



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN TEKANAN PADA
SCRUBBER PENJERNIHAN GAS MENGGUNAKAN KONTROLER PI**

TUGAS AKHIR

YUHANES DEDY SETIAWAN

L2E 007 088

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
MARET 2012**

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada :
Nama : Yuhanes Dedy Setiawan
N I M : L2E 007 088
Pembimbing : Joga Dharma Setiawan, B.Sc., M.Sc., Ph.D
Co. Pembimbing : Dr. Susilo Adi Widyanto, ST, MT.
Jangka waktu : 6 (enam) bulan
Judul : Perancangan Sistem Pengendalian Tekanan pada Scrubber Penjernihan Gas Menggunakan Kontroler PI
Isi tugas :

1. Menganalisa sumber kesalahan pada sistem scrubber penjernihan gas yang menyebabkan besar tekanan yang dikendalikan diluar range yang diharapkan.
2. Merancang sistem pengendalian tekanan pada sistem scrubber penjernihan gas dengan menggunakan kontroler PI agar besar tekanan yang dikendalikan berada dalam batas toleransi yang ditetapkan.

Semarang, 22 Maret 2012

Pembimbing,

Co. Pembimbing,



Joga Dharma Setiawan, B. Sc. M. Sc. PhD
NIP. 196811102005011001

Dr. Susilo Adi Widyanto, ST, MT.
NIP.197002171994121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : YUHANES DEDY SETIAWAN

NIM : L2E 007 088

Tanda Tangan : 

Tanggal : 22 Maret 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Sarjana ini diajukan oleh :

NAMA : YUHANES DEDY SETIAWAN
NIM : L2E 007 088
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Pengendalian Tekanan pada Scrubber Penjernihan Gas Menggunakan Kontroler PI

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I : Joga Dharma Setiawan, B.Sc., M.Sc., Ph.D. (.....)

Pembimbing II : Dr. Susilo Adi Widyanto, ST., MT. (.....)

Penguji : Dr. Ir. Nazaruddin Sinaga, MS. (.....)

Penguji : Dr. Eng. Munadi, ST., MT. (.....)

Semarang, 22 Maret 2012
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Dr. Sulardjaka, ST., MT.
NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yuhanes Dedy Setiawan
NIM : L2E 007 088
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN TEKANAN PADA SCRUBBER PENJERNIHAN GAS MENGGUNAKAN KONTROLER PI

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 22 Maret 2012

Yang menyatakan



(Yuhanes Dedy Setiawan)
NIM : L2E 007 088

ABSTRAK

Sistem pengendalian memiliki peranan yang sangat penting di aplikasi industri, salah satunya adalah di *scrubber* dimana sistem ini menjernihkan gas dari kondensat yang terbawa. Pada umumnya sistem pengendalian ini menggunakan *programmable logic controller* (PLC) sebagai *hardware* kontrolernya dan menggunakan PID sebagai metode kontrolernya. Namun pada kenyataannya di lapangan, tidak semua sistem pengendalian dapat membuat sistem menghasilkan respon yang memuaskan. Hal ini dapat disebabkan oleh banyak hal, salah satunya adalah *tuning* PID yang tidak optimal.

Pada penelitian ini akan dianalisa permasalahan yang terjadi pada sistem pengendalian di industri yang menyebabkan sistem tidak menghasilkan respon yang memuaskan. Selain itu pada penelitian ini juga akan dianalisa sistem pengendalian tekanan gas pada *scrubber* dengan mensimulasikan model sistem ini dengan menggunakan *software* MATLAB/SIMULINK. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan simulasi dan observasi langsung ke salah satu industri dimana *scrubber* dioperasikan.

Perbandingan hasil simulasi dari model sistem *scrubber* dengan data di lapangan dirasa cukup baik, karena pada penelitian ini tidak menganalisa *performance* dari instrumen yang digunakan, seperti *control valve*, *transmitter*, dll, sehingga tidak bisa mendapatkan hasil simulasi yang persis sama dengan data di lapangan. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memahami sistem pengendalian yang ada di industri dan mencoba mengaplikasikan *software* SIMULINK dalam mendesain sistem pengendalian di industri.

Kata kunci: *scrubber*, kontroler PID, sistem pengendalian

ABSTRACT

Control systems have an important role in many industries, for instance, a scrubber, whose role is to separate gas from condensed liquid. Typically a control system uses programmable logic controller (PLC) as a controller of the hardware and a PID as controller method. But the fact says that not all of the control systems can make plants react in a positive way. There are many factors that can cause this problem; one of them is poor tuning PID.

