

SISTEM PENGENDALIAN MOTOR KONVEYOR *BELT* MENGGUNAKAN DCS YOKOGAWA CENTUM VP

Dennis Himawan Arista, M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D, Ir. Purwanto, M.T

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan M.T. Haryono 167 Malang 65145 – Telp(0341)554166

Email : dennishimawanarista@gmail.com

Abstrak – Teknologi pemindahan barang memegang peranan yang penting dalam proses di industri. Pemindahan barang bertujuan untuk memindahkan barang dari suatu proses menuju proses yang lain. Salah satu contoh alat yang berfungsi untuk memindahkan barang adalah konveyor. Konveyor banyak digunakan di industri karena dapat memindahkan barang dalam jumlah yang banyak dan berkelanjutan, karena itu konveyor mempunyai nilai yang lebih ekonomis dibandingkan alat pemindah barang yang lain. Perubahan kecepatan motor untuk menggerakkan konveyor secara otomatis perlu dilakukan agar dapat meningkatkan proses produksi untuk memenuhi jumlah target produksi yang ditentukan oleh perusahaan. Saat tidak ada suatu proses yang dilakukan dalam jalur konveyor dibutuhkan kecepatan yang cepat agar dapat menghemat waktu namun, pada saat memasuki suatu proses dibutuhkan kecepatan yang lambat agar proses tersebut dapat berjalan dengan baik. Pengontrolan kecepatan untuk merubah kecepatan secara otomatis dilakukan oleh *Distributed Control System (DCS)* Yokogawa Centum VP yang ada pada laboratorium sistem kontrol Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Metode pengontrolan yang digunakan untuk merubah kecepatan secara otomatis yaitu dengan metode pengontrolan *on-off* yang dilakukan oleh DCS Yokogawa Centum VP.

Kata Kunci –DCS, kecepatan, Kontroller *on-off*, konveyor *belt*

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, hampir semua perusahaan menerapkan otomatisasi pada alat-alatnya untuk menunjang proses produksi yang cepat, efisien, dan tidak membutuhkan banyak tenaga kerja. Hal ini mengakibatkan teknologi otomatisasi yang dibutuhkan harus dapat bekerja dengan cepat dengan kemungkinan *error* yang kecil. Maka dari itu teknologi otomatisasi harus dapat melakukan sistem *monitoring* secara *real time* dengan menggunakan penyajian data yang lebih bagus. Teknologi pemindahan barang memerankan peran yang penting, untuk menunjang proses produksi. Teknologi

pemindahan barang dapat dilakukan dengan menggunakan alat, salah satunya adalah konveyor. Konveyor merupakan sabuk berjalan yang berfungsi membantu memindahkan material dari suatu alat ke alat lainnya. Gerakan material bisa horizontal, vertikal, miring atau kombinasi[1]. Konveyor digerakkan dengan cara menghubungkan gigi roda dengan motor DC (*Direct Current*) atau arus searah, sehingga konveyor dapat digerakkan maju atau mundur[2].

Belt konveyor adalah salah satu alat transportasi yang paling sering digunakan pada proses pengangkutan material[3]. *Belt* konveyor digunakan untuk memindahkan material dengan sistem yang berkelanjutan seperti pada pertambangan, industri kimia, pelabuhan dan power plants[4].

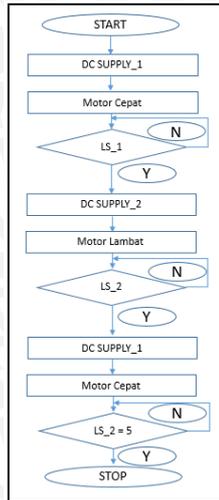
Perubahan kecepatan motor untuk menggerakkan konveyor secara otomatis perlu dilakukan agar dapat meningkatkan proses produksi untuk memenuhi jumlah target produksi yang ditentukan oleh perusahaan. Saat tidak ada suatu proses yang dilakukan dalam jalur konveyor dibutuhkan kecepatan yang cepat agar dapat menghemat waktu namun, pada saat memasuki suatu proses dibutuhkan kecepatan yang lambat agar proses tersebut dapat berjalan dengan baik.

