

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA KONTROL LEVEL DRUM PADA PROSES BOILER DENGAN MENGGUNAKAN YOKOGAWA DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM (DCS) CS3000 PADA PT. PERTAMINA UNIT PENGOLAHAN V BALIKPAPAN – KALIMANTAN TIMUR**

**Diajukan Guna Melengkapi Sebagian Syarat  
Dalam Mencapai Gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



**Disusun Oleh :**

Nama : SUWAHYO  
NIM : 41405110-129  
Jurusan : Teknik Elektro  
Peminatan : Elektronika  
Pembimbing : Jaja Kustija, M.Sc

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2008**

## **LEMBAR PENGESAHAN**

**Analisa Kontrol Level Drum Pada Proses Boiler Dengan Menggunakan Yokogawa Distributed Control System (DCS) CS3000 Pada PT. PERTAMINA Unit Pengolahan V, Balikpapan – Kalimantan Timur**



**Disusun Oleh :**

Nama : **Suwahyo**  
NIM : 41405110-129  
Program Studi : Teknik Elektro  
Peminatan : Elektronika

**Menyetujui,**

Pembimbing

Koordinator TA

(Jaja Kustija, M.Sc )

(Yudhi Gunardi, ST.MT )

**Mengetahui,**

Ketua Program Studi Teknik Elektro

( Ir. Budi Yanto Husodo, MSc )

## ABSTRAK

Pengendalian proses industri selalu menjadi prioritas utama pertimbangan di dalam membangun suatu industri proses. Sistem control proses yang tepat di tidak hanya di perlukan demi kelancaran operasi, keamanan, ekonomi, maupun mutu produk, akan tetapi merupakan lebih pada kebutuhan pokok.

Beragam system control hadir di dunia industri termasuk industri minyak dan gas, mulai dari control yang paling sederhana yakni control manual hingga system control yang modern. Sistem control terdistribusi atau *Distributed Control System* ( DCS ) merupakan salah satu system control yang banyak di gunakan di perindustrian saat ini terutama industri minyak dan gas karena kehandalannya.

*Distribution Control System* (DCS ) adalah suatu system pengendalian proses industri yang menggunakan pengendali ( *Controller* ) secara terpusat pada suatu system yang dapat mengendalikan proses secara terdistribusi terhadap suatu posisi tertentu.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
I.1    Latar Belakang .....	1
I.2    Tujuan Penulisan .....	2
I.3    Batasan Masalah .....	2
I.4    Metode Penulisan .....	3
I.5    Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II     LANDASAN TEORI</b>	
2.1    Teori Dasar.....	5
2.1.1 Kegunaan (Fungsi) Instrumentasi .....	6
2.1.2 Pengaturan Oleh Manusia (Pengaturan Manual) .....	6
2.1.3 Pengaturan Otomatis .....	8
2.1.4 Prinsip-Prinsip Pengaturan .....	9
2.1.5 Konfigurasi Sistem Pengaturan .....	10
2.1.6 Peristilahan (Terminologi) .....	11
2.1.7 Jenis Loop Pengaturan .....	12

2.1.8	Spesifikasi Performansi Sistem Kontrol .....	16
2.1.9	Prinsip Kerja Pengatur .....	17
2.1.10	Dasar-dasar LAN (Local Area Network) .....	24
2.2	Distribution Control System.....	27
2.2.1	HIS / EWS .....	27
2.2.2	FCS .....	29
2.2.3	Sistem Komunikasi (Networking) .....	33
2.2.4	Fungsi Operasi dan Monitoring DCS CS3000 .....	35
2.2.5	Alarm Processing Window .....	36
2.2.6	Graphic Window .....	36
2.2.7	Instrument Faceplate .....	37
2.2.8	Tuning Window .....	38
2.2.9	Trend Window .....	38
2.3	Level Drum pada Boiler .....	39
2.3.1	Satu Elemen Kontrol .....	39
2.3.2	Dua Elemen Kontrol .....	40
2.3.3	Tiga Elemen Kontrol .....	40

### **BAB 3 PERANCANGAN SISTEM**

3.1	Sistem Konfigurasi Pada Pertamina UP V Plant .....	44
3.2	Perancangan Sistem Dengan CS3000.....	45
3.2.1	Install Program CS3000.....	45
3.2.2	Program Membuat Project Pertamina UPV .....	46
3.2.3	Program Membuat FCS Baru.....	48
3.2.4	Program Membuat HIS/EWS Baru .....	49

3.2.5	Program Membuat Node Baru .....	50
3.2.6	Program Membuat IO Modul.... ..	52
3.2.7	Program Membuat Function Block .....	55
3.2.8	Program Membuat Grapik.....	58
3.2.9	Program Membuat Control Group.....	59
3.2.10	Program Membuat Trend Group .....	61
<b>BAB IV</b>	<b>SIMULASI DAN ANALISA KONTROL LEVEL DRUM</b>	
4.1	Beberapa Bagian Proses Simulasi ... ..	63
4.2	Prosedure Simulasi Program CS3000.....	69
4.3	Simulasi Satu Elemen Kontrol .....	71
4.4	Simulasi Dua Elemen Kontrol .....	74
4.4	Simulasi Tiga Elemen Kontrol .....	79
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN.....</b>	<b>82</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>83</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>84</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar 2.1 Pengaturan Tangki Secara Manual .....	6
2. Gambar 2.2 Performansi Pengaturan Manual .....	7
3. Gambar 2.3 Pengaturan Tangki Secara Otomatis .....	8
4. Gambar 2.4 Diagram Blok Sistem Control Temperature .....	9
5. Gambar 2.5 Komponen-Komponen Perangkat Keras Pada Sistem Pengaturan .....	10
6. Gambar 2.6 Konfigurasi Sistem Kontrol Loop terbuka . .....	13
7. Gambar 2.7 Konfigurasi Sistem Kontrol Umpan Maju .....	14
8. Gambar 2.8 Konfigurasi Sistem Kontrol Umpan Balik .....	15
9. Gambar 2.9 Spesifikasi Performansi Sistem Kontrol .....	16
10. Gambar 2.10 Respon Sistem Pengaturan Terhadap Perubahan Masukan Berbentuk Step .....	17
11. Gambar 2.11 Controller Dan Diagram Kotaknya .....	18
12. Gambar 2.12 Diagram Kotak Pengatur Proporsional .....	19
13. Gambar 2.13 HIS Tipe Console .....	28
14. Gambar 2.14 HIS Tipe Desktop .....	29
15. Gambar 2.15 Operation Keyboard .....	29
16. Gambar 2.16 Field Control Station .....	30
17. Gambar 2.17 Field Control Unit .....	31
18. Gambar 2.18 Node Unit .....	31
19. Gambar 2.19 Input Output Module .....	32
20. Gambar 2.20 Sistem Komunikasi Pada CS3000 .....	33

21. Gambar 2.21 System Message Window .....	35
22. Gambar 2.22 Navigator Window .....	35
23. Gambar 2.23 Alarm Processing Window .....	36
24. Gambar 2.24 Graphic Window .....	37
25. Gambar 2.25 Instrument Faceplate .....	37
26. Gambar 2.26 Tuning Window .....	38
27. Gambar 2.27 Trend Window .....	39
28. Gambar 2.28 Satu Elemen Kontrol Pada Level Drum .....	40
29. Gambar 2.29 Dua Elemen Kontrol Pada Level Drum .....	40
30. Gambar 2.30 Tiga Elemen Kontrol Pada Level Drum .....	41
31. Gambar 3.1 Flow Chart Perancangan System CS3000 .....	43
32. Gambar 3.2 DCS Sistem Konfigurasi Pada Pertamina UPV .....	44
33. Gambar 3.3 Cara Membuka Program CS3000 Pada System View .....	47
34. Gambar 3.4 Tampilan Cara Membuat Project Baru Pertamina UPV ....	48
35. Gambar 3.5 Tampilan Cara Membuat FCS Baru Pertamina UPV .....	49
36. Gambar 3.6 Tampilan Cara Membuat HIS/EWS Pertamina UPV .....	50
37. Gambar 3.7 Tampilan Cara Membuat Node Pada FCS0101 .....	51
38. Gambar 3.8 Tampilan Cara Membuat IO Module Pada FCS0101 .....	52
39. Gambar 3.9 Tampilan Pengalamatan Analog IO Module di FCS0101..	54
40. Gambar 3.10 Tampilan Pengalamatan Digital IO Module di FCS0101 ..	55
41. Gambar 3.11 Tampilan Cara Membuat PID Function Blok .....	57
42. Gambar 3.12 Tampilan PID Function Blok .....	57
43. Gambar 3.13 Graphic Pengontrolan Level Drum .....	59
44. Gambar 3.14 Control Group Pengontrolan Level Drum .....	60

45. Gambar 3.15 Trend Group Pengontrolan Level Drum .....	62
46. Gambar 4.1 Tampilan Graphic Boiler 4 Drum Level Control .....	64
47. Gambar 4.2 Tampilan Tuning Window 4LIC102 .....	66
48. Gambar 4.3 Tampilan Control Group – CG0019 .....	67
49. Gambar 4.4 Tampilan Trend Group – TG0401 .....	68
50. Gambar 4.5 Tampilan Trend Group – TG0402 .....	69
51. Gambar 4.6 Menu Test Function .....	70
52. Gambar 4.7 Level Drum Function Blok .....	71
53. Gambar 4.8 Bentuk Function Blok pada Test Function 1 ELE .....	72
54. Gambar 4.9 Tampilan Tuning Window 4LIC102 .....	74
55. Gambar 4.10 Bentuk Function Blok pada Test Function 2 ELE .....	75
56. Gambar 4.11 Tampilan Control Group CG0019 .....	78
57. Gambar 4.12 Tampilan Graphic GR0003 – Drum Level Control .....	78
58. Gambar 4.13 Bentuk Function Blok pada Test Function 3 ELE .....	79
59. Gambar 4.14 Tampilan Control Group CG0019 .....	81
60. Gambar 4.15 Tampilan Graphic GR0003 – Drum Level Control .....	81

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 LATAR BELAKANG

Pada dunia industri pemakaian *DCS* memiliki manfaat yang besar, utamanya adalah meningkatkan kinerja sistem kontrol *plant*. Pada beberapa sektor, manfaat yang diperoleh dari penggunaan *DCS* sangatlah signifikan, diantaranya pada sektor produksi dapat mengoptimalkan jadwal produksi (*production schedule*) serta mengoptimalkan penempatan peralatan (*equipment assignment*). Produk yang dihasilkanpun lebih konsisten. Efisiensi juga didapat baik dari segi biaya, energi serta material yang digunakan. Sektor keselamatan juga dapat dimaksimalkan. Begitu juga dengan biaya untuk optimisasi *plant-wide* serta optimisasi tenaga kerja yang dapat dihemat.