This experiment was conducted as an analysis about a general problem that exists in the industry that makes the plant unable to produce a good result. And this experiment will also conduct an analysis showing the control system of the gas pressure in a scrubber by modeling this system by using software MATLAB/SIMULINK. Some methods used in this experiment were model simulation and conducting observation in the industry where scrubber is operated.

Comparison between the simulation results of a scrubber model and the field data is good enough, because this experiment excluded conducting an analysis of the instruments performance which is applied to the system, such as control valve, transmitter, etc, so that it wasn't able to give good result. The benefits of this experiment were to learn about controlling a system that exists in the industry and apply the software SIMULINK to a designing control system in the industry.

Keywords: scrubber, PID controller, control system

KATA PENGANTAR

Tiada kata terindah selain ucapan puji syukur kehadirat TUHAN YANG MAHESA yang telah mencerahkan karunia-Nya sehingga penulis dapat mengerjakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak bisa dipisahkan dari orang-orang yang telah membantu penulis dengan sungguh-sungguh dan ikhlas. Oleh karenanya, penulis menyampaikan banyak ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, ayah dan ibu dan kakak yang selalu memberi semangat kepada penulis dan memberikan kasih sayang yang tulus dan ikhlas.
2. Bapak Joga Dharma Setiawan, B.Sc, M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing utama, yang telah begitu banyak memberikan bantuan, bimbingan, pengarahan dan pengetahuan kepada penulis, terutama dalam pelaksanaan dan penyelesaian Tugas Sarjana ini.
3. Bapak Dr. Susilo Adi Widayanto, ST, MT. selaku dosen pembimbing II yang juga telah membimbing dan meluangkan waktunya untuk mengoreksi dan memberikan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Nazaruddin Sinaga, MS. selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, pengetahuan dan pengarahan dalam penyempurnaan hasil penelitian ini.
5. Bapak Dr. Eng, Munadi, ST., MT. selaku dosen penguji yang juga telah memberikan bimbingan, pengetahuan dan pengarahan dalam penyempurnaan hasil penelitian ini.
6. Bapak Iman Hermansyah dan Hasan Basri selaku Supervisor Instrument dan Bapak Hariyanto (Senior Instrument Technician), R. Sampoerno, Kastim, Yuda Hadiyat, Widi Yusianto, Abdullah (B), Hardiyanto, Fajar, Martono, Hassanudin, Masmudi dan Harmoko selaku anggota Instrument Department di JOB Pertamina-PetroChina East Java yang telah membimbing dan memberikan banyak bantuan,

pengetahuan dan pengarahan kepada penulis selama melakukan observasi lapangan.

7. Bapak Amma dan Basuki selaku Engineer dan Bapak Kapri dan Anas selaku anggota Production Department di JOB Pertamina-PetroChina East Java yang telah membimbing dan memberikan banyak bantuan, pengetahuan dan pengarahan kepada penulis selama melakukan observasi lapangan.
8. Teman-teman di Laboratorium Kontrol dan Getaran, Sdr. Mochammad Ariyanto, Sdr. Fathurrahman dan Sdri. Farika Tono Putri yang telah memberikan semangat dan ide untuk penulis.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi orang yang membacanya dan semoga ada yang meneruskan dan menyempurnakannya di lain waktu.

Semarang, 22 Maret 2012



Penulis

HALAMAN PERSEMPAHAN

Dedicated to

My father, mother, and my sister

In grateful appreciation

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Tugas Sarjana.....	ii
Halaman Pernyataan Orisinalitas	iii
Halaman Pengesahan	iv
Halaman Persetujuan Publikasi.....	v
Abstrak	vi
<i>Abstract</i>	vii
Kata Pengantar	viii
Halaman Persembahan	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Lampiran	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel	xvii
Daftar Singkatan dan Lambang.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Metodologi Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan Laporan	5
BAB II DASAR TEORI	7
2.1 Definisi Sistem <i>Scrubber</i> Penjernihan Gas	7
2.1.1 <i>Sensor</i> dan <i>Transmitter</i>	8
2.1.2 <i>Programmable Logic Controller</i>	12
2.1.3 <i>Trasnducer</i> I/P.....	13
2.1.4 <i>Control Valve</i>	13

