

PENERAPAN METODE *SUPERVISORY CONTROL THEORY* UNTUK PEMROGRAMAN PLC PADA PENGENDALIAN *MODULAR PRODUCTION SYSTEM*

Kevin Christian

NRP: 1222029

email: pinchrist19@yahoo.com

ABSTRAK

Sistem industri otomatis umumnya menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) untuk mengamati serta mengendalikan proses sistem. Pemrograman PLC umumnya dibuat berdasarkan pengalaman dan pengetahuan *programmer* dengan menggunakan program dasar PLC. Karena itu, hasil program yang dibuat oleh setiap *programmer* tidak akan sama persis. Perbedaan program dapat berpengaruh pada proses sistem.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan penerapan *Supervisory Control Theory* (SCT) pada pemrograman PLC. Metode SCT merupakan metode yang digunakan untuk mengendalikan model *Discrete Event System* (DES) dari suatu sistem. Sistem industri yang akan dikontrol adalah *Modular Production System* (MPS). *Plant* MPS akan dibuat model DES dengan spesifikasi-spesifikasi tertentu agar perilaku sistem sesuai dengan yang diharapkan. *Modular supervisor* disintesis berdasarkan model *subplant* dan spesifikasi tertentu untuk mengendalikan sistem. Model-model *subplant* dan *modular supervisor* diubah menjadi kode program PLC untuk mengendalikan MPS.

Metode SCT dapat diterapkan pada pemrograman PLC untuk pengendalian MPS. Perilaku MPS dengan program yang menggunakan metode SCT sudah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Berdasarkan hasil pengujian material, MPS dengan metode SCT dapat memproses material dengan keberhasilan 100%. Berdasarkan perbandingan antara dua program untuk MPS, program PLC dengan SCT mempunyai sisa memori data lebih banyak 2.3% daripada program tanpa SCT.

Kata Kunci: *Programmable Logic Controller, Supervisory Control Theory, Discrete Event System, Modular Supervisor*

IMPLEMENTATION OF SUPERVISORY CONTROL THEORY METHOD FOR PLC PROGRAMMING TO CONTROL MODULAR PRODUCTION SYSTEM

Kevin Christian

NRP: 1222029

email: pinchrist19@yahoo.com

ABSTACT

Generally, automatic manufacturing system use Programmable Logic Controller (PLC) to supervising and controlling system process. PLC programming usually generated with programmer's experience using PLC basic program. Therefore, the final program which is generated by any programmer wouldn't exactly same. The difference of program could affect the system process.

In this final employment, it will do the implementation of Supervisory Control Theory (SCT) method for PLC programming. SCT method is the method used to control Discrete Event System (DES) model from a system. The manufacturing system that would be controlled is Modular Production System (MPS). MPS plant would be built the DES model with given specification so that the system behavior is admissible. Modular supervisor is synthesized with respect to a given subplant model and a given specification model to control the system. The sub-plant models and modular supervisors is generated to PLC code for controlling MPS.

SCT method can be implemented to PLC programming for controlling the MPS. The behavior of MPS using program that implemented SCT method is in accordance with the specifications expected. Based on result of material testing, MPS using SCT method can process material with 100% success. Based on comparison between two programs for MPS, PLC program with SCT has 2.3% more available data memory than PLC program without SCT.

Keywords: Programmable Logic Controller, Supervisory Control Theory, Discrete Event System, Modular Supervisor

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
SURAT PERNYATAAN	
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	
KATA PENGANTAR	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan	2
I.4 Batasan Masalah	2
I.5 Spesifikasi	2
I.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
II.1 <i>Discrete Event System</i>	4
II.1.1 Konsep <i>Language</i> dan <i>Automata</i>	5
II.1.1.1 Notasi dan Definisi	5
II.1.1.2 Operasi pada <i>Language</i>	5
II.1.2 <i>Automata</i>	7
II.1.2.1 <i>Language</i> yang Direpresentasikan oleh <i>Automata</i>	9
II.1.2.2 <i>Language Equivalent</i> pada <i>Automata</i>	10
II.1.2.3 <i>Blocking</i>	10
II.1.2.4 Operasi pada <i>Automata</i>	10
II.2 <i>Supervisory Control Theory</i>	13