Saat ini *DCS CS3000* adalah tipe *DCS* terakhir yang dipasarkan oleh Yokogawa dan banyak di pakai di dunia industri dewasa ini dikarenakan struktur perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang lebih terbuka dibandingkan dengan tipe *DCS* yang dipasarkan sebelumnya. Sistem software *CS3000* berjalan (*running*) dengan berbasis operating sistem Windows 2000 atau Windows XP.

Pengontrolan permukaan (*level*) drum pada proses boiler adalah hal kritical. Terlalu rendah permukaan (*level*) akan menyebabkan kelebihan panas pada pipa boiler yang berujung pada kerusakan / pecah pada pipa tersebut, sedangkan permukaan (*level*) yang terlalu tinggi akan mengganggu proses pemisahan embun dari steam yang pada akhirnya mengurangi efisiensi dari boiler

dan dapat membawa embun tersebut kedalam proses atau turbin. Jadi pengontrolan permukaan (*level*) drum yang baik akan mempertahankan kondisi permukaan (*level*) sesuai dengan beban permintaan steam.

Berdasarkan hal di atas maka pada tugas akhir ini dibuat rangkaian untuk meng-analisa permukaan (*level*) kontrol drum pada proses boiler dengan Yokogawa DCS CS3000 yang diterapkan pada PT. PERTAMINA Unit Pengolahan V yang terletak di Balikpapan – Kalimantan Timur.

## **I.2 TUJUAN PENULISAN**

Tujuan penulisan skripsi ini adalah membuat rangkaian simulasi untuk meng-analisa kontrol level drum pada proses boiler dengan menggunakan *Distributed Control System (DCS)* CS3000, dan sistem ini yang di aplikasikan di PT. PERTAMINA Unit Pengolahan V, Balikpapan – Kalimantan Timur.

## **I.3 BATASAN MASALAH**

*Distribution Control System (DCS)* CS3000 mempunyai system komponen perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang sangat komplek. Perangkat keras tersebut antara lain *Engineering Work Station (EWS)*, *Human Interface Station ( HIS )*, *Field Control Station (FCS)*, *Input/Output Module ( IOM )*, *V-net Cable* dan lain-lain. Sedangkan perangkat lunak (*software*) dapat digunakan pada aplikasi yang sangat luas pada berbagai proses plant, juga dilengkapi dengan fungsi test (*test function / debugging*).

Unit proses yang ada pada keseluruhan proses boiler terdiri dari : sistem air umpan, sistem steam, sistem bahan bakar dan sistem pembakaran. Level kontrol drum terdapat pada unit proses sistem steam.

Berdasarkan dual hal tersebut diatas, Penulis membatasi penulisan skripsi ini pada pembuatan software simulasi dengan DCS CS3000 dan analisa kontrol level drum pada proses boiler.

Pembuatan software simulasi ini mengacu dari *Proses Flow Diagram (PFD)* dan *Piping & Instrument Diagram (P&ID)*.

#### **I.4 METODE PENULISAN**

Untuk menyusun penulisan ini, Penulis menggunakan metode eksperimen sebagai berikut:

a. Metode Kajian Pustaka.

Yaitu dengan cara melakukan penelusuran pustaka melalui referensi-referensi yang menunjang tema penulisan dari perpustakaan maupun internet.

b. Metode Eksperimen.

Yaitu dengan cara melakukan pengujian secara langsung terhadap software yang di buat secara simulasi (*test function*)

#### **I.5 SISTEMATIKA PENULISAN**

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dibagi dalam beberapa bab sebagai berikut :

**BAB I** Bab ini menguraikan secara garis besar yang terdiri atas latar belakang alasan pemilihan judul, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metologi penulisan, dan sistematika penulisan.

- BAB II** Pada bab ini di bahas tentang teori dasar pengendalian proses, pengenalan DCS serta metode pengendalian level drum pada proses boiler yang mendasari serta menunjang tugas akhir.
- BAB III** Pada bab ini membahas perancangan system untuk tugas akhir ini
- BAB IV** Pada bab ini membahas tentang rancangan system dan kesesuaian dengan rancangan dengan hasil yang di dapat dari hasil pengetesan.
- BAB V** Bab ini merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran bagi perbaikan tugas akhir serta kemungkinan pengembangan system yang di buat.
- .

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 TEORI DASAR**

Proses didefinisikan sebagai suatu operasi dimana terjadi transformasi baik secara fisika maupun kimia atau serangkaian transformasi dimana fluida atau material solid dikonversikan menjadi bentuk yang lebih berguna.

Definisi dari sistem pengaturan proses adalah :

- Teknik pengukuran nilai suatu besaran (*variabel*) dan memberikan respon untuk membatasi simpangan dari nilai yang dikehendaki (*setpoint*).
- Metode / cara / usaha untuk parameter-parameter di sekeliling agar mengikuti harga-harga yang diinginkan.

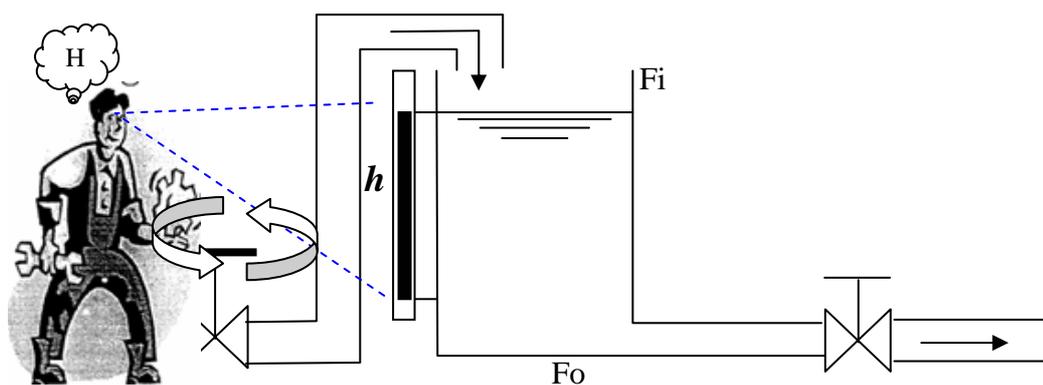
Sistem Pengaturan Proses terjemahan dari *Process Control System*. Hampir semua proses dalam dunia industri membutuhkan peralatan-peralatan otomatis untuk mengatur atau mengendalikan parameter-parameter prosesnya. Otomatisasi tidak saja diperlukan demi kelancaran operasi, keamanan, ekonomi, maupun mutu produksi, tetapi lebih merupakan kebutuhan pokok. Tidak mungkin menjalankan suatu proses industri tanpa bantuan system pengaturan. Contohnya pengaturan disuatu proses pengilangan minyak.

Keterkaitan kerja alat-alat pengaturan otomatis itulah yang dinamai sistem pengaturan proses. Sedangkan semua alat-alat yang membentuk system pengaturan disebut *instrumentasi pengaturan proses*. Pembahasan instrumentasi pengaturan proses lebih terfokus pada penjelasan kerja alat, dan pembahasan sistem pengaturan proses lebih dipusatkan kepada kerja sistem. Namun dalam rangka mempelajari sistem, seringkali diperlukan penjelasan melalui alat kerja.

### 2.1.1 Kegunaan (Fungsi) Instrumentasi

Alat indra manusia tidak mampu dijadikan sebagai alat ukur yang akurat. Betapa terbatasnya indra manusia sebagai alat ukur, misal mengukur suhu air mendidih apalagi suhu yang lebih tinggi dari itu. Demikian juga untuk mengukur besaran-besaran lain misal : *flow*, *level*, *pressure* dan lainnya. Manusia memerlukan bantuan instrumentasi untuk mengukur besaran-besaran proses. Selain itu memerlukan instrumentasi karena manusia tidak mampu melakukan pengaturan proses.

### 2.1.2 Pengaturan Oleh Manusia ( Pengaturan Manual )



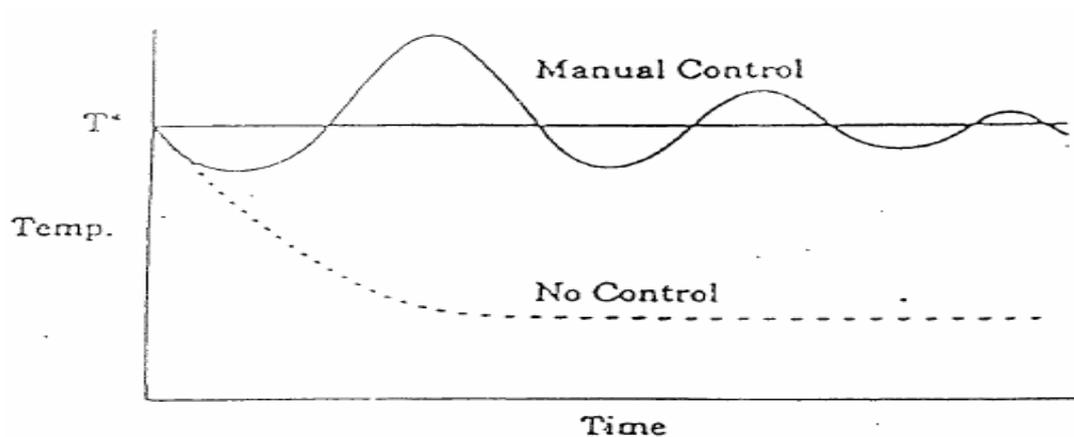
Gambar 2.1 Pengaturan Tangki Secara Manual

Sebuah tangki air diisi dari bagian atas dan pada bagian bawah terpasang pipa yang dilengkapi keran atau valve untuk mengalirkan air ke pemakai atau pabrik. Operator harus memperhatikan keadaan level dalam tangki yang ditunjukkan pada gelas penduga setinggi  $h$ . Ketinggian level  $h$  ini adalah besaran yang diatur atau proses variabel. Ketinggian *level* yang diinginkan (*setpoint*) adalah setinggi  $H$ , misal 60%. Apabila ketinggian level  $h$  lebih tinggi dari yang dikehendaki  $H$ , misal  $H = 70\%$ , maka operator akan memutar keran agar air mengalir keluar lebih banyak sehingga level secara bertahap akan turun hingga mencapai nilai yang dikehendaki sebesar  $H$ , seperti pada gambar 2.1.