2.2 Definisi Sistem GLCC	15
2.3 Pemodelan Sistem GLCC	17
2.3.1 Model GLCC.....	17
2.3.2 Model Sistem Pengendalian.....	20
2.4 Perancangan Sistem Pengendalian GLCC	24
 BAB III PEMODELAN SISTEM SCRUBBER DAN DISAIN KONTROL PI	 35
3.1 Pemodelan Matematis Sistem <i>Scrubber</i>	35
3.2 Disain Kontrol PI	46
 BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA HASIL SIMULASI	 47
4.1 Analisa Hasil Observasi Lapangan	47
4.2 Analisa Hasil Simulasi	52
4.2.1 Data Operasi Sistem di Lapangan	53
4.2.2 Verifikasi Model dengan Data Operasi Sistem di Lapangan	60
4.2.3 Model Pendekatan.....	67
4.2.4 Verifikasi Model Pendekatan dengan Data Operasi Sistem di Lapangan	71
4.2.5 Pencarian Konstanta Kontroler PI dengan Menggunakan Simulink <i>Control Design</i>	75
 BAB V PENUTUP.....	 81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran.....	81
 DAFTAR PUSTAKA	 82
LAMPIRAN	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Surat Keterangan Pengambilan Data Tugas Akhir.....	82
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	<i>Scrubber PV-3700</i>	2
Gambar 1.2	Diagram Alir Penelitian secara Umum	4
Gambar 1.3	Diagram Alir Penelitian secara Khusus dalam Blok Pemodelan dan Simulasi (A) pada Gambar 1.2.....	5
Gambar 2.1	<i>Gas Liquid Separator</i>	7
Gambar 2.2	Sistem Pendingin AC-3050.....	8
Gambar 2.3	<i>Strain Gauge Pressure Transducer</i>	9
Gambar 2.4	<i>Transmitter</i> dari Tekanan Gas.....	10
Gambar 2.5	<i>Transmitter</i> dari Ketinggian Kondensat.....	11
Gambar 2.6	HMI dari <i>Scrubber PV-3700</i>	12
Gambar 2.7	Skema Sederhana dari PLC.....	12
Gambar 2.8	<i>Transducer I/P</i> dan <i>Positioner</i> pada <i>Control Valve</i>	13
Gambar 2.9	<i>Pressure Control Valve</i> (PCV-3717) pada <i>Scrubber PV-3700</i>	14
Gambar 2.10	<i>Level Control Valve</i> (LCV-3715) pada <i>Scrubber PV-3700</i>	14
Gambar 2.11	Skema Sistem Pengendalian dari GLCC.....	15
Gambar 2.12	Garis Besar dari Pemodelan Dinamik Sistem Pengendalian.....	17
Gambar 2.13	Karakteristik Aliran dari <i>Control Valve</i>	24
Gambar 2.14	Blok Diagram dari Sistem Pengendalian Tekanan Gas dan Ketinggian Cairan pada GLCC	26
Gambar 2.15	Model <i>Linear</i> dari Sistem Pengendalian Tekanan Gas dan Ketinggian Cairan pada GLCC	27
Gambar 3.1	Model <i>Linear</i> dari Sistem Pengendalian Tekanan Gas dan Ketinggian Cairan pada GLCC	36
Gambar 3.2	Laju Aliran Volume Gas yang Masuk ke <i>Scrubber PV-3700</i>	43
Gambar 3.3	Blok Diagram Simulink dari Sistem <i>Scrubber PV-3700</i>	45
Gambar 4.1	Data Aktual Tekanan Gas pada <i>Scrubber PV-3700</i> Selama 1 Menit	47
Gambar 4.2	Data Aktual Tekanan Gas pada <i>Scrubber PV-3700</i> Selama 1 Menit	48
Gambar 4.3	Data Aktual Tekanan Gas saat Tekanan SP Dinaikan Menjadi 58 psig Selama 1 Menit	50