II.2.1 Pengendalian <i>Discrete Event System</i>	13
II.2.2 Spesifikasi pada Sistem Kendali	16
II.2.3 Kendali dengan <i>Partial Controllability</i>	16
II.2.4 Properti <i>Controllability</i>	18
II.3 <i>Programmable Logic Controller</i>	19
II.4 <i>Modular Production System</i>	21
II.4.1 Pendahuluan	21
II.4.2 Komponen <i>Processing Station MPS</i>	22
II.4.3 Proses Kerja <i>Processing Station MPS</i>	24
II.5 <i>Software</i>	25
II.5.1 IDES3	25
II.5.2 TCT.....	26
II.5.3 Supremica	28
II.5.4 TwidoSuite	28
II.6 Pembuatan Kode PLC	29
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	32
III.1 Metodologi Perancangan dan Realisasi	32
III.2 Informasi MPS	33
III.3 Implementasi <i>Supervisory Control Theory</i>	37
III.3.1 Pemodelan <i>Subplant</i>	37
III.3.2 Pemodelan Spesifikasi	40
III.3.2.1 Spesifikasi Pertama	40
III.3.2.2 Spesifikasi Kedua	41
III.3.2.3 Spesifikasi Ketiga	43
III.3.2.4 Spesifikasi Keempat	46
III.3.2.5 Spesifikasi Kelima	48
III.3.3 Sintesis <i>Supervisor</i>	50
III.3.4 <i>Reduced Supervisor</i>	55
III.4 Simulasi Model DES.....	61
III.5 Pembuatan Kode PLC dari <i>Automata</i>	62
BAB IV HASIL DATA DAN ANALISIS.....	70
IV.1 State Model <i>Subplant MPS</i>	70

IV.2 Uji Kombinasi Material	75
IV.3 Pemeriksaan Spesifikasi.....	78
IV.4 Perbandingan Program.....	79
IV.5 Uji dengan Gangguan	80
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	82
V.1 Simpulan.....	82
V.2 Saran.....	83
DAFTAR REFERENSI	84
LAMPIRAN	A-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 <i>Processing Station</i> MPS	21
Gambar II.2 Material Logam dan Non-Logam	21
Gambar II.3 <i>Rotary Index Table Module</i>	22
Gambar II.4 <i>Testing Module</i>	23
Gambar II.5 <i>Drilling Module</i>	23
Gambar II.6 <i>Clamping Module</i>	24
Gambar II.7 <i>Sorting Module</i>	24
Gambar II.8 Tampilan <i>software</i> IDES3	26
Gambar II.9 Tampilan <i>Software</i> TCT	27
Gambar II.10 Tampilan <i>Software</i> Supremica.....	28
Gambar II.11 Struktur Dasar Sistem Kendali	29
Gambar III.1 Flowchart Metodologi Perancangan dan Realisasi	33
Gambar III.2 <i>Processing Station</i> MPS dan <i>Panel Box</i>	34
Gambar III.3 Diagram Blok Koneksi PLC dan Komponen Sistem	34
Gambar III.4 Flowchart Proses Kerja <i>Processing Station</i> MPS	35
Gambar III.5 <i>Automata Subplant</i> M_0 , M_1 , M_2 , M_3 dan M_4	39
Gambar III.6 <i>Automata Subplant</i> M_5 , M_6 dan M_7	39
Gambar III.7 Pemodelan <i>Subplant</i> M_0 pada <i>Software</i> IDES3	40
Gambar III.8 <i>Automata</i> Spesifikasi E_0	41
Gambar III.9 <i>Automata</i> Spesifikasi E_1	42
Gambar III.10 <i>Automata</i> Spesifikasi E_2	43
Gambar III.11 <i>Automata</i> Spesifikasi E_3	43
Gambar III.12 <i>Automata</i> Spesifikasi E_4	44
Gambar III.13 Model <i>Subplant</i> M_1 , M_6 dan Model Spesifikasi E_4	45
Gambar III.14 Hasil Modifikasi <i>Automata</i> Spesifikasi E_4	46
Gambar III.15 <i>Automata</i> Spesifikasi E_5	47
Gambar III.16 <i>Automata</i> Spesifikasi E_6	50
Gambar III.17 Sinkronisasi <i>Subplant</i> pada <i>Software</i> IDES3	51
Gambar III.18 Operasi Supcon pada <i>Software</i> IDES3.....	52