Pengaturan seperti diatas disebut pengaturan oleh manusia (*manual control*). Sistem pengaturan manual masih tetap dipakai pada beberapa pemakaian tertentu. Biasanya sistem ini dipakai pada proses-proses yang tidak banyak mengalami perubahan beban.

### -) Ilustrasi Performansi Pengaturan Manual

Pada pengaturan manual sebuah tungku, akan didapat performansi seperti pada Gambar 2.3 dibawah ini.



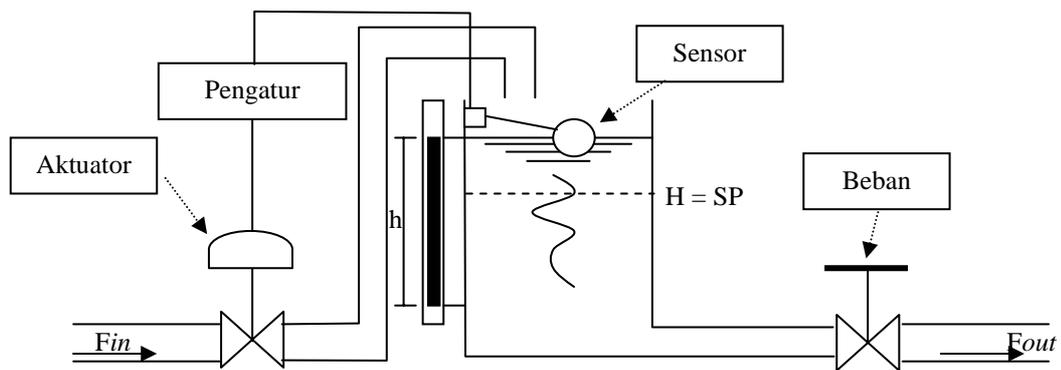
Gambar 2.2 Performansi Pengaturan Manual

Pada gambar tampak output proses berosilasi pada garis *setpoint*, yang berarti terjadi *error* berkelanjutan. Sedangkan kalau tidak diatur akan mengalami penyimpangan yang terus menjauhi *setpoint*.

Dari pembahasan diatas, jelas sekali kelemahan-kelemahandari pengaturan manual, yaitu : performansi kurang memuaskan, mempunyai keterbatasanantisipasi pada gangguan (kurang cepat, kurang akurat), ada pengaruh lelah, performansi tergantung waktu.

### 2.1.3 Pengaturan Otomatis

Untuk menanggulangi kelemahan-kelemahan pengaturan manual yaitu mengganti manusia dengan instrument-instrument hingga membentuk sistem pengaturan otomatis.

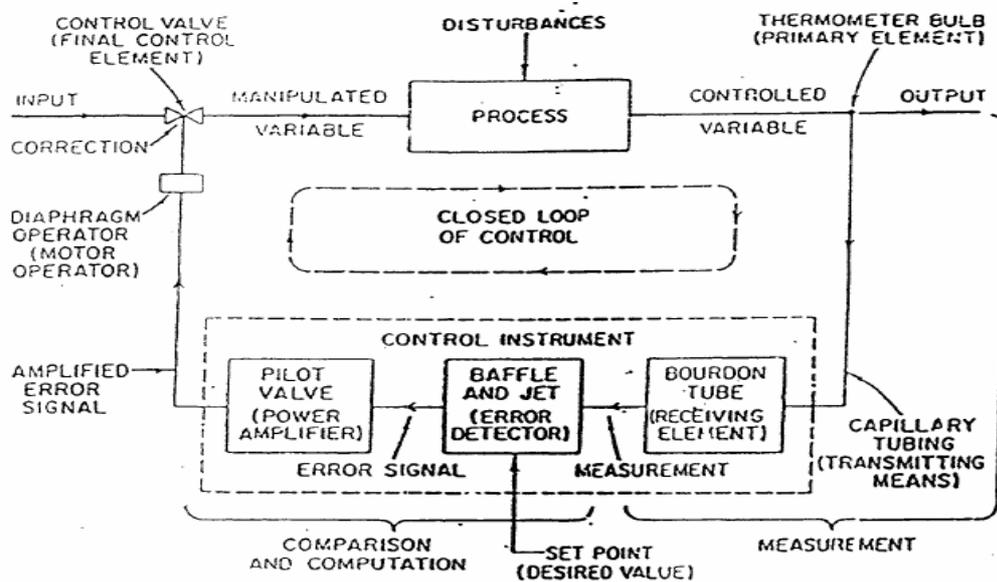


Gambar 2.3 Pengaturan Tangki Secara Otomatis

Beberapa instrument pengganti :

- *Sensor* → mengukur harga ketinggian / level dan mengubahnya menjadi sinyal.
- Pengatur (*controller*) → berupa pneumatic, elektronik atau computer - melakukan fungsi seperti manusia ( mengevaluasi hasil pengukuran dan menghasilkan sinyal keluaran).
- Aktuator → menerima sinyal masukan dari pengatur dan menyetel gerakan valve.

### 2.1.4 Prinsip-Prinsip Pengaturan ( The Four Basic Function )

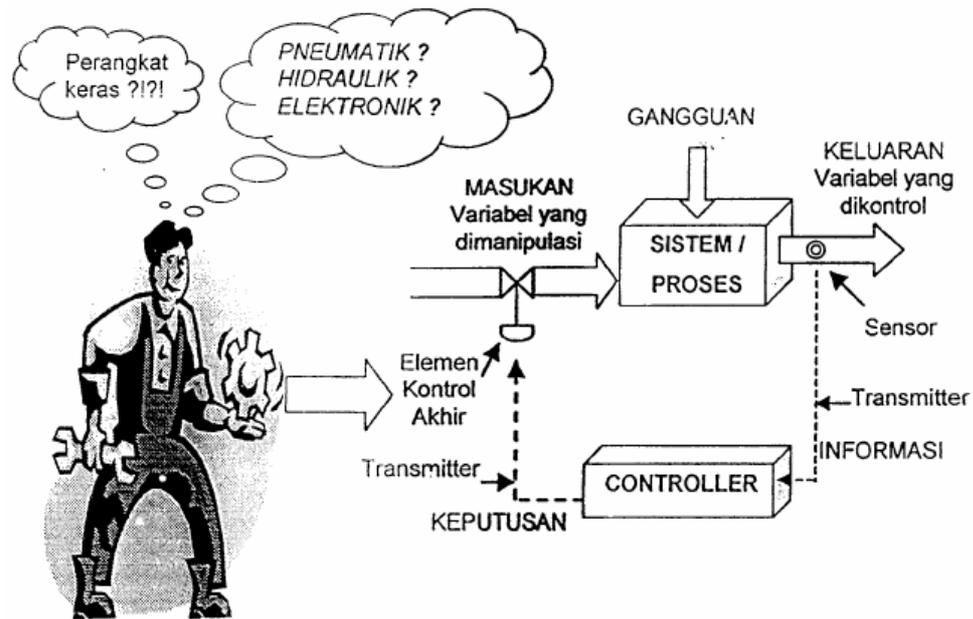


Gambar 2.4 Diagram Blok Sistem Control Temperature

Dari Gambar 2.4 maka prinsip-prinsip pengaturan otomatis adalah :

- Melakukan Pengukuran ( *Measurement* )
- Melakukan Perbandingan ( *Comparison* )
- Melakukan Komputasi ( *Computation* )
- Melakukan Koreksi ( *Correction* )

### 2.1.5 Konfigurasi Sistem Pengaturan



Gambar 2.5 Komponen-Komponen Perangkat Keras Pada Sistem Pengaturan.

Elemen-elemen yang terdapat pada gambar tersebut adalah :

#### Sensor

- Mengumpulkan informasi mengenai status variabel keluaran proses.
- Disebut juga perangkat pengukur atau element primer.
- Contoh : thermocouple, element pressure differential, diafragma, below, pelampung.

#### Pengontrol ( *Controller* )

- Bertugas mengambil keputusan dan melaksanakan pengontrolan.
- Dapat berupa controller elektronik, pneumatik maupun komputer digital.

### ***Transmitter***

- Bertugas mengirimkan sinyal (mentransmisikan sinyal) dari dan ke pengatur.
- Bentuk sinyal: pneumatic signal (udara bertekanan) dan sinyal listrik.

### **Elemen Kontrol Akhir**

- Bertugas untuk melaksanakan perintah-perintah pengaturan dan komponen pengatur pada proses.
- Contoh: *control valve*, pompa dan kompresor, *switch relay*, *variable speed fan*, *solenoid valve*.

### **Perangkat Keras Lainnya**

#### ***Transducer***

- Mengubah sinyal dari suatu bentuk ke bentuk lain. Misalnya dari *pneumatic* → *electric*.

