

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

FUGAS AKHIR

SYSTEM KENDALIAN SEDERHANA BERBASIS
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER



Oleh

ADI RANDANI
03943150085

2000

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SREWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

TUGAS KULIAH

SISTEM PENGENDALAN OTOMATIS BERBASIS
PROSEKONTROLALIRI DAN KONTROLER



Oleh

ADI RAMDANI
03943150085

2000

DEPARTEMEN PENDUDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
KULIAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN

TUGAS AKHIR

SISTEM PENGENDALIAN SETERUJAMA BERBASIS
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER

Oleh

ADI RAMADANI
03040100000


Diperiksa dan disetujui oleh:


Dosen Pembimbing I
Dr. Ir. Hasan Basri
IP. 131 416 216

Dosen Pembimbing I


Dr. Ir. Hasan Basri
NIP. 131 416 216

Dosen Pembimbing II,


Dipl. Ing. Ir. Amrifan S.M.
NIP. 132 231 463

UNIVERSITAS PADJARAN
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

AGENDA NO : 989 / IA / TA / 2000
DITERIMA TGL : 14 Agustus 2000
PARAF : *h*

TUGAS AKHIR

NAMA : ARI RAMDANI
NIM : 08903150186
MATA KULIAH : Sistem Pengaliran
SPESIFIKASI : Sistem Pengaliran Medis Berbasis *Programmable Logic Controller*
Diterima tanggal : September 2000
Jenis Tanggal : Juli 2000

Indralaya, Juli 2000

Diperiksa dan disetujui oleh,


Ketua Jurusan Teknik Elektro
UNIVERSITAS PADJARAN

Dr. Ir. Hasan Basri
NIP. 131 416 216

Dosen Pembimbing I


Dr. Ir. Hasan Basri
NIP. 131 416 216

Dosen Pembimbing II,


Dipl. Ing. Ir. Amrifan S.M.
NIP. 132 231 463

RINGKASAN

Belt Conveyor merupakan suatu peralatan dalam dunia industri yang digunakan untuk memindahkan suatu material pada operasi produksi dari satu operasi ke operasi yang lainnya. Untuk melakukan operasi, belt conveyor digerakkan oleh suatu motor listrik yaitu motor induksi. Selama berlangsungnya proses pengangkutan, belt conveyor dikendalikan oleh sistem kendali yang berfungsi untuk mengatur operasi conveyor.

Sistem kendali yang biasa digunakan saat ini adalah sistem kendali dengan menggunakan relai kontak. Sistem kendali dengan relai kontak memiliki banyak kelemahan yaitu antara lain: dimensi peralatan pengendalian cukup besar, perawatan relai kontak harus sering dilakukan, sering terjadi kegagalan kontak, dan mempunyai kecepatan operasi yang rendah. Sehingga diperlukan suatu sistem pengendalian lain yang dapat mengatasi permasalahan diatas.

Salah satu sistem pengendalian yang mampu mengatasi permasalahan diatas adalah sistem kendali *Programmable Logic Controller (PLC)*. Sistem kendali dengan menggunakan PLC telah banyak digunakan di dunia industri, dikarenakan: dimensi peralatan cukup kecil, hampir bebas perawatan, bila terjadi modifikasi sistem pengendalian dapat dilakukan dengan cepat dan memiliki kecepatan operasi yang tinggi.

Pengawasan yang diberikan oleh sistem kendali PLC akan mempermudah dalam mengatasi permasalahan-permasalahan dalam pengoperasian belt conveyor yang timbul. Proses kerja sistem kendali belt conveyor dapat dengan mudah dipelajari melalui diagram tangga dan daftar pernyataan yang dibuat untuk sistem kendali PLC. Pada tugas akhir ini PLC dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pengganti sistem pengendalian operasi Belt Conveyor.

KATA PENGANTAR

Dengan segenap kerendahan hati, penulis memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas bimbingan dan kekuatan yang diberikan-Nya, sehingga dengan segala keterbatasan yang ada pada penulis, skripsi ini akhirnya dapat diselesaikan.

Skripsi yang berjudul "*Sistem Pengendalian Sederhana Berbasis Programmable Logic Controller*" ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya. Penulis melakukan penelitian ini dengan maksud untuk mempelajari lebih dalam dalam bidang ilmu pengaturan yaitu sistem pengendalian dengan PLC.

Selama penyusunan skripsi ini telah banyak tambahan pengetahuan yang diperoleh sehingga memperluas dan memperkaya wawasan penulis. Hal ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

Dr. Ir. Hasan Basri, selaku Pembimbing I sekaligus Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Dipl. Ing. Ir. Amrifan S.M. selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan dalam menyelesaikan skripsi ini.