Pada penelitian ini dilakukan pengontrolan motor DC sebagai penggerak konveyor *belt* menggunakan *Distributed Control System (DCS)*. Penggunaan DCS sebagai kontroler karena DCS dapat digunakan sebagai alat pengontrol suatu *plant* dan juga dapat memonitor sebuah *plant*, sehingga perubahan kecepatan secara otomatis dapat dilakukan dan dapat diamati.

II. PEMBUATAN ALAT DAN PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

A. Diagram Alir Sistem

Gambar 1 adalah gambar diagram alir dari sistem yang telah dirancang.



Gambar 1. Diagram alir sistem

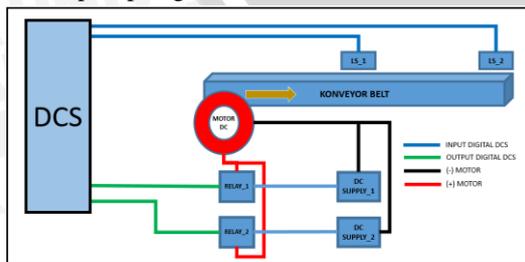
B. Spesifikasi Alat

Desain dari alat yang dibuat mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Panjang konveyor adalah 77 cm dan lebar 16 cm.
- *Belt* pada konveyor berupa kain.
- Sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan benda adalah 2 buah limit switch sebagai masukan (input) digital ke DCS.
- Motor DC yang digunakan memiliki spesifikasi catu daya maksimal sebesar 24 V, arus 15 A dan torsi 70 kg, serta dilengkapi *gear box*. Motor DC berfungsi sebagai aktuator penggerak konveyor.
- 2 buah relay OMRON DPDT digunakan sebagai *switching* keluaran (output) digital dari DCS ke motor DC.
- Motor DC yang digunakan diberi catu daya 10 Volt pada kondisi kecepatan cepat sedangkan pada kondisi lambat diberikan catu daya 1 V.
- Beban yang berada pada konveyor mempunyai berat sebesar 2 kg.

C. Prinsip Kerja

Gambar 2 adalah ilustrasi dari *plant* pengendalian motor konveyor *belt* beserta fungsi dari tiap-tiap bagian.



Gambar 2. Ilustrasi sistem

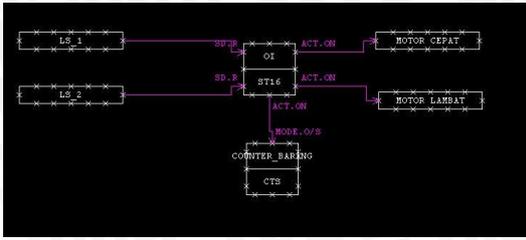
PrinsipKerja:

- Mengaktifkan *input* digital DI 1-2 dengan menyalakan saklar yang berada pada DCS. Saklar tersebut bekerja secara *Push-button*.
- Saat *input* digital DI 1-2 aktif, maka *output* digital 10 pun aktif dengan dengan mengeluarkan sinyal 24 Vdc
- Relay Omron dihubungkan pada *output digital* 10, sehingga saat *output digital* 10 aktif maka relay pun akan ikut aktif.
- Saat relay Omron yang dihubungkan pada *output digital* 10 aktif catu daya 10 V dan motor DC akan tersambung sehingga motor DC akan bergerak cepat.
- Taruh benda pada ujung awal konveyor *belt*.
- Pada saat benda menyentuh LS_1 yang sudah dihubungkan pada *input digital* DCS, maka menandakan benda tersebut memasuki suatu proses.
- Saat LS_1 aktif maka *output* digital 11 pun aktif dengan dengan mengeluarkan sinyal 24 Vdc
- Relay Omron dihubungkan pada *output digital* 11, sehingga saat *output digital* 11 aktif maka relay pun akan ikut aktif.
- Saat relay Omron yang dihubungkan pada *output digital* 11 aktif catu daya 1 V dan motor DC akan tersambung sehingga motor DC akan bergerak lambat.
- Saat benda menyentuh LS_2 yang sudah dihubungkan pada *input digital* DCS, maka menandakan benda tersebut telah selesai dalam suatu proses.
- Saat LS_2 yang sudah dihubungkan pada *input digital* DCS aktif, maka *output* digital 10 pun aktif dengan dengan mengeluarkan sinyal 24 Vdc
- Relay Omron dihubungkan pada *output digital* 10, sehingga saat *output digital* 10 aktif maka relay pun akan ikut aktif.
- Saat relay Omron yang dihubungkan pada *output digital* 10 aktif catu daya 10 V dan motor DC akan tersambung sehingga motor DC akan bergerak cepat.
- Proses tersebut akan terus berulang sampai terdeteksi jumlah barang sebanyak 5 buah yang ditandai dengan LS_2 aktif sebanyak 5.
- Saat LS_2 aktif sebanyak 5 maka proses akan berhenti sehingga konveyor pun akan berhenti bergerak.