#### ***Converter***

- Mengubah sinyal *Analog-to-Digital (A/D)* atau *Digital-to-Analog (D/A)*

### **2.1.6 Peristilahan ( Terminologi )**

- *Set Point (SP) / Set Value (SV) = Desired Value* = Harga yang dikehendaki dari *PV*.
- *Process Variable (PV)* = Besaran keluaran suatu variabel yang harus dikontrol.
- *Measured Variable (MV)* = Harga terukur dari *controlled variable*.
- *Error (e) = Deviation* = Penyimpangan = Perbedaan antara harga *SV* dan *PV*, persamaan  $e = SV - PV$ .

- *Controlled Output* = Keluaran dari *contoller* untuk mengatur agar *PV* mendekati *SV*.
- *Manipulated Variable* = Besaran yang diatur oleh *Final Control Element*.
- *Final Control Element (FCE) = Actuator* = Instrument yang menggunakan output *controller* untuk mengatur *manipulated variable*.
- *Distrurbance Variable (D)* = Besaran yang masuk ke dalam process dan mempengaruhi process variable tapi tidak diatur dalam sistem pengaturan.
- *Amplification* = Perbandingan antara keluaran dengan masukan dari suatu alat.
- *Attenuation* = Penurunan besarnya harga suatu sinyal antara dua titik.

### 2.1.7 Jenis Loop Pengaturan

Suatu sistem pengaturan proses dapat sederhana atau rumit. Suatu sitem pengaturan proses yang sederhana terdiri dari satu proses dan satu pengatur. Sistem serupa ini dinamai suatu Loop Pengaturan Proses (secara singkat disebut loop pengaturan). Sistem pengaturan proses yang lebih rumit dapat terdiri dari satu atau lebih loop pengaturan (multiple control loops).

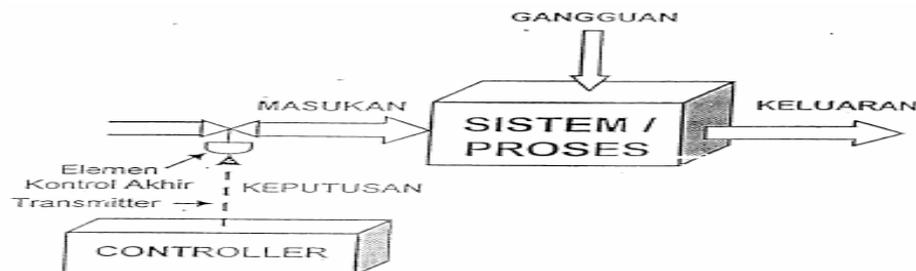
Pada dasarnya, terdapat 3 jenis loop pengaturan yaitu :

1. Pengaturan Loop Terbuka Atau Pengaturan Terprogram
2. Pengaturan Tertutup Feed Forward
3. Pengaturan Tertutup Feedback

## 1. Pengaturan Terbuka atau Pengaturan Terprogram

Suatu pengaturan loop terbuka atau terprogram ialah dimana aksi pengaturan tidak tergantung baik pada masukan (input) proses maupun keluarannya (output).

Pengaturan loop terbuka didasarkan atas suatu perkiraan yang diperlukan untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Jadi dasarnya ialah ramalan. Dari ramalan ini dibuat suatu program yang tetap. Tetapi tidak pernah diadakan pengecekan terhadap keluaran proses untuk menentukan apakah usaha pengaturan telah memberikan hasil yang diinginkan.



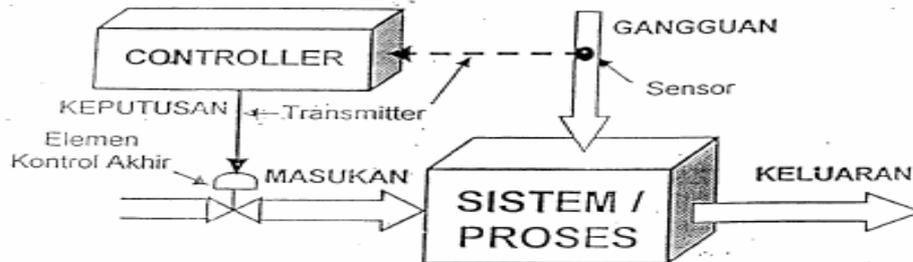
**Gambar 2.6 Konfigurasi Sistem Kontrol Loop Terbuka**

- Pengatur mengambil keputusan tanpa ada informasi dari besaran keluaran atau tidak ada proses koreksi pada proses pengaturan.
- Adanya gangguan dapat menyebabkan besaran keluaran berubah.

## 2. Pengaturan Tertutup Feed Forward

Suatu pengaturan loop tertutup feed forward ialah dimana aksi pengaturan ditentukan oleh masukan dari proses, tetapi tak tergantung dari keluaran proses. Informasi diperoleh dari masukan proses (input), dengan suatu transduser pengukuran dan transmitter. Suatu perhitungan yang didasarkan atas suatu model dari proses dilakukan oleh pengatur atau komputer, dan usaha koreksi

dilakukan terhadap proses dengan manipulasi masukan lain dari proses. Jadi merupakan loop tertutup yang mampu memberikan pengaturan yang sempurna bila pengukuran dan perhitungannya benar.



**Gambar 2.7 Konfigurasi Sistem Kontrol Umpan Maju**

- Pengatur mengambil keputusan berdasarkan informasi dari besaran gangguan.
- Proses koreksi terjadi sebelum sistem / proses dipengaruhi oleh gangguan.
- Pengatur tidak mempunyai informasi tentang kondisi dan besaran keluaran.

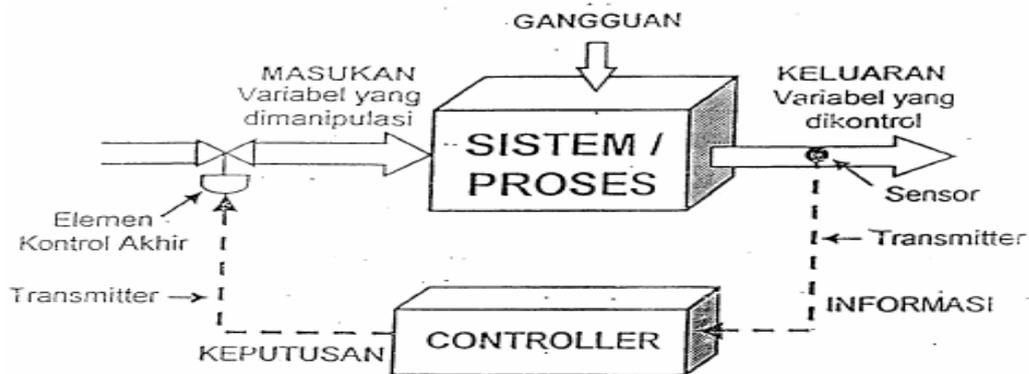
### 3. Pengaturan Tertutup Feedback

Pada pengaturan loop tertutup feedback, aksi pengaturan tergantung dari keluaran proses. Pada sistem pengaturan feedback keluaran dari proses dibandingkan terhadap masukan ke sistem, sehingga dapat diperoleh aksi pengaturan sebagai fungsi dari keluaran dan masukan.

Variabel yang akan diatur (keluaran proses) diukur dengan suatu transduser. Hasilnya dibandingkan yaitu dengan mengurangi dari suatu referensi atau set point, desired value, harga yang diinginkan. Bila terdapat perbedaan, deviasi atau error antara harga sebenarnya dengan yang diinginkan pengatur otomatis akan melakukan aksi untuk memperkecil kesalahan.

Perhatikan bahwa harga dari variabel terkontrol dibandingkan dengan harga yang diinginkan dengan menghitung "harga yang diinginkan minus harga sebenarnya". Jadi, harga yang sebenarnya diumpam-balikkan dengan tanda negatif. Karena itu dinamakan feedback negatif.

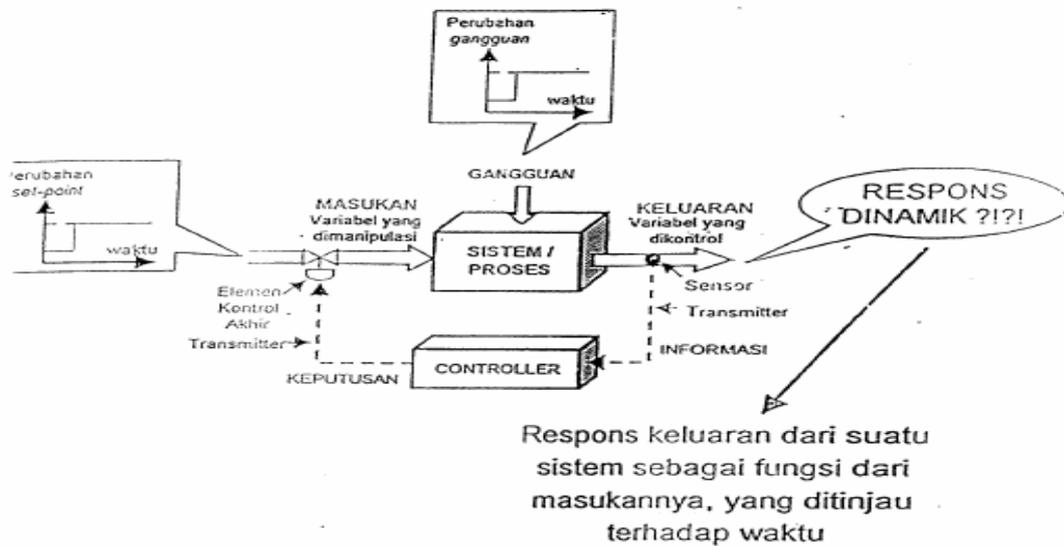
Rangkaian ini merupakan yang paling banyak digunakan dalam praktek. Pada sistem pengaturan feedback, pengatur akan melakukan aksi pengaturan sesuai dengan besarnya harga kesalahan (deviasi, error). Karena itu dibutuhkan error tertentu agar pengatur bekerja.



**Gambar 2.8 Konfigurasi Sistem Kontrol Umpan Balik**

pengatur mengambil keputusan berdasarkan informasi dari besaran keluaran atau terdapat proses koreksi pada proses pengaturan. Pengatur melakukan koreksi/keputusan setelah gangguan terjadi pada sistem/proses .