Gambar 4.4	Data Aktual Tekanan Gas saat Tekanan SP Dinaikan dari 58 psig Menjadi 59 psig Selama 1 Menit	50
Gambar 4.5	Data Aktual Tekanan Gas saat Tekanan SP Dinaikan Menjadi 59 psig Selama 5 Menit	51
Gambar 4.6	Data Aktual Tekanan Gas saat Tekanan SP Dinaikan Menjadi 59 psig Selama 5 Menit	51
Gambar 4.7	Data Aktual Tekanan Gas saat Tekanan SP Sebesar 59 psig Selama 5 Menit	52
Gambar 4.8	Beberapa Komponen yang Datanya Dapat Diambil untuk Verifikasi Ditunjukkan dengan Kotak Berwarna Merah	54
Gambar 4.9	Data Tekanan Gas dan Ketinggian Kondensat dari HMI Selama 20 Menit dengan <i>Interval 1 Detik</i>	55
Gambar 4.10	Posisi Tutupan <i>Pressure Control Valve</i> (PCV).....	56
Gambar 4.11	Posisi Bukaan <i>Level Control Valve</i> (PCV)	56
Gambar 4.12	Data Laju Aliran Volume Keluar dari Gas Berdasarkan Data Posisi Bukaan <i>Control Valve</i> pada Gambar 4.10.....	58
Gambar 4.13	Data Laju Aliran Volume Keluar dari Kondensat Berdasarkan Data Posisi Bukaan <i>Control Valve</i> pada Gambar 4.11	59
Gambar 4.14	Blok Diagram Simulink dari Sistem <i>Scrubber PV-3700</i>	60
Gambar 4.15	Respon Laju Aliran Volume Masuk dari Cairan Terhadap Waktu	61
Gambar 4.16	Respon Laju Aliran Volume Masuk dari Gas Terhadap Waktu	61
Gambar 4.17	Respon Posisi Bukaan LCV Terhadap Waktu	61
Gambar 4.18	Respon Laju Aliran Volume Keluar dari Cairan Terhadap Waktu	62
Gambar 4.19	Respon Posisi Tutupan GCV Terhadap Waktu.....	62
Gambar 4.20	Respon Laju Aliran Volume Keluar dari Gas Terhadap Waktu	62
Gambar 4.21	Respon Ketinggian Cairan Terhadap Waktu.....	63
Gambar 4.22	Respon Tekanan Gas Terhadap Waktu	63
Gambar 4.23	Hasil Simulasi dari Laju Aliran Volume Gas Keluar.....	65
Gambar 4.24	Hasil Simulasi dari Tekanan Sistem	66
Gambar 4.25	Model Rangkap dari Sistem <i>Scrubber PV-3700</i> yang Sudah Dimodifikasi.....	67

Gambar 4.26	<i>Sub Sistem dari Sistem Ketinggian Cairan dari Model Sistem Scrubber PV-3700 yang Sudah Dimodifikasi</i>	68
Gambar 4.27	<i>Sub Sistem dari Sistem Tekanan Gas dari Model Sistem Scrubber PV-3700 yang Sudah Dimodifikasi</i>	69
Gambar 4.28	Respon Laju Aliran Volume Masuk dari Cairan Terhadap Waktu.	70
Gambar 4.29	Respon Laju Aliran Volume Masuk dari Gas Terhadap Waktu	71
Gambar 4.30	Respon Posisi Bukaan LCV Terhadap Waktu	71
Gambar 4.31	Respon Posisi Tutupan GCV Terhadap Waktu.....	71
Gambar 4.32	Respon Laju Aliran Volume Keluar dari Cairan Terhadap Waktu.	72
Gambar 4.33	Respon Laju Aliran Volume Keluar dari Gas Terhadap Waktu	72
Gambar 4.34	Respon Ketinggian Cairan Terhadap Waktu.....	72
Gambar 4.35	Respon Tekanan Gas Terhadap Waktu	73
Gambar 4.36	Tampilan dari PID Tuner	75
Gambar 4.37	Respon Posisi Bukaan LCV Terhadap Waktu	76
Gambar 4.38	Respon Posisi Tutupan GCV Terhadap Waktu.....	76
Gambar 4.39	Respon Laju Aliran Volume Keluar dari Cairan Terhadap Waktu.	77
Gambar 4.40	Respon Laju Aliran Volume Keluar dari Gas Terhadap Waktu	77
Gambar 4.41	Respon Ketinggian Cairan Terhadap Waktu.....	77
Gambar 4.42	Respon Tekanan Gas Terhadap Waktu	78

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Lapangan Sistem <i>Scrubber</i> PV-3700.....	37
Tabel 3.2 Data Pendekatan Sistem <i>Scrubber</i> PV-3700	38

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
AC	<i>Air Cooler</i>	7
FC	<i>Fail Close</i>	58
FO	<i>Fail Open</i>	49
GCV	<i>Gas Control Valve</i>	14
GLCC	<i>Gas Liquid Cylindrical Cyclone</i>	15
GUI	<i>Graphical User Interface</i>	76
HMI	<i>Human Machine Interface</i>	11
JOB P-PEJ	Joint Operating Body Pertamina PetroChina East	
	Java	1
LCV	<i>Liquid Control Valve</i>	14
LSHH	<i>Level Switch High High</i>	37
LSLL	<i>Level Switch Low Low</i>	37
MV	<i>Manipulated Variable</i>	13
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>	1
PV	<i>Process Variable</i>	13
SP	<i>Set Point</i>	12

LAMBANG

<i>A</i>	Luas permukaan dari <i>diaphragm</i> , m ²	9
<i>C_o</i>	<i>Time constant</i> dari <i>control valve</i>	23
<i>C_I</i>	C_g/C_v	18
<i>C_g</i>	<i>Gas valve sizing coefficient</i>	18
<i>C_v</i>	<i>Liquid valve sizing coefficient</i>	18
<i>E</i>	<i>Sinyal error</i>	21

E_o	Kondisi awal dari kontroler (<i>set point</i>)	21
E_c	Keluaran dari kontroler	21
E_{set}	Sinyal <i>set point</i>	21
E_T	Sinyal aktual dari <i>transmitter</i>	21
F	Gaya yang mendorong <i>cantilever</i> , N	9
H	Ketinggian cairan, ft	19
H_{GLCC}	Tinggi sistem GLCC, ft	20
k_d	Konstanta kontroler <i>derivative</i>	29
k_i	Konstanta kontroler <i>integral</i>	29
k_p	Konstanta kontroler <i>proportional</i>	29
K_c	Konstanta kontroler	21
K_T	<i>Gain</i> dari <i>transmitter</i>	22
M_G	Berat molekul dari gas	20
n_g	Jumlah <i>mole</i> gas	20
p_c	Keluaran dari kontroler dalam bentuk pneumatis	22
p_v	Tekanan pneumatis yang diterima oleh <i>control valve</i>	22
$p_{v\ max}$	Batas atas dari aktuasi tekanan pneumatis dari <i>control valve</i>	22
$p_{v\ min}$	Batas bawah dari aktuasi tekanan pneumatis dari <i>control valve</i>	22
p_{vo}	Tekanan penumatis awal (<i>set point</i>)	22
P	Tekanan <i>upstream</i> dari <i>control valve</i> , psi	18
P_{Gout}	Tekanan <i>downstream</i> dari <i>control valve</i> gas, psi	19
P_{Lout}	Tekanan <i>downstream</i> dari <i>control valve</i> cairan, psi	18
P_{set}	Tekanan <i>set point</i> , psi	18
Q_{Gin}	Laju aliran gas yang masuk <i>scrubber</i> , cft/s	20
Q_{Gout}	Laju aliran keluaran dari gas, cft/s	18
Q_{Lin}	Laju aliran cairan yang masuk <i>scrubber</i> , cft/s	20
Q_{Lout}	Laju aliran keluaran dari cairan, cft/s	18

<i>R</i>	Konstanta gas <i>universal</i> , $10.7317(\text{lbf/in.}^2)\text{-ft}^3/\text{lbmol}\cdot\text{R}$	20
<i>t_d</i>	<i>Derivative time</i> , detik	21
<i>t_i</i>	<i>Integral time</i> , detik	21
<i>T</i>	Temperatur absolut dari gas, ${}^\circ\text{R}$	18
<i>V_G</i>	Volume gas, ft^3	20
<i>V_L</i>	Volume cairan, ft^3	19
<i>U</i>	Variabel kontroler	21
<i>x</i>	Posisi dari <i>control valve</i>	23
<i>Z</i>	Faktor kompresibilitas	20

Huruf Yunani

ΔP_{GCV}	Perbedaan tekanan pada <i>control valve</i> gas, psi	19
ΔP_{LCV}	Perbedaan tekanan pada <i>control valve</i> cairan, psi	18
γ_g	<i>Specific gravity</i> dari gas	18
γ_l	<i>Specific gravity</i> dari cairan	18
ρ_G	Massa jenis gas, lbm/ft^3	20
τ_o	<i>Time constant</i> dari <i>pneumatic line</i>	22

Subscripts

<i>min</i>	Minimum
<i>max</i>	Maksimum
<i>s, set</i>	<i>Set point</i>