3. Kedua orang tuaku, adik dan kakak serta Inong atas segala perhatian, dukungan, dan doa restu yang diberikan.
4. Wawan atas komputer dan bantuannya dalam berbagi pengetahuan.
5. Brigade 314 : Piux, Dec, Akong, Risza, Wakpet, Agung, Donny + Ijal Jojon.
6. Janton Bgu, Arwin Junior, Piux Leles, Duty Barop, Iffan Demank, Day Balige, Toke, Kak Bim-bim, Elonk Ndut, Aldo Dodo, Sweetchuck, Belo Mamalia, Novan Bond + Seluruh Anggota Bhuwana Cakti FT. UNSRI.
7. Anak-anak di Knalpot Café, Net Comp dan Diast Comp.

8. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun sebagai masukan. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri serta bagi pihak-pihak lain yang membutuhkan.

Palembang, Tahun 2000

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| RINGKASAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| LAMPIRAN | x |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| I.1. Latar Belakang | I-1 |
| I.2. Lingkup Permasalahan | I-2 |
| I.3. Tujuan Penulisan | I-2 |
| I.4. Pembatasan Masalah | I-2 |
| I.5. Metodologi Penelitian | I-3 |
| I.6. Sistematika Pembahasan | I-3 |
| | |
| BAB II TINJAUAN UMUM | |
| II.1. Sistem Kendali | II-1 |
| II.1.1. Sistem Kendali Manual | II-1 |
| II.1.2. Sistem Kendali Automatik | II-1 |
| II.2. Sistem Kendali Motor | II-5 |
| II.3. Peralatan Kendali | II-5 |
| II.4. Motor Penggerak | II-8 |
| II.4.1. Prinsip Kerja Motor Induksi | II-9 |
| II.4.2. Rangkaian Kendali Motor Induksi | II-10 |
| II.4.3. Pengaturan Motor Induksi | II-10 |
| | |
| BAB III PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER | |
| III.1. Programmable Logic Controller | III-1 |
| III.1.1. Prinsip Kerja PLC | III-3 |

| | |
|--|--------|
| III.1.2. Arsitektur PLC | III-5 |
| III.2. Metode Pemrograman | III-13 |
| III.3. Diagram Tangga Pada PLC Siemens | III-14 |
| III.3.1. Pengalamatan Data | III-14 |
| III.3.2. Instruksi Biner | III-18 |
| III.3.3. Instruksi Digital | III-28 |

BAB IV PEMBAHASAN

| | |
|--|-------|
| IV.1. Aksitektur Conveyor | IV-1 |
| IV.2. Operasi Belt Conveyor | IV-2 |
| IV.3. Perancangan PLC Sebagai Pengendali Belt Conveyor | IV-5 |
| IV.4. Pengoperasian <i>Start-Stop</i> Conveyor | IV-6 |
| IV.5. Pemilihan Operasi | IV-7 |
| IV.6. Pengaturan Motor Induksi | IV-9 |
| IV.6.1. Pengaturan Kecepatan | IV-9 |
| IV.6.2. Diagram Alir Pengaturan Kecepatan | IV-13 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|-----|
| V.1 Kesimpulan | V-1 |
| V.2 Saran | V-1 |

FTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 2.1. Peralatan Detektor | II-6 |
| 3.1. <i>Data Area Ranges</i> Untuk Pengalamatan Bit | III-15 |
| 3.2. <i>Data Area Ranges</i> Untuk Pengalamatan Byte, Word, Double Word | III-16 |
| 3.3. Resolusi <i>Timer On Delay</i> | III-23 |
| 3.4. Resolusi <i>Timer Retentive On Delay</i> | III-24 |
| 3.5. Fungsi Perbandingan | III-28 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 2.1. Diagram Blok Sistem Kendali Untaian Terbuka | II-2 |
| 2.2. Diagram Blók Sistem Kendali Untaian Tertutup | II-2 |
| 2.3. Sistem Kendali Linier | II-4 |
| 2.4. Konstruksi Sederhana Motor Induksi | II-8 |
| 2.5. Diagram Skema Kendali | II-10 |
| 3.1. Proses Kerja PLC | III-3 |
| 3.2. <i>Scan Sequence</i> PLC | III-4 |
| 3.3. Sistem PLC | III-5 |
| 3.4. <i>Central Processing Unit</i> | III-7 |
| 3.5. <i>Analog to Digital Converter</i> | III-12 |
| 6. Rangkaian R-2R DAC | III-13 |
| 7. Pengalamatan Byte.bit | III-16 |
| 8. Pengalamatan Byte, Word dan Double Word | III-17 |
| Bagian-bagian Belt Conveyor | IV-1 |
| 2. Pengiriman dan Penerimaan Sinyal | IV-3 |
| 3. Terminal Elektrik dan Diagram Kontak <i>Limit Switch</i> | IV-6 |
| 4.4. Diagram Alir Pengendalian Belt Conveyor | IV-8 |
| 4.5. Sistem Kendali Motor | IV-9 |
| 4.6. Thyristor..... | IV-10 |
| 4.7. DC Link Converter..... | IV-11 |
| 4.8. PWM Inverter..... | IV-12 |
| 4.9. Diagram Alir Pengaturan Kecepatan Motor Penggerak..... | IV-14 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---|---------|
| I. Data Sheet PLC S7 200 CPU 214 AC Power Supply, AC Inputs, AC Output | L-1 |
| II. Data Sheet PLC S7 200 Expansion Module EM 221 Digital Inputs 8 x AC 120 V | L-2 |
| III. Data Sheet PLC S7 200 Expansion Module EM 222 Digital Outputs 8 x AC 120/230 V | L-3 |
| IV. Perancangan Diagram Tangga dan <i>Statement List</i> Dengan Menggunakan PLC S7 Microwin 32 Siemen's | L-4 |

BAB I PENDAHULUAN

I. 1. Latar Belakang Masalah

Dalam menghadapi persaingan pada dunia industri, efisiensi memegang peranan yang sangat penting, karena dengan efisiensi akan diperoleh produk yang handal dengan harga murah. Industri yang mampu bersaing harus dapat menghasilkan produk dengan tingkat efisiensi yang setinggi mungkin. Sehubungan dengan semakin pentingnya suatu efisiensi dalam dunia industri, maka *material handling* ikut memegang peranan yang cukup besar. Peralatan *material handling* yang umumnya digunakan dalam industri adalah belt conveyor.

Belt conveyor adalah peralatan pengangkut yang digunakan untuk memindahkan muatan ke tempat yang diinginkan. Belt conveyor menggunakan motor sebagai penggerak. Dengan adanya motor, maka diperlukan suatu sistem pengendalian untuk mengatur *start-stop* dari motor tersebut. Sistem kendali yang digunakan terdiri dari *pushbutton* dan kontaktor.

Sistem kendali dengan menggunakan kontaktor yang dikombinasikan dengan peralatan kendali berupa relai kontak memiliki banyak kelemahan antara lain: memerlukan ruang instalasi yang besar, perawatan harus sering dilakukan sehingga memerlukan biaya yang sangat besar, sering terjadi kegagalan kontak, dan kecepatan operasi yang lambat. Sehingga untuk perencanaan pengembangan sistem kendali dibutuhkan suatu sistem kendali yang dapat mengantisipasi permasalahan di atas. Sistem kendali alternatif adalah *Programmable Logic Controller (PLC)*.

Dengan menggunakan PLC sebagai sentral dari sistem pengaturan, maka skenario kerja dari belt conveyor dapat dilakukan secara otomatis untuk mengganti sistem kendali konvensional yang biasa digunakan.

I.2. Lingkup Permasalahan

Sistem pengendalian dengan menggunakan kontaktor yang dikombinasi dengan relai kontak memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan yang paling terasa yaitu diperlukannya biaya yang besar pada saat harus dilakukan modifikasi sistem. Hal ini tentu saja akan sangat merugikan industri yang bersangkutan. Untuk itu diperlukan suatu sistem kontrol yang dapat dengan cepat menyesuaikan proses yang harus dikerjakan, sesuai dengan kebutuhan, tanpa harus mengeluarkan biaya yang besar untuk pemrograman kembali.

Sistem pengendalian alternatif yang dapat memperbaiki permasalahan di atas, yaitu sistem kendali otomatis yang dapat diprogram dan dire-program, yaitu *Programmable Logic Controller* (PLC). Sistem kendali dengan menggunakan PLC memiliki keunggulan dimana hampir bebas perawatan, fleksibel, serta memiliki kecepatan operasi yang tinggi.

I.3. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah merancang diagram tangga *Programmable Logic Controller* (PLC) pada sistem kendali belt conveyor.

I.4. Pembatasan Masalah

Mengingat peralatan-peralatan yang digunakan cukup kompleks menyangkut aspek-aspek mekanik dan listrik, maka perlu pembatasan masalah, yaitu :

1. Standar penggambaran diagram tangga PLC mengikuti pola Siemen's Simatic S7-200.
2. Peralatan proteksi dan pengaruh perubahan beban terhadap karakteristik motor tidak dibicarakan.
3. Pengoperasian belt conveyor tidak dibahas secara khusus yang dibahas hanya sinyal yang dikirimkan ke PLC.
4. Komunikasi antar PLC tidak dibicarakan.

I.5. Metodologi Penelitian

Penyusunan tugas akhir ini menggunakan teknik pengumpulan data, yaitu :

Studi Pustaka :

- Mempelajari referensi dan buku manual mengenai PLC untuk mempelajari bagaimana suatu PLC bekerja sebagai suatu pengatur.
- Mempelajari karakteristik motor AC dan cara pengaturannya.
- Mempelajari cara kerja thyristor sebagai pengatur motor AC.

Studi Lapangan :

- Mempelajari skenario kerja dari belt conveyor dan sensor-sensor yang digunakan untuk mengatur operasi belt conveyor.
- Mengimplementasikan skenario kerja belt conveyor dalam bentuk diagram tangga PLC.

I.6. Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Pada bab ini secara ringkas disajikan latar belakang masalah, lingkup permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Umum

Bab ini memuat penjelasan tentang sistem kendali, komponen kendali dan diakhiri dengan penjelasan mengenai prinsip-prinsip kerja pengendalian motor yang digunakan.

Bab 3 *Programmable Logic Controller*

Uraian mengenai PLC yang meliputi bidang aplikasi PLC, sistem PLC dan metode pemrograman.

Bab 4 Pembahasan

Berisikan tentang sistem kendali belt conveyor dengan menggunakan PLC sebagai pengendali, kemudian dilanjutkan dengan pembahasan mengenai pengaturan kecepatan motor penggerak.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Memuat tentang kesimpulan dan saran dari pokok bahasan

DAFTAR PUSTAKA

1. A. Spivakovsky and V. Dyachkov., "*Conveyors and Related Equipment*", Peace Publishers, Moscow.
2. Beach, David P dan Bridges, Roy G., "*Industrial Control Electronics*", New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1990.
3. Conveyor Equipment Manufactures Association, "*Belt Conveyors For Bulk Materials*", 2nd Edition, CBI Publishing Company, Boston: 1979.
4. Chapman, Stephen J., "*Electric Machinery Fundamentals*", 2nd edition. New York: McGraw-Hill, Inc., 1991.
5. Dorf, Richard C., "*Modern Control Systems*", Sixth Edition, University of California, 1992.
6. Fitzgerald, Kingslay, Kusko, "*Electric Machinery*", 3rd Edition, McGraw-Hill, 1971.
7. Gopal K. Dubey, "*Power Semiconductor Controlled Drives*", New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1989.
8. Herman, Stephen L. dan walter N. Alerich, "*Industrial Motor Control*", New York: Delmar Publishers, Inc., 1985.
9. Ir. Herry Wuryanto, MSc., "*Mengenal Kendali Otomatik Bagi Motor Penggerak Untuk Memahami PLC*", Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura and HEDS – JICA, 1997.
10. Ir. Sahat Pakpahan, "*Kontrol Otomatik*", Penerbit Erlangga, 1988
11. Josep J. Distefano, III, Ph.D, Allen R. Stubberud, Ph.D & Ivan J. Williams, Ph.D, "*Sistem Pengendalian dan Umpan Balik*", Penerbit Erlangga, 1992.
12. Lander, Cyril W., "*Power Elecronics*", 3rd Edition, McGraw-Hill, 1993.
13. Morris, S. Brian., "*Automated Manufacturing Systems: Actuators, Controls, Sensors, and Robotics*", Singapore: McGraw-Hill, 1995.

14. Ogata, Katsuhiko, "***Teknik Kontrol Otomatik***", Penerbit Erlangga, Jilid I dan II, 1997.
15. Patrick, Dale R., Fardo, Stephen W., "***Understanding Semiconductor Devices***", Book 4, New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1989.
16. Pessen, David W., "***Industrial Automation***", A Willey – Interscience Publication.
17. Rudenko, N., "***Materials Handling Equipment***", 2nd edition. Moscow: Mir Publishers, 1964.
18. Schaum, "***Sistem Pengendalian dan Umpanbalik***", Edisi SI (METRIK).
19. Subrahmanyam, V., "***Thyristor Control of Electric Drives***", Tata McGraw-Hill Publishing Company, 1988.
20. Tjokronegoro, Harijono A., "***PLC, Aplikasi dan Peranannya Di Dunia Industri***", Bandung: Lab. Instrumentasi dan Kontrol Jurusan Teknik Fisika ITB, 1997.
21. Warnock, Ian G., "***Programmable Controller Operation And Application***", Prentice Hall, 1998.
22. Zuhail, "***Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya***", Jakarta: PT. Gramedia, 1990.
23. _____, "***Programmable Logic Controller Course***", Jakarta: 1996.
24. _____, "***Simatic Software S7-200 Statement List And Ladder Logic Programming***", Siemen's, 1997.
25. _____, "***Simatic S7-200 Programmable Controller Hardware And Installation***", Siemen's, 1997.