### 2.1.8 Spesifikasi Performansi Sistem Kontrol



**Gambar 2.9 Spesifikasi Performansi Sistem Kontrol**

Beberapa parameter yang muncul pada respons dinamik suatu sistem kontrol

- Waktu naik (rise time)
- Waktu menetap (settling time)
- Lonjakan maksimum (overshoot)
- Waktu tunda (delay time)

Rise Time :

Waktu yang diperlukan oleh respons untuk mencapai 90 % pertama kali dari harga set-point yang baru .

Settling Time :

Waktu yang diperlukan oleh respon untuk mencapai kondisi 2% atau 5% dari harga set-point yang baru.

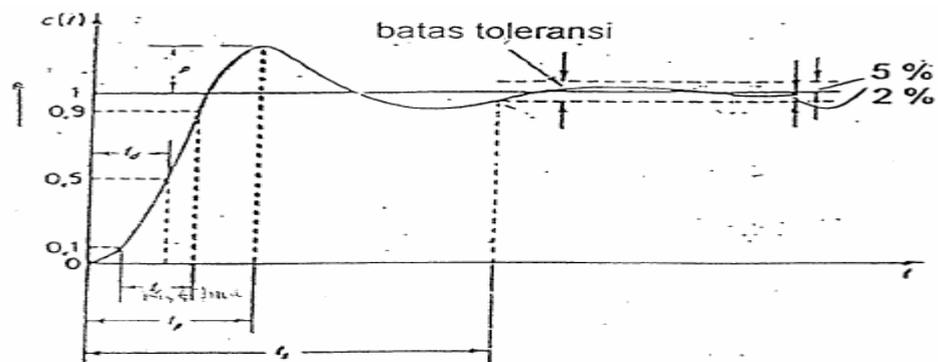
Overshoot :

Harga sampingan maksimum yang dicapai oleh respons terhadap harga set point.

Waktu Tunda :

Waktu yang diperlukan mulai dari adanya perubahan sampai akibat perubahan pada respons dapat diamati.

- Parameter-parameter ini diharapkan mempunyai harga yang cukup kecil.
- Dapat digunakan untuk menyatakan performansi suatu sistem.



Gambar 2.10 Respons Sistem Pengaturan Terhadap Perubahan Masukan Berbentuk Step

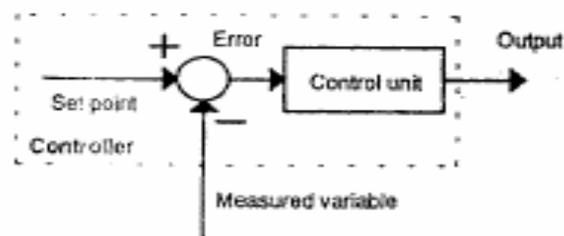
### 2.1.9 Prinsip Kerja Pengatur

Ada tiga jenis pengatur kontinu, yaitu pengatur proporsional disingkat P, pengatur integral disingkat I, dan pengatur diferensial disingkat D.

Karena kelebihan dan kekurangan ketiga pengatur itu, mereka seringkali dipakai dalam bentuk kombinasi, yaitu P+I disingkat PI, P+D disingkat PD, dan P+I+D disingkat PID. Pada dasarnya, tugas sebuah pengatur kontinu terbagi dalam dua tahap, yaitu membandingkan dan menghitung. Kedua tugas tersebut di dalam diagram kotak diwakili oleh kerja summing junction dan kerja unit control. Lihatlah Gambar 2.11 Summing junction bertugas membandingkan measured

variable dengan set point, dan unit control bertugas menghitung besar kecilnya koreksi yang diperlukan.

Pembandingan itu sendiri dilakukan dengan mengurangi besaran set point dengan besaran measurement variable, yang hasilnya adalah besaran yang disebut error. Karena set point bisa lebih kecil atau lebih besar dari measurement variable, nilai error bisa negatif dan bisa juga positif. Berdasarkan besarnya error inilah unit pengatur menghitung besarnya koreksi. Jadi, error adalah input unit pengatur dan manipulated variable adalah output unit pengatur. Besarnya manipulated variable dihitung berdasarkan besarnya error dan transfer function unit control. Bentuk transfer function dari unit pengatur tergantung pada "mode" yang ada di controller (control mode): P, I, PI, PD atau PID. Bandingkanlah diagram kotak ini dengan bentuk fisik sebuah controller.



**Gambar 2.11 Controller Dan Diagram Kotaknya.**

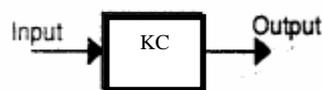
Dari Gambar 2.11, jelas bahwa besaran set point diproduksi oleh pengatur itu sendiri, yang besarnya dapat diatur dengan memutar knob set point yang ada pada controller. Pengatur menerima sinyal measurement variable di bagian yang lazim ditulis "input", dan menghasilkan sinyal manipulated variable di bagian yang lazim disebut "output". Karena ketentuan itulah, sinyal dari transmitter harus selalu disambung ke "input", dan sinyal yang menuju ke control valve harus selalu disambung ke "output".

## 1. Pengatur Proporsional

Salah satu dari ketiga mode unit control yang paling populer dan paling banyak dipakai adalah unit pengatur P. Seperti tercermin dari namanya, besar output unit pengatur P selalu sebanding dengan besarnya input. Bentuk transfer function unit control proporsional oleh karenanya akan sederhana sekali seperti yang ditunjukkan di persamaan 2-1. Karena bentuk transfer functionnya sederhana, bentuk diagram kotaknya juga sederhana, seperti yang ada di Gambar 2.12. Unit pengatur P adalah unit pengatur yang paling banyak dipakai, baik tersendiri dalam bentuk pengatur P-only maupun dalam kombinasi dengan mode integral (I) dan diferensial (D). Seperti yang dapat dilihat di dalam Gambar 2.12, transfer function unit control proporsional adalah sebagai berikut:

$$E_o = K_C \cdot e \quad (2-1)$$

Gain ( $K_C$ ) unit pengatur proporsional bisa berupa bilangan bulat, bilangan pecahan, positif, atau juga berharga negatif. Yang pasti, besarnya tetap, linear di semua daerah kerja dan tidak



**Gambar 2.12 Diagram Kotak Pengatur Proporsional.**

tergantung pada fungsi waktu. Sepintas istilah gain memberikan kesan bahwa ada penguatan atau pembesaran sinyal. Padahal gain bisa saja berbentuk bilangan pecahan, bahkan negatif. Sehingga output bisa lebih kecil dari input, dan juga bisa menjadi negatif. Oleh karena alasan itu, dalam praktek istilah gain jarang dipakai, dan yang lazim adalah istilah proportional band (PB), di mana:

$$K_C = 100 / PB \quad (2-2)$$

Jadi, kalau PB sama dengan 50%, gain sama dengan 2; jika PB sama dengan 200%, gain sama dengan 1/2; jika PB sama dengan 100%, gain tepat sama dengan 1. Karena PB berbanding terbalik terhadap gain, kalau PB semakin besar, gain akan semakin kecil. Kedua besaran itu begitu pentingnya karena mereka memberikan pengaruh langsung pada kestabilan sistem.

Gain, yang dalam praktek biasanya dinyatakan dalam PB, dapat disetel besarnya sesuai dengan kebutuhan. Di setiap unit pengatur proporsional, akan selalu ditemui setting PB. Biasanya setting PB berkisar antara 500% sampai hampir 0%, sehingga kalau dinyatakan dalam bentuk gain, gain bisa disetel dari 1/5 sampai tak terhingga.

Naik-turunnya input diikuti secara langsung oleh output, dan besarnya selalu sama dengan input kali gain.

## 2. Offset dan Pengaruh Besarnya PB

Dari Subbab 2.1.9-1 diketahui bahwa reaksi unit pengatur proporsional sangat tergantung pada besarnya PB. Bila diandaikan keadaan seimbang seperti di Subbab 2.1.9-1 terjadi di  $PB = 200\%$  ( $K_C = 0.5$ ), persamaan 2-1 dapat ditulis ulang menjadi:

$$E_o = K_C \cdot e + B$$

$$E_o = K_C \cdot (SP - PV) + B$$

$$E_o = 0.5 \cdot (50\% - PV) + 50\% \quad (2-3)$$

- PB tidak boleh dibuat terlalu kecil. Karena semakin kecil PB, sistem akan semakin sensitif dan cenderung tidak stabil.
- Sistem pengaturan yang menggunakan unit P-only akan selalu meninggalkan offset.

- Besaran bias diperlukan untuk mempertahankan output pada waktu error sama dengan nol. Salah satu cara untuk menghilangkan offset adalah dengan menyetel bias agar sedekat mungkin dengan load. Sayangnya cara ini tidak dapat direkomendasikan begitu saja, karena tidak semua pengatur memiliki fasilitas adjustable bias.

### 3. Pengatur Integral

Kalau diteliti dengan lebih seksama, offset dapat terjadi di sistem pengaturan proporsional karena pengatur proportional selalu membutuhkan error (dalam hal ini input ke unit control) untuk menghasilkan suatu output. Kalau tidak ada error, output yang keluar dari pengendali proporsional hanyalah bias yang biasanya disetel 50%.

Jadi untuk itu diperlukan sebuah pengatur lain yang dapat menghasilkan output walaupun padanya tidak diberikan input. Dengan kata lain diperlukan pengatur yang dapat menghasilkan output yang lebih besar atau lebih kecil dari bias pada saat input (error) sama dengan nol. Pengatur yang memenuhi kriteria ini adalah pengatur integral, disingkat I. Transfer function dari unit pengatur integral adalah sebagai berikut :

$$E_o = 1/T_R \times K_C \int e \cdot dt + B$$

Dimana: (2-4)

$E_o$  = Output

$e$  = Error (input dari unit kontrol)

$T_R$  = Integral time

$B$  = Konstanta (merupakan bias atau hasil dari integral sebelumnya)

$K_C$  = Gain dari controller.