Gambar III.19 Pemeriksaan <i>Language-Equivalent</i> Dua Model pada IDES3	53
Gambar III.20 Informasi Model M_0 pada TCT dengan Operasi SE	56
Gambar III.21 Model <i>Reduced Supervisor</i>	60
Gambar III.22 Simulasi Model DES pada <i>Software</i> Supremica	61
Gambar III.23 Flowchart <i>Operational Procedure</i> pada Subplant M_0	66
Gambar III.24 Flowchart <i>Operational Procedure</i> pada Subplant M_1	66
Gambar III.25 Flowchart <i>Operational Procedure</i> pada Subplant M_2	67
Gambar III.26 Flowchart <i>Operational Procedure</i> pada Subplant M_3	67
Gambar III.27 Flowchart <i>Operational Procedure</i> pada Subplant M_4	68
Gambar III.28 Flowchart <i>Operational Procedure</i> pada Subplant M_5 , M_6 , dan M_7	68
Gambar IV.1 <i>State OFF</i> dan <i>ON</i> pada M_0	71
Gambar IV.2 <i>State</i> pada <i>Proximity Sensor</i> 1 dengan Material Non-Logam dan Material Logam	71
Gambar IV.3 <i>State OFF</i> dan <i>ON</i> pada M_1 dengan Material Non-Logam	72
Gambar IV.4 <i>State OFF</i> dan <i>ON</i> pada M_1 dengan Material Logam	72
Gambar IV.5 <i>State OFF</i> dan <i>ON</i> pada M_2 dengan Material Logam	73
Gambar IV.6 <i>State OFF</i> pada M_2 dengan Material Non-Logam	73
Gambar IV.7 <i>State OFF</i> dan <i>ON</i> pada M_3	74
Gambar IV.8 <i>State OFF</i> dan <i>ON</i> pada M_4	75

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Simbol <i>Automata</i>	8
Tabel II.2 Simbol-Simbol pada <i>Ladder Diagram</i>	20
Tabel III.1 <i>Event</i> pada <i>Subplant</i>	38
Tabel III.2 Urutan Proses Sederhana untuk Spesifikasi Ketiga	43
Tabel III.3 Hubungan Model <i>Subplant</i> M_1 , M_6 dan Model Spesifikasi E_4	45
Tabel III.4 Urutan Proses Sederhana untuk Spesifikasi Keempat	47
Tabel III.5 Urutan Proses Sederhana untuk Spesifikasi Kelima	48
Tabel III.6 Pembuatan <i>Local Plant</i>	51
Tabel III.7 Perbandingan Jumlah <i>State</i> pada Model Spesifikasi, <i>Local Plant</i> , <i>Local Specification</i> dan <i>Local Modular Supervisor</i>	53
Tabel III.8 Pemeriksaan <i>Language-Equivalent</i> Antara $E_{loc\ n}$ dan S_n	54
Tabel III.9 Penamaan <i>Event</i> pada IDES3 dan TCT	56
Tabel III.10 Informasi Hasil <i>Reduced Supervisor</i>	57
Tabel III.11 Perbandingan Jumlah <i>State</i> pada Model <i>Local Modular Supervisor</i> dan <i>Reduced Supervisor</i>	59
Tabel III.12 Simbol Pengalamatan Komponen MPS pada PLC	63
Tabel IV.1 Uji Coba Satu Material	76
Tabel IV.2 Uji Coba Dua Material.....	76
Tabel IV.3 Uji Coba Tiga Material	77
Tabel IV.4 Pemeriksaan Spesifikasi pada Proses MPS	78
Tabel IV.5 Perbandingan Program PLC	80
Tabel IV.6 Uji Coba Satu Material dengan Gangguan Pertama	81
Tabel IV.7 Uji Coba Satu Material dengan Gangguan Kedua.....	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Program PLC	A-1
------------------------------	-----