D. Perancangan Perangkat Lunak

1. Pembuatan *function block*

Function block adalah sebuah lembar kerja yang didalamnya berisi sekumpulan blok yang memiliki kegunaan masing-masing, yang akan digunakan sebagai program untuk melakukan fungsi kontrol[5]. Berikut adalah *function block* keseluruhan sistem ditunjukkan pada gambar 3.



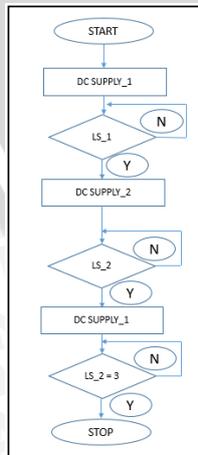
Gambar 3. Function Block sistem

Pada *Function Block* di atas terdapat dua *input* digital berupa LS_1 dan LS_2 yang akan masuk ke dalam *block sequence* dan mempengaruhi dua *output* digital sesuai dengan program yang dituliskan yang nanti dapat merubah kecepatan motor DC untuk bergerak cepat ataupun lambat. Counter barang berfungsi untuk menghitung jumlah barang yang telah selesai melewati proses tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam Gambar 4.

No.	Tag name	Data item	Data	
CO1	LIMIT_SWITCH_1.PV	ON		N Y
CO2	LIMIT_SWITCH_2.PV	ON	 Y
CO3	COUNTER_BARANG.BSTS	CTUP		N . . Y
CO4	START.PV	ON		Y
CO5			
CO6			
AO1	MOTOR CEPAT.PV	H		Y N Y N
AO2	MOTOR LAMBAT.PV	H		N Y N N
AO3	COUNTER_BARANG.ACT	ON		. . . Y
AO4	COUNTER_BARANG.ACT	OFF		. . . Y

Gambar 4. Sequence Tables

Untuk lebih jelas mengenai maksud dari *sequence tables* di atas bisa dilihat pada *flowchart* dalam Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart Keseluruhan sistem

2. Pembuatan Trend

Block Number and Format	21 Continuous and Rotary Type 2880 x 1mm				
Acquisition Data	Data Area Span Change	Low Limit value	High Limit value	Data type	
1	LIMIT_SWITCH_1.PV	<input type="checkbox"/>			Default
2	LIMIT_SWITCH_2.PV	<input type="checkbox"/>			Default
3	START.PV	<input type="checkbox"/>			Default
4	MOTOR CEPAT.PV	<input type="checkbox"/>			Default
5	MOTOR LAMBAT.PV	<input type="checkbox"/>			Default
6	COUNTER BARANG.BST	<input type="checkbox"/>			Default
7		<input type="checkbox"/>			
8		<input type="checkbox"/>			

Trend ialah *software* pada centum VP untuk proses *sampling* data yang kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik[5]. Berikut adalah pengisian *Trend* ditunjukkan dalam Gambar 6.

Gambar 6. Pengisian Trend

III. PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

A. Pengujian Limit Switch

Tujuan pengujian *limit switch* adalah untuk mengetahui apakah pemberian logika penyalan oleh *limit switch* pada DCS sudah benar sehingga output digital pada DCS dapat berjalan dengan benar. *Limit switch* berperan sebagai input digital pada DCS. Hasil dari percobaan ditampilkan pada tabel 1.

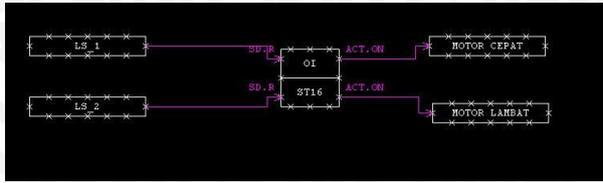
	Kondisi	Pembacaan DCS	Output 1 DCS	Output 2 DCS
Limit switch 1	OFF	OFF	OFF	OFF
Limit switch 2	OFF	OFF	OFF	OFF
Limit switch 1	ON	ON	ON	OFF
Limit switch 2	OFF	OFF	ON	OFF
Limit switch 1	OFF	OFF	OFF	ON
Limit switch 2	ON	ON	ON	ON

Tabel 1. Hasil Pengujian Limit Switch

Dari data Tabel 1 dapat diamati bahwa *limit switch* dapat digunakan sebagai input digital pada DCS dan dapat bekerja dengan baik. *Limit switch* dapat mengirimkan sinyal kepada DCS untuk mengaktifkan dan mematikan output pada DCS.

B. Pengujian I/O DCS

Tujuan pengujian DCS adalah untuk menguji I/O yang akan digunakan dan pengecekan program yang sudah dibuat pada FCS (*Field Control Station*) dan HIS (*Human Interface System*). Pada proses pengujian I/O yang sebelumnya dibuat program terlebih dahulu seperti gambar 7.



Gambar 7. Function block pengujian I/O

Pada gambar 8 adalah faceplate yang menampilkan keadaan I/O yang tersambung pada DCS.



Gambar 8. Faceplate dari pengujian I/O DCS

C. Pengujian Relay

Pengujian *relay* bertujuan untuk mengetahui apakah *relay* bekerja dengan baik atau tidak saat diberi tegangan kerja 24 V. Hasil pengujian *relay* menunjukkan bahwa saat output digital aktif atau bernilai 1, maka akan terjadi perubahan armature *relay* yang menandakan bahwa *relay* bekerja saat diberi tegangan 24 V. Dan apabila saat output tidak aktif atau bernilai 0, maka armature *relay* akan kembali keposisi sebelum diberi tegangan 24 V yang menandakan bahwa *relay* tidak aktif.

D. Pengujian Motor DC

Tujuan dari pengujian motor DC adalah untuk mengetahui kinerja motor DC saat diberi catu daya 1-24 V serta mengetahui waktu yang diperlukan beban untuk mencapai LS_1 dari titik awal dan mengetahui waktu yg diperlukan benda untuk mencapai LS_2 dari LS_1.

Tabel 2 dibawah menunjukkan kinerja motor DC.

No	Tegangan (V)	Putaran motor (Rpm)
1	1	12,6
2	2	24,4
3	3	31,3

4	4	41,2
5	5	52
6	6	62,8
7	7	73,7
8	8	82,6
9	9	93,8
10	10	104,7
11	11	111,7
12	12	122,9
13	13	132,5
14	14	141,7
15	15	151,6
16	16	162,4
17	17	174,4
18	18	182,8
19	19	192,8
20	20	204,5
21	21	213,2
22	22	222,4
23	23	231,2
24	24	242,5

Dari hasil pengujian motor DC dapat terlihat dalam bentuk grafik seperti terlihat dalam Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hubungan Kecepatan Putaran Motor dengan Tegangan

Dari Tabel 2 dan Gambar 9 dapat dilihat pengaruh perubahan tegangan terhadap kecepatan putaran motor adalah berbanding lurus. Semakin besar tegangan yang diberikan maka kecepatan putaran motor akan semakin cepat.

Tabel 3 dibawah menunjukkan kinerja motor DC dihubungkan dengan konveyor.

No	Tegangan (V)	Putaran motor (Rpm)
1	1	7,2
2	2	13,6
3	3	25,7
4	4	37,1
5	5	41,2
6	6	53,4
7	7	61,3
8	8	69,3
9	9	78,2
10	10	92,7
11	11	103,2
12	12	109,2
13	13	115,6
14	14	132,4
15	15	139,2
16	16	148,8
17	17	156,7
18	18	170,2
19	19	179
20	20	187,8
21	21	195,5
22	22	209,5
23	23	219,6
24	24	224

Dari hasil pengujian motor DC dapat terlihat dalam bentuk grafik seperti terlihat dalam Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Hubungan Kecepatan Putaran Motor dengan Tegangan

Dari Tabel 3 dan Gambar 10 dapat dilihat pengaruh perubahan tegangan terhadap kecepatan putaran motor adalah berbanding lurus. Semakin besar tegangan yang diberikan maka kecepatan putaran motor akan semakin cepat. Namun dapat dilihat dengan membandingkan data tabel 2 dengan tabel 3 bahwa menghubungkan konveyor sudah dapat memperlambat kecepatan motor DC.

Tabel 4 dibawah menunjukkan kinerja motor DC dihubungkan dengan konveyor serta diberi beban dengan berat 2 kg.

No	Tegangan (V)	Putaran motor (Rpm)
1	1	4,2
2	2	13,8
3	3	23,3
4	4	34,1
5	5	39,5
6	6	49,4
7	7	59,7
8	8	63,8
9	9	70,3
10	10	87,9
11	11	99,7
12	12	106,7

13	13	109,8
14	14	127,2
15	15	136,3
16	16	140,2
17	17	146,3
18	18	166,5
19	19	172,3
20	20	175,4
21	21	190
22	22	195,3
23	23	216,5
24	24	218,2

3	3	8,88
4	4	6,54
5	5	5,30
6	6	4,48
7	7	3,96
8	8	3,36
9	9	2,90
10	10	2,81
11	11	2,46
12	12	2,21
13	13	2,11
14	14	1,78
15	15	1,61
16	16	1,54
17	17	1,50
18	18	1,34
19	19	1,30
20	20	1,19
21	21	1,13
22	22	1,05
23	23	1,01
24	24	0,92

Dari hasil pengujian motor DC dapat terlihat dalam bentuk grafik seperti terlihat dalam Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Hubungan Kecepatan Putaran Motor dengan Tegangan

Dari Tabel 4 dan Gambar 11 dapat dilihat pengaruh perubahan tegangan terhadap kecepatan putaran motor adalah berbanding lurus. Semakin besar tegangan yang diberikan maka kecepatan putaran motor akan semakin cepat. Namun dapat dilihat dengan membandingkan data tabel 4 dengan tabel 3 dan tabel 2 bahwa menghubungkan konveyor dan memberikan beban sebesar 2 kg dapat memperlambat kecepatan motor DC.

Tabel 5 dibawah menunjukkan waktu yang diperlukan beban dari titik awal menuju LS_1

No	Tegangan (V)	Waktu (detik)
1	1	24,48
2	2	12,85

Dari hasil pengujian waktu yang diperlukan beban dari titik awal menuju LS_1 dapat terlihat dalam bentuk grafik seperti terlihat dalam Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Waktu Yang Diperlukan Beban Dari Titik Awal Menuju LS_1

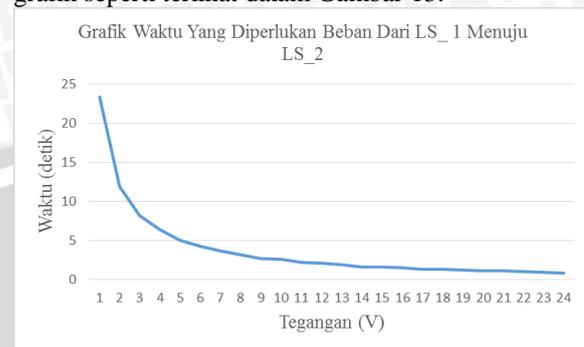
24	24	0,84
----	----	------

Dari Tabel 5 dan Gambar 12 dapat dilihat pengaruh perubahan tegangan terhadap waktu yang diperlukan beban dari titik awal menuju LS_1 adalah berbanding terbalik. Semakin besar tegangan yang diberikan maka waktu yang diperlukan beban dari titik awal menuju LS_1 akan semakin kecil.

Tabel 6 dibawah menunjukkan waktu yang diperlukan beban dari LS_1 menuju LS_2

No	Tegangan (V)	Waktu (detik)
1	1	23,33
2	2	11,88
3	3	8,20
4	4	6,36
5	5	5,06
6	6	4,26
7	7	3,62
8	8	3,14
9	9	2,68
10	10	2,52
11	11	2,22
12	12	2,10
13	13	1,84
14	14	1,62
15	15	1,58
16	16	1,44
17	17	1,32
18	18	1,27
19	19	1,20
20	20	1,14
21	21	1,11
22	22	1,02
23	23	0,90

Dari hasil pengujian waktu yang diperlukan beban dari LS_1 menuju LS_2 dapat terlihat dalam bentuk grafik seperti terlihat dalam Gambar 13.