#### 4. Pengatur Proportional Plus Integral

Karena sifatnya yang tidak mengeluarkan output sebelum selang waktu tertentu, pengatur integral jadi memperlambat response, walaupun offset hilang oleh karenanya. Untuk memperbaiki lambatnya response, umumnya pengatur integral dipasang paralel dengan pengatur proporsional.

Gabungan kedua pengatur itu lazim disebut pengatur PI atau PI controller, dan pengatur dikatakan punya 2 mode, yaitu P dan I.

Bentuk transfer function pengatur PI:

$$E_o = K_C (e + 1/T_R \int e.dt) \quad (2-5)$$

#### 5. Pengatur Derivatif

Telah disinggung sebelumnya bahwa response pengatur P, I, dan PI di dalam sistem pengaturan terhadap suatu perubahan load pengatur P memiliki response paling cepat, perioda response-nya hampir mendekati perioda natural frequency elemen proses ( $\tau_n$ ). Sayangnya, ia selalu meninggalkan offset. Pengatur I mampu menghilangkan offset, tetapi response-nya lambat sekali. Perioda response-nya jauh lebih besar dari pada perioda natural frequency,  $\tau_0 \gg \tau_n$ . Terakhir pengatur PI mampu memperbaiki semua kekurangan yang ada pada pengatur P dan I, tetapi perioda response tetap saja masih lebih lambat dari perioda natural frequency -nya,  $\tau_0 > 1,5 \tau_n$ .

Cara paling efektif mempercepat response yang demikian adalah dengan memperbesar output di saat-saat awal kemudian menguranginya sedikit demi sedikit. Ternyata pengatur yang memenuhi kebutuhan unik ini hanyalah pengatur differensial (differential controller). Pengatur jenis ini bersifat demikian karena ia

mengandung unsur derivatif pada transfer function-nya. Itulah sebabnya pengatur diferensial juga disebut pengatur derivatif (derivative controller).

Transfer function lengkap dari pengatur differensial adalah seperti pada persamaan 2-6 di bawah.

$$E_o = K_C \times T_D \times d_e/d_t + B \quad (2-6)$$

## 6. Pengatur Proportional Plus Derivatif

Karena sifatnya yang hanya menghasilkan output bila ada perubahan input, pengatur differensial tidak pernah dipakai sendirian. Di sini, pengatur differensial dipasang paralel dengan pengatur proporsional, dan kemudian disebut pengatur PD

Karena pengatur PD adalah gabungan pengatur proporsional dan pengatur differensial, ia memiliki sifat yang ada pada pengatur P dan pengatur D.

Transfer function pengatur PD adalah transfer function pengatur P ditambah dengan transfer function pengatur D

$$E_o = K_C (e + T_D \times d_e/d_t) + B \quad (2-7)$$

## 7. Pengatur Proportional Integral Derivatif

Untuk menutupi semua kekurangan pada pengatur PI dan pengatur PD, ketiga mode yang ada digabung menjadi pengatur PID. Unsur P, I, dan D masing-masing berguna untuk mempercepat reaksi sistem, menghilangkan offset, dan mendapatkan energi ekstra di saat-saat awal perubahan load. Sayangnya, semua kelebihan pada pengatur PID tidak dapat dipakai untuk mengendalikan semua process variable. Hanya process variable yang tidak mengandung riak (noise) yang boleh dikendalikan dengan unsur D. Oleh karena itu, pengatur PID biasanya hanya dipakai untuk pengaturan temperatur.

Tentu saja, pengatur PID memiliki ketiga sifat yang ada pada unsur P, I, dan D. Kemudian, dengan menyetel PB, TR dan TD, satu atau dua dari ketiga unsur tadi dapat dibuat lebih menonjol dari yang lain, misalnya, unsur P bisa dibuat lebih menonjol dari unsur I dan D, atau unsur I bisa dibuat lebih menonjol dari unsur P dan D, dan sebagainya. Unsur yang menonjol itulah yang kemudian akan membawa pengaruh pada response sistem secara keseluruhan.

Transfer function pengatur ini adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} E_o &= K_C (e + T_R \int e \cdot dt + T_D \cdot d e / dt) + B \\ &= 100\% / PB (e + T_R \int e \cdot dt + T_D \cdot d e / dt) + B \end{aligned} \quad (2-8)$$

### 2.1.10 Dasar-dasar LAN (*Local Area Network*)

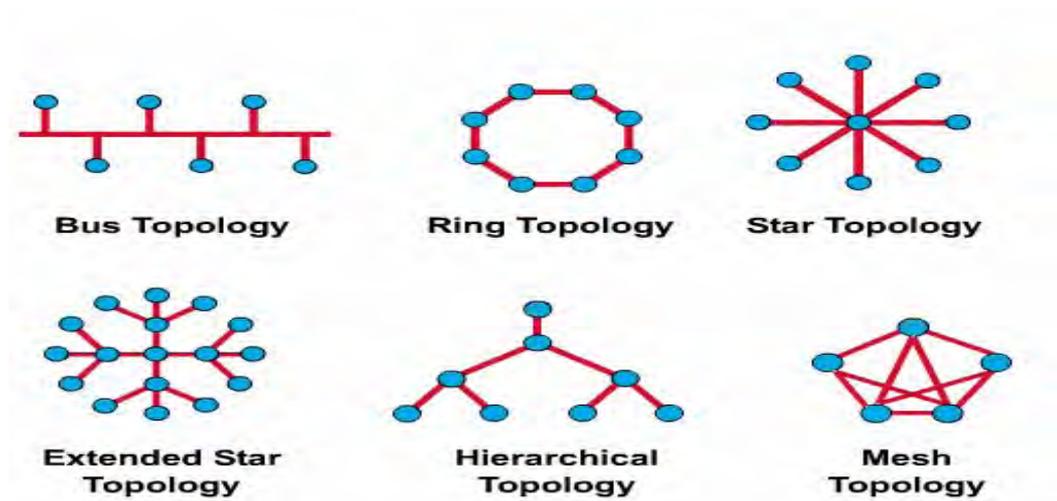
#### 1. Topologi jaringan

Topologi mendefinisikan struktur dari sebuah jaringan. Ada dua bagian penting dari definisi topologi, topologi fisik yang menggambarkan bentuk sesungguhnya (bentuk fisik, kabel-kabel) dan topologi logik, yaitu mendefinisikan bagaimana host komputer saling berkomunikasi.

Topologi fisik yang biasanya sering dipakai adalah Bus, Ring, Star, Hirarkikal dan mata jala (mesh), seperti ditunjukkan dalam gambar.

- Topologi bus menggunakan backbone tunggal dimana host-host saling terkoneksi secara langsung
- Topologi ring (cincin) terkoneksi pada satu host dan sebelah menyebelah sehingga menciptakan bentuk fisik seperti cincin.
- Topologi star (bintang) menghubungkan semua kabel dalam satu titik konsentrasi. Titik konsentrasi ini biasanya adalah hub atau swtch.

- Topologi star extended, menggunakan bentuk topologi star. Topologi ini menghubungkan star-star yang lain dengan hub/switch. Topologi ini dibuat untuk mengembangkan jaringan dari sisi ukuran.
- Topologi hirarkikal ini juga dibuat untuk memperbesar ukuran jaringan tapi tidak menyambungkan alat-alat seperti switch atau hub, tapi menyambungkan dengan sebuah komputer yang akan mengatur lalulintas topologi.
- Topologi mata jala digunakan agar tidak ada sama sekali jalur komunikasi antar host yang putus.



## 2. Alat-alat Jaringan

### *Kabel :*

Kabel merupakan media yang paling sering dan paling biasa digunakan untuk membuat jaringan. Contoh : UTP (Unshielded Twisted Pair), Coaxial, Thick Ethernet, Fiber Optik, dll

*Network Interface Card :*

Suatu kartu (sama halnya seperti VGA Card) yang memungkinkan computer untuk berkomunikasi dengan computer lain dengan mengubah informasi digital yang diolah oleh computer menjadi pulsa-pulsa listrik melalui jaringan (kabel).

*Hub :*

Suatu alat yang mengkonsentrasikan aliran data pada satu titik. Mempunyai sejumlah port dan bekerja dengan cara menguatkan sinyal listrik yang ditujukan kepadanya.

*Bridge :*

Suatu alat yang digunakan untuk mengkonsentrasikan aliran data, tetapi sedikit lebih pintar daripada hub. Bridge tersebut bisa mengetahui *source* (pengirim) dan *destination* (tujuan), tetapi berdasarkan MAC address/adapter address.

*Switch :*

Mempunyai fungsi yang hampir sama dengan bridge. Switch bisa membuat hubungan yang seolah-olah maya (*virtual*) antara satu komputer dengan komputer yang lain.

*Router :*

Suatu alat yang lebih pintar daripada hub, bridge, dan switch. Bekerja berdasarkan IP address dan juga MAC address, dan dapat merutekan atau mencarikan jalur didalam jaringan Internet.

## 2.2 DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM ( DCS )

Pengertian DCS adalah pengendalian plant dengan metode pendistribusian pada unit-unit control, dan setiap unit control di beri tugas untuk mengendalikan beberapa loop. Keuntungan dari system ini adalah adanya *back-up* dengan system *redundancy*-nya. Pada system ini jika salah satu *controller* macet maka hanya loop tersebut yang terganggu , tidak sampai mengganggu proses secara keseluruhan. Inti dari DCS adalah gabungan antara system control dan komunikasi. DCS dapat berkomunikasi dengan alat lain seperti PLC.

Pada tugas akhir ini DCS yang di bahas adalah CS3000 keluaran pabrikan YOKOGAWA Electric Company buatan Jepang.

Secara garis besar DCS CS3000 terdiri dari 3 bagian yaitu

1. *HIS/EWS ( Human Interface Unit / Engineering Work Station )*
2. *FCS ( Field Control Station )*
3. Jaringan Komunikasi ( *V-net, Ethernet, ESB Bus* )

Selain ketiga bagian utama, CS3000 juga memiliki komponen pendukung antara lain

- *Printer ( Serial dan Hard Copy )*
- *Bus Converter*
- *Engineering Keyboard*

### 2.2.1 HIS/EWS ( Human Interface Station / Engineering Work Station )

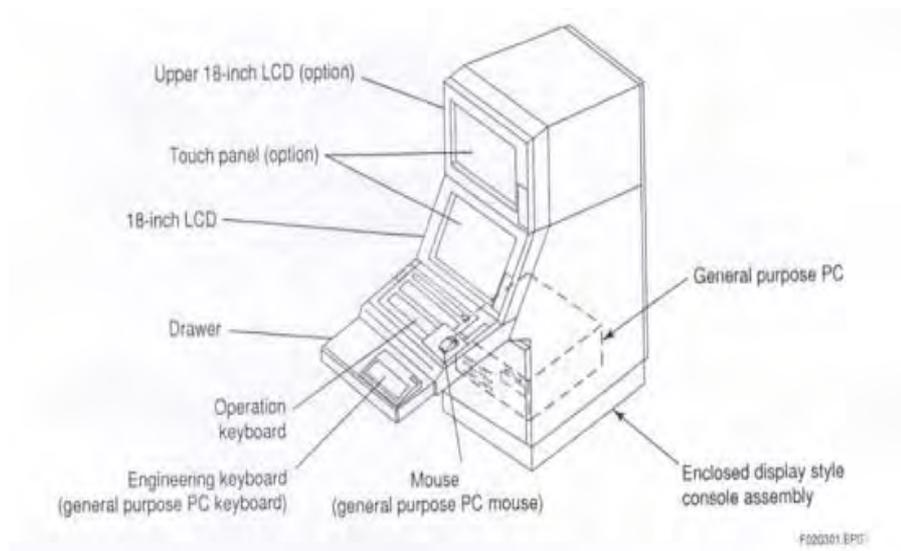
HIS adalah unit antar muka hubungan manusia dengan mesin. Ini di gunakan oleh operator untuk memonitor dan mengontrol sebuah plant . HIS dapat berkomunikasi dengan FCS, EWS dan HIS lain.

EWS adalah unit yang di gunakan untuk melakukan kegiatan *engineering* yaitu *design* dan modifikasi proses control. EWS dapat juga berfungsi sebagai HIS.

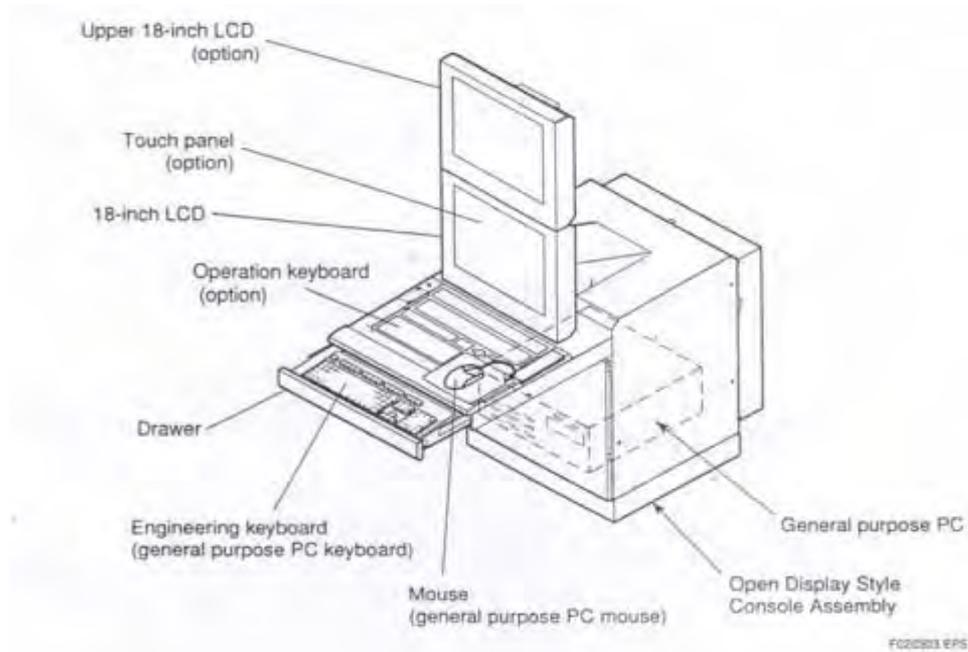
Ada 2 macam tipe HIS yaitu

1. *Tipe Console*
2. *Tipe Dekstop*

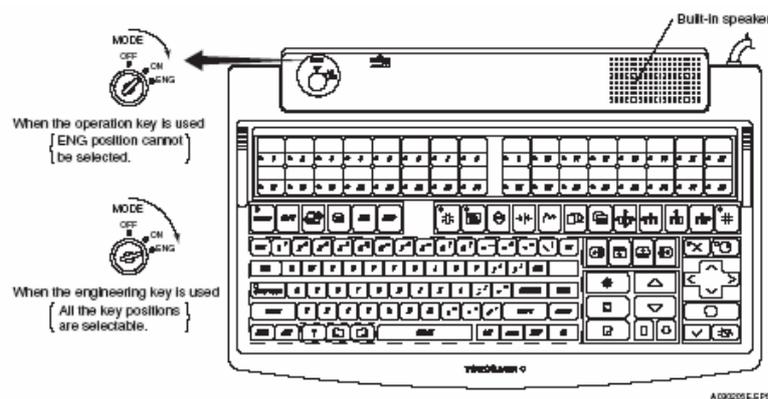
Keperluan Hardware untuk HIS/EWS adalah personal komputer, dengan kapasitas memory 128 MB dan kapasitas HDD 2 GB. Operating sistem Windows 2000 atau Windows XP.



**Gambar 2.13 HIS Tipe Console**



**Gambar 2.14 HIS Tipe Dekstop**



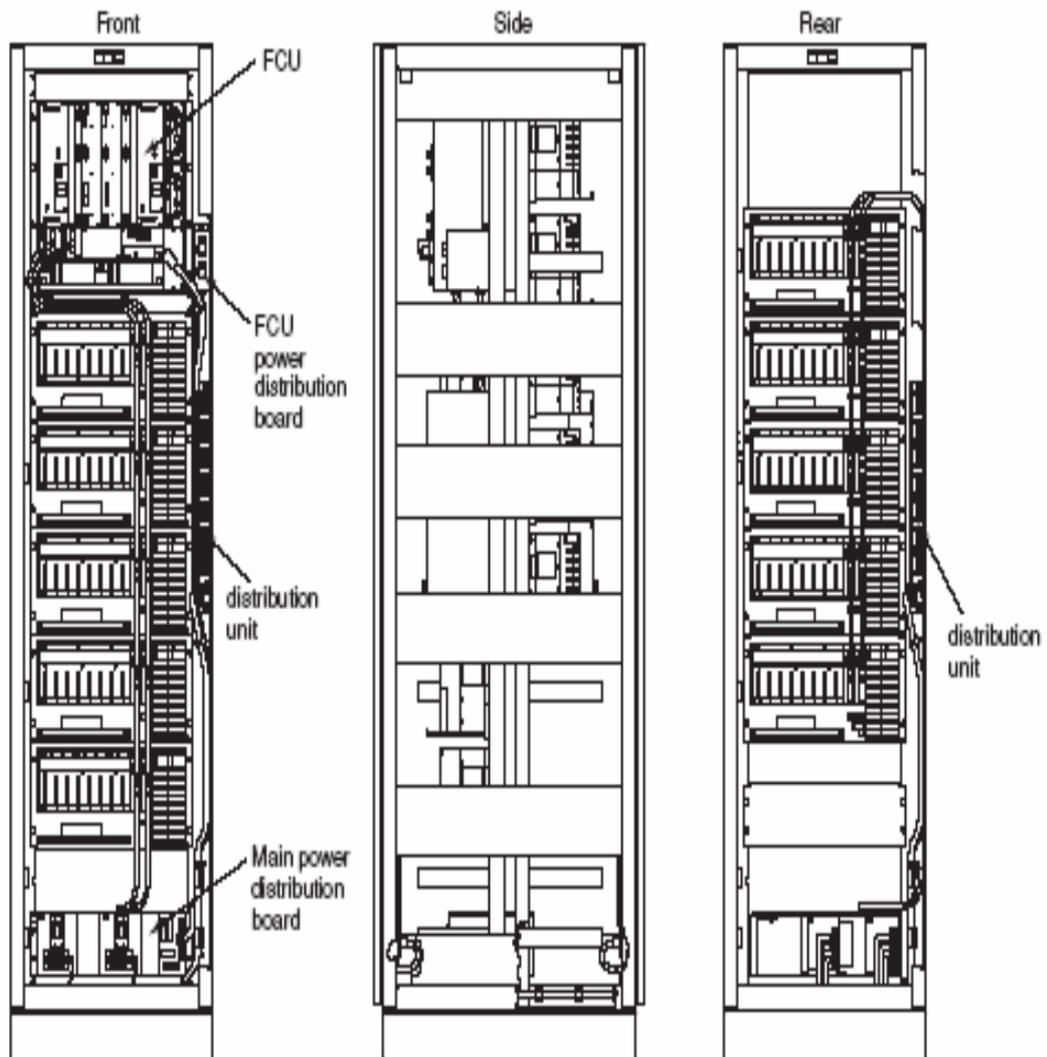
**Gambar 2.15 Operation Keyboard**

Operation keyboard di gunakan sebagai keyboard dan dapat juga di gunakan sebagai alat Bantu fungsi control yang di hubungkan ke HIS

### 2.2.2 FCS ( Field Control Station )

Fungsi utama FCS seperti yang telah di uraikan di atas untuk melakukan proses pengontrolan. Fungsi control pada FCS di kategorikan dalam kelompok yang di sebut *function block* ( blok fungsi ). Blok fungsi dasarnya menerima

sinyal input melalui terminal input, memrosesnya, dan menghasilkan sinyal keluaan melalui terminal output. Blok fungsi yang lain hanya menampilkan hasil pengolahan sinyal ke layer HIS.

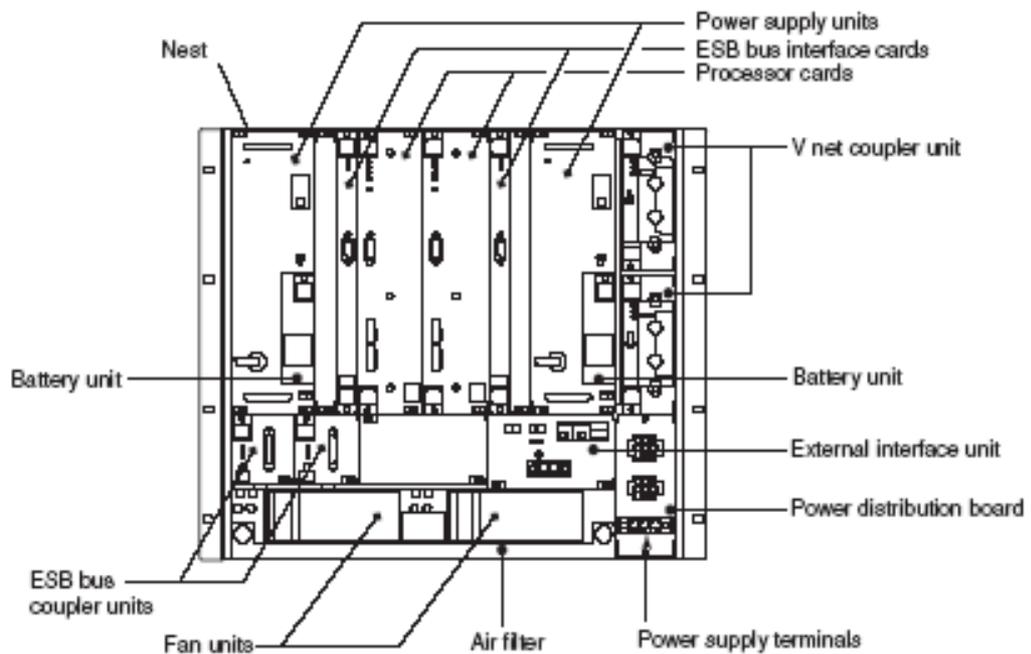


**Gambar 2.16 Field Control Station**

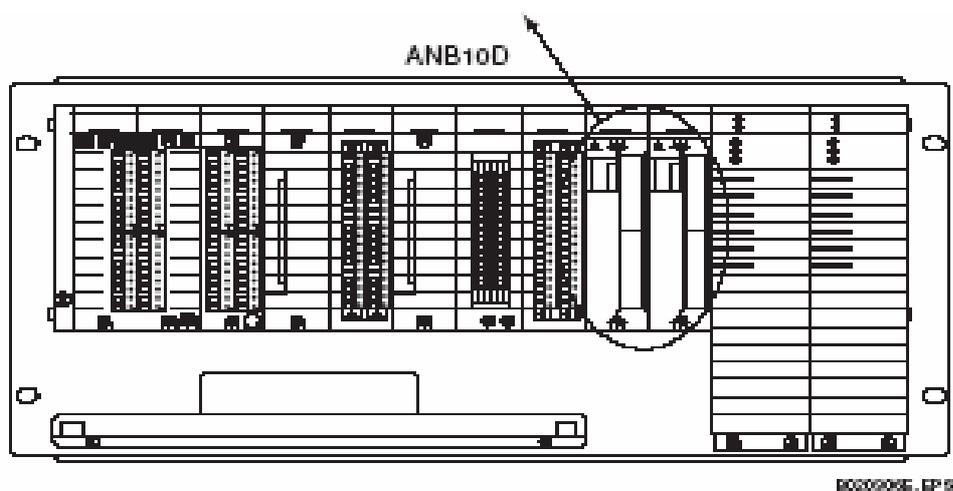
Dalam satu Cabinet FCS terdapat

- *FCU ( Field Control Unit )*
- *Node*
- *Input/Output Unit ( I/O Unit)*

Setiap *I/O Unit* di lengkapi dengan modul yang dapat mengolah sinyal analog dan sinyal digital. Sinyal input yang masuk akan diproses di dalam FCS, adapun pemrosesan yang di lakukan oleh FCS adalah *Input prosesing, Control Calculation* dan *Logic Operation*



Gambar 2.17 Field Control Unit



Gambar 2.18 Node Unit

Table I/O Modules (3)

Models	Name
—	Analog I/O Modules
AAI141	Analog Input Module (4 to 20 mA, 16-Channel, Non-Isolated)
AAV141	Analog Input Module (1 to 5 V, 16-Channel, Non-Isolated)
AAV142	Analog Input Module (-10 V to +10 V, 16-Channel, Non-Isolated)
AAI841	Analog I/O Module (4 to 20 mA Input, 4 to 20 mA Output, 8-Channel Input/8-Channel Output, Non-Isolated)
AAI841	Analog I/O Module (1 to 5 V Input, 4 to 20 mA Output, 8-Channel Input/8-Channel Output, Non-Isolated)
AAV542	Analog Output Module (-10 V to +10 V, 16-Channel, Non-Isolated)
AAI143	Analog Input Module (4 to 20 mA, 16-Channel, Isolated)
AAV144	Analog Input Module (-10 V to +10 V, 16-Channel, Isolated)
AAV544	Analog Output Module (-10 V to +10 V, 16-Channel, Isolated)
AAI543	Analog Output Module (4 to 20 mA, 16-Channel, Isolated)
AAI141	TC/mV Input Module (TC: JIS R, J, K, E, T, B, S, Ni/mV: -100 to 150 mV, 16-Channel, Isolated)
AAI181	RTD Input Module (RTD: JIS Pt100 ohm, 12-Channel, Isolated)
AAI135	Analog Input Module (4 to 20 mA, 8-Channel, Isolated Channels)
AAI835	Analog I/O Module (4 to 20 mA, 4-Channel Input/4-Channel Output, Isolated Channels)
AAI145	TC/mV Input Module (TC: JIS R, J, K, E, T, B, S, Ni/mV: -100 to 150 mV, 16-Channel, Isolated Channels)
AAI145	RTD/POT Input Module (RTD: JIS Pt100 ohm/POT: 0 to 10 kV, 16-Channel, Isolated Channels)
AAI135	Pulse Input Module (8-Channel, Pulse Count, 0 to 10 kHz, Isolated Channels)
AAI149	Pulse Input Module for Compatible PM1 (16-Channel, Pulse Count, 0 to 8 kHz, Non-Isolated)
AAI849	Pulse Input Module/Analog Output Module (8-Channel Input/8-Channel Output, Non-Isolated)
—	Analog I/O Modules with HART Communication Function
AAI141-H	Analog Input Module (4 to 20 mA, 16-Channel, Non-Isolated)
AAI841-H	Analog I/O Module (4 to 20 mA Input, 4 to 20 mA Output, 8-Channel Input/8-Channel Output, Non-Isolated)
AAI143-H	Analog Input Module (4 to 20 mA, 16-Channel, Isolated)
AAI543-H	Analog Output Module (4 to 20 mA, 16-Channel, Isolated)
AAI135-H	Analog Input Module (4 to 20 mA, 8-Channel, Isolated Channels)
AAI835-H	Analog I/O Module (4 to 20 mA, 4-Channel Input/4-Channel Output, Isolated Channels)

8000018-009

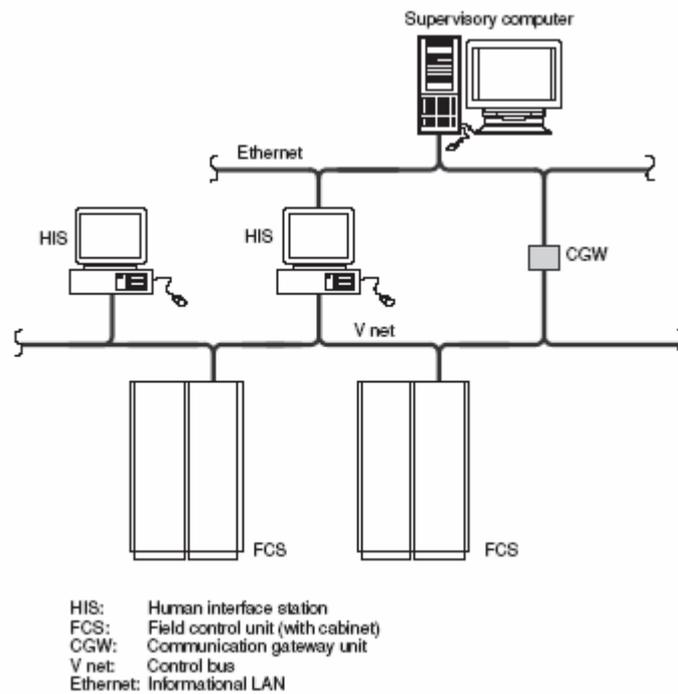
Table I/O Modules (3)

Models	Name
—	Digital I/O Modules
ADV151	Digital Input Module (32-Channel, 24 V DC, 4.1 mA)
ADV141	Digital Input Module (16-Channel, 100 V AC, 4.7 mA/ch)
ADV142	Digital Input Module (16-Channel, 220 V AC, 6.2 mA/ch)
ADV551	Digital Output Module (32-Channel, 24 V DC, 100 mA)
ADV157	Digital Input Module (32-Channel, 24 V DC, 4.1 mA, Pressure Clamp Terminal Support Only)
ADV161	Digital Input Module (64-Channel, 24 V DC, 2.5 mA)
ADV557	Digital Output Module (32-Channel, 24 V DC, 100 mA, Pressure Clamp Terminal Support Only)
ADV561	Digital Output Module (64-Channel, 24 V DC, 100 mA)
ADR541	Relay Output Module (16-Channel, 24 to 110 V DC/100 to 240 V AC)
ADV859	Digital I/O Module for Compatible ST2 (16-Channel Input/16-Channel Output, