$  ampere. Jadi apabila dihubungkan segitiga pada saat VSD *low speed* di masukkan frekuensi 15 Hz tegangan output VSD 255 Vac arus yang dihasilkan 2,6ampere kumparan masih mampu menerima arus yang masuk, tetapi pada saat frekuensi berubah menjadi 45 Hz saat *high speed* tegangan output dari VSD naik menjadi 412 Vac sehingga dari perhitungan diatas arus akan naik menjadi 4,7 ampere dan akan terjadi *over current* karena I motor = 3,05 ampere.

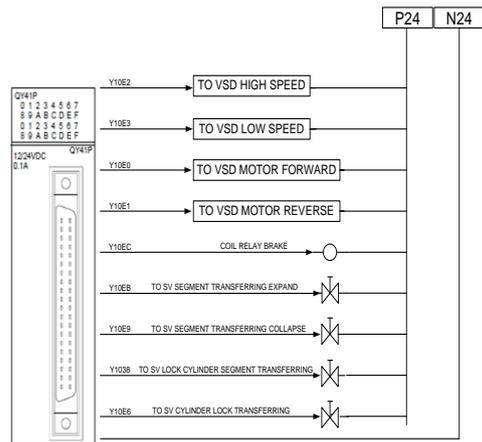
### 3.3 Wiring Diagram Power Source Dan Wiring Kontrol PLC

#### 3.3.1 Wiring Power source

Wiring digram merupakan gambaran suatu rangkaian listrik yang memberikan informasi secara detail, dari mulai simbol rangkaian sampai dengan koneksi rangkaian tersebut dengan komponen lain, yang berfungsi untuk mempermudah untuk mengikuti alur sebenarnya dari sebuah rangkaian sebagai peta dari sistem kelistrikan yang didalamnya digambarkan semua komponen-komponen listrik yang digunakan. *Wiring Power source* dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Wiring Diagram Power Source

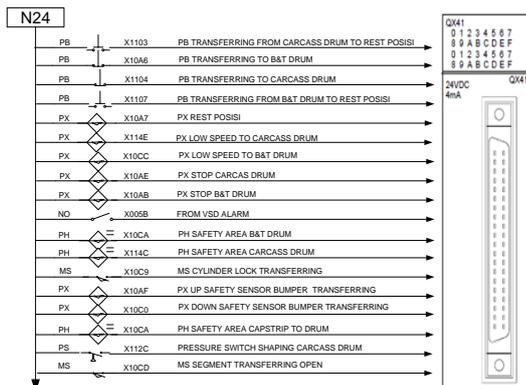


Gambar 11. Wiring Dari Output Module Ke Output Device

### 3.3.2 Wiring Diagram Kontrol PLC

#### 1) Wiring Input Device ke Input Module

Alamat – alamat masukan atau *address input* yang telah ditentukan sebelumnya dirangkai sedemikian rupa sehingga menjadi rangkaian program yang tersusun dan dapat bekerja dengan baik, sehingga mampu mengontrol alamat *output* sesuai dengan *ladder* program yang dibuat dan dapat bekerja dengan baik. *Wiring Input Device* ke *Input Module* dapat dilihat pada Gambar 10.



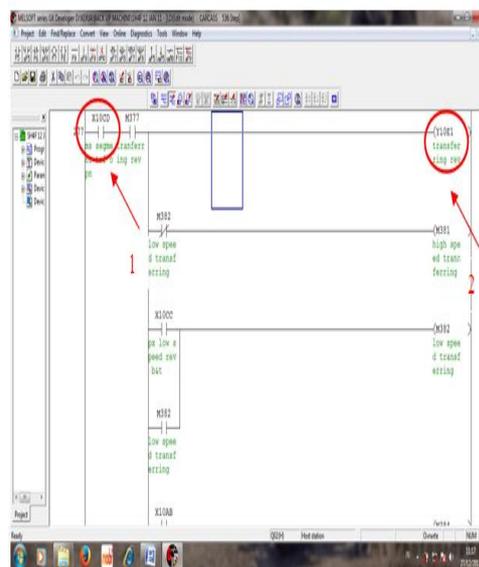
Gambar 10. Wiring Input Device ke Input Module

#### 2) Wiring Dari Output Module Ke Output Device

Alamat – alamat keluaran atau *address output* dirangkai sedemikian rupa sehingga menjadi rangkaian program yang tersusun dan dapat bekerja dengan baik, sehingga mampu mengontrol *output* luar yaitu diantaranya *relay*, *solenoid valve* dan VSD untuk perintah menjalankan motor induksi 3 fasa penggerak *transferring* sesuai dengan yang diinginkan. Pada Gambar 11 memperlihatkan *Wiring Dari Output Module Ke Output Device*.

### 3.4 Pembuatan Ladder Program

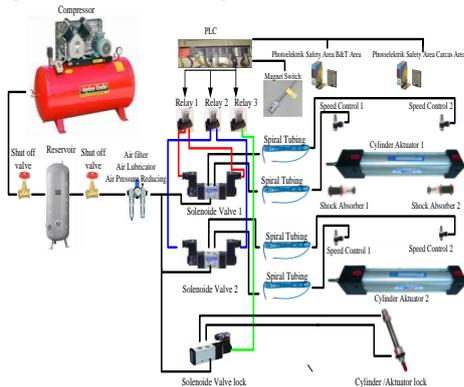
Pada Gambar 12 memperlihatkan pembuatan ladder program PLC. Angka 1 pada gambar menunjukkan alamat input. Untuk memasukkan alamat ini adalah dengan cara klik dua kali icon new contact (kontak NO) lalu dengan mengisi dengan alamatnya sesuai dengan yang ditentukan yaitu X10CD. Sedangkan angka 2, adalah pembuatan kontak icon new coil dengan cara mengklik icon tersebut. Selanjutnya masukkan alamat yang akan digunakan, yaitu Y10E1.



Gambar 12. Pembuatan Ladder Program

### 3.5 Penggerak Sistem Pneumatic dan Motor Induksi

#### 3.5.1 Penerapan Sistem Pneumatic Sebagai Penggerak Transferring



Gambar 13. Sistem Pneumatic Sebagai Penggerak Transferring

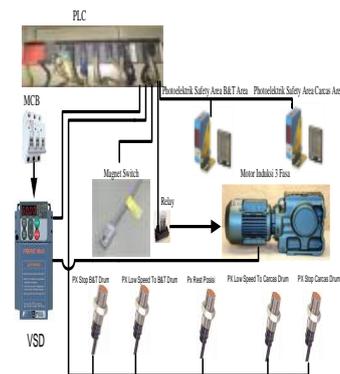
Cara kerja penggerak *transferring* sistem pneumatic ini seperti terlihat pada Gambar 13 *shut off valve* digunakan untuk menutup aliran udara dari *compressor* dan *reservoir*, dengan menggunakan 2 buah *cylinder aktuator transferring* yang dipasang secara horizontal digerakkan oleh *solenoid valve* (SV) 5/3, karena *coil SV* membutuhkan tegangan 110V AC sedangkan output PLC sebagai pengendali atau pengontrol step kerja mesin adalah 24V DC maka dibutuhkan relay 24V DC, secara singkat bisa dijelaskan yaitu PLC memberikan perintah kerja pada relay 24V DC sehingga tegangan 110V AC mengalir dan mengerjakan SV yang selanjutnya *cylinder aktuator* bekerja dan menarik atau mendorong *transferring* agar bergerak, karena body unit *cylinder* selalu bergerak maka dibutuhkan tubing spiral. Untuk pengaturan kecepatan dilakukan dengan menyatel besar kecil aliran udara yang di buang dari *speed control* dan hentikan *transferring* ditahan atau diredam oleh *shock absorber* dan terakhir *lock transferring* bekerja menahan agar *transferring* diam dan tetap pada posisi yang diinginkan.

Dari sistem tersebut diatas mempunyai beberapa kelemahan yang menjadi bahan pertimbangan untuk mengganti sistem lama menjadi sistem yang baru yaitu yang pertama karena *cylinder* selalu bergerak sehingga tubing dan *conectornya* mudah bocor yang menyebabkan gerakan *cylinder* tidak stabil karena kecepatan *cylinder* dipengaruhi oleh aliran buangan udara, kedua karena *lock transferring* sudah aus dan lubang *lock* longgar sehingga menyebabkan *transferring* tidak bisa diam pada satu titik apalagi saat ada *pressure* masuk ke dalam *green tyre* yang menimbulkan sedikit gaya dorongan pada *transferring*, yang ketiga letak *cylinder/aktuator pneumatic* yang sulit yang menyebabkan saat melakukan perbaikan juga sulit dan membutuhkan waktu yang cukup lama.

### Perancangan Sistem Motor Induksi 3 ~ Sebagai Penggerak Transferring

Perancangan sistem motor induksi 3 fase yang dilakukan dari awal hingga akhir yaitu pertama proses perencanaan dari penentuan kapasitas motor, kapasitas VSD, penentuan lokasi pemasangan VSD, Motor, sensor-sensor, MCB dan relay, penentuan input dan output PLC yang akan digunakan, setelah semua telah ditentukan barulah melakukan pengukuran untuk pembuatan support unit, setelah itu persiapan simulasi semua komponen yang akan dipasang sebagai sistem motor induksi penggerak *transferring*.

#### 3.5.2 Penerapan Motor Induksi 3 Fase sebagai Penggerak Transferring



Gambar 14. Skema Sistem Motor Induksi 3 Fase Sebagai penggerak Transferring

Pada Gambar 14 adalah semua komponen yang digunakan pada sistem motor induksi 3 fase sebagai penggerak *transferring* secara singkat dapat dijelaskan sebagai berikut. Setelah paket B&T selesai dibuat maka *transferring* akan mengambil paket tersebut dari *drum* B&T lalu dibawa ke *carcass drum* untuk disatukan dengan *green case*, *transferring* mengambil paket B&T pada *drum* B&T dengan menggunakan 2 *speed* yaitu *high speed* dan saat *Proximity low speed* terdeteksi oleh *transferring* maka kecepatan berubah menjadi *low speed* sesaat sebelum sampai di titik yang diinginkan alasan mengapa harus dirubah menjadi *low speed* terlebih dahulu yaitu agar mempertahankan posisi paket B&T agar tetap simetris karena berkurangnya hentikan *transferring* saat menabrak *shock absorber* dan *stopper*, selanjutnya *transferring* dibawa ke *carcass drum* untuk disatukan dengan *green case* menggunakan *step* mesin yang sama *high speed* dan *low speed* dan berhenti saat terkena *proximity stop position*.

*Photoelektrik* (PH) digunakan untuk *safety area* bila PH ini tertutup maka *transferring* berhenti tidak bisa bergeser, *magnet switch* (MS) digunakan sebagai *indicator* dan *interlock* menandakan *lock transferring* pada posisi terkunci atau terbuka, *proximity switch* (PX) yang digunakan berjumlah 7 buah, 5 buah digunakan untuk sinyal posisi dan detektor kecepatan motor induksi dan 2 buah

digunakan untuk *safety bumper* bila *transferring* menabrak sesuatu maka motor induksi akan berhenti bergerak, *relay* digunakan sebagai pemberi tegangan listrik ke *coil brake*, saat *relay on brake* bekerja dan sebaliknya saat *relay off brake* tidak bekerja, VSD sebagai pengatur kecepatan motor, PLC sebagai pengendali semua gerakan dan *step* kerja mesin. Step kerja *transferring* merupakan proses yang penting dalam pembentukan dan penggabungan bahan material ban menjadi Green tyre. Proses step kerja *transferring* terdiri atas peralatan mekanis berupa *cylinder pneumatic traverse*, *Segment Transferring open-close*, dan *Drum belt and tread expand-collapse* dan untuk *transferring traverse* yang sebelumnya menggunakan sistem *pneumatic* dirubah menjadi sistem motor induksi 3 fasa sebagai penggerakannya. Pada proses *transferring* bahan pembuat *green tyre* berupa *belt 1*, *belt 2*, *Capstrip/Caply* dan *Tread* (paket *B&T*) diangkut untuk disatukan dengan *green case* ke bagian *carcass drum* menggunakan *transferring* yang semua proses kerjanya harus pada posisi *center* atau simetris.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan, maka dapat ditarik simpulan:

1. Untuk penempatan dan tata letak motor induksi dibutuhkan ruangan yang luas dan mudah saat dilakukan perbaikan.
2. Untuk menggerakkan *transferring* dibutuhkan motor induksi sebesar 0,55 kW dan kapasitas VSD yang digunakan 0,75 kW, daya motor ini dihitung berdasarkan beban *transferring* dan muatannya.
3. Pengaturan kecepatan motor penggerak *transferring* yang dihubung bintang menggunakan VSD yang diatur berdasarkan parameter frekuensi yang besarnya 15 Hz untuk *low speed* dan 45 Hz untuk *high speed*.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. Elang Perdana Tyre Industry, Company Profile, Citeureup, 2005.
- [2] B.L. Theraja, *Fundamentals Of Electrical Engineering And Electronics*, S. Chand and Company Ltd., New Delhi, 1997.
- [3] Zulhar, *Dasar Tenaga Listrik & Elektronika Daya*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1995.

- [4] Fandy Mardany Pangestuhadi, *Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Penggerak Pompa Air 1,5 PK, 3 Fasa, 380 V Melalui Pengaturan Frekuensi Dengan Bantuan Inverter Omron 3G31V dan Otomatisasi PLC C28P. Tugas Akhir*, Universitas Kristen Petra Surabaya, 2001.
- [5] Kusmayadi, *Pengetahuan Dasar Listrik & Elektronika*, Arya Duta. Bogor, 2007.
- [6] Stephen Herman & Walter N Elreigh, *Industrial Motor Control*, Delmar Publishing.
- [7] Manual Book AC Drive Frenic Multi, Fuji Electric FA Component & System.
- [8] Melseft,GX Developer Version 8: Operating Manual (Startup), SW8D5C-GPPW-E, Mitsubishi Electric Co, Japan, 2003.