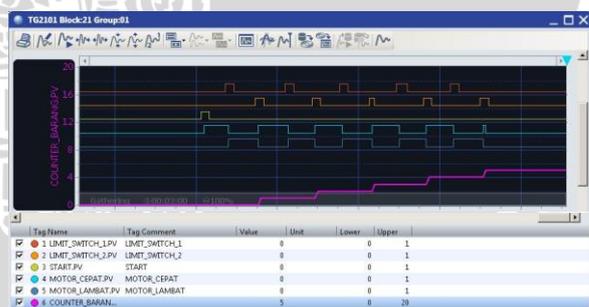


Gambar 13. Grafik Waktu Yang Diperlukan Beban Dari LS_1 Menuju LS_2

Dari Tabel 6 dan Gambar 13 dapat dilihat pengaruh perubahan tegangan terhadap waktu yang diperlukan beban dari LS_1 menuju LS_2 adalah berbanding terbalik. Semakin besar tegangan yang diberikan maka waktu yang diperlukan beban dari LS_1 menuju LS_2 akan semakin kecil.

E. Pengujian keseluruhan Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan ini dilakukan untuk mengetahui kinerja perangkat keras dan perangkat lunak serta mengetahui hasil keseluruhan sistem dengan menggunakan metode pengontrolan *on-off* pada DCS dan sistem menghasilkan keluaran seperti terlihat dalam 14.



Gambar 14. Trend pengujian keseluruhan sistem

Grafik keluaran pada *trend* berbentuk *timing* diagram karena *input* dan *output*nya berupa sinyal digital berlogika 1 saat aktif dan berlogika 0 saat tidak aktif. Dalam gambar tersebut, saat *input* saklar start dinyalakan sehingga berlogika 1 maka *output* motor cepat akan berlogika 1 atau aktif. Saat *input* LS_1 berlogika 1 maka *output* motor cepat akan berlogika 0 sedangkan *output* motor lambat akan berlogika 1. Lalu saat *input* LS_2 berlogika 1 maka *output* motor lambat akan berlogika 0 sedangkan *output* motor cepat akan berlogika 1. Proses tersebut akan terus berulang sampai LS_2 aktif atau berlogika 1 sebanyak 5. Dari hasil pengujian didapat waktu yang ditempuh benda dari titik awal menuju LS_1

dengan menggunakan catu daya 10 V adalah 2,81 detik dan waktu yang ditempuh benda dari LS_1 menuju LS_2 dengan menggunakan catu daya 1 V adalah 23,33 detik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis perancangan dalam penggunaan DCS sebagai pengontrol motor pada konveyor *belt* menggunakan metode pengontrolan *on-off* dapat diimplementasikan dengan baik. Dari hasil pengujian didapat waktu yang ditempuh benda dari titik awal menuju LS_1 dengan menggunakan catu daya 15 V adalah 1,61 detik dan waktu yang ditempuh benda dari LS_1 menuju LS_2 dengan menggunakan catu daya 1 V adalah 23,33 detik. Hasil dari pengujian pengontrolan motor ini cukup memenuhi harapan penulis.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan skripsi, antara lain:

1. Mengganti bahan pada konveyor *belt* dengan bahan yang lebih kokoh.
2. Mengembangkan dengan metode pengontrolan yang lain. Untuk mengetahui pengontrolan yang baik bagi plant ini.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Fayed, ME., dkk. 1997. Mechanical Cononveyor. basel: Technomic Publishing.
- [2] Salechan, dkk.2012. Aplikasi Komputer Sebagai Pengendali Sistem Parkir Susun. Politeknosains.9(2):62-71.
- [3] Fedorko G., M. Vieroslav, M. Daniela, G. Anna, D. Miroslav, Z. Josef, T Teodor, and H. Nikoleta, Failure Analysis of Belt Conveyor Damaged Caused by The falling Material, Engineering Failure Analysis, Volume 36, 30-38, 2014.
- [4] Molnar V, G. Fedorko, B. Stehlikova, M. Tomoskova, and Z.Hulinova, Analysis of Asymmertrical Effect of Tension Forces in Conveyor Belt on The Idler Roll Contac Forces in The Idler Housing, Measurment, Volume 52, 22-32, 2014.
- [5] Yokogawa Electric Corporation. 2008. CENTUM VP Engineering Training Manual. Japan: Education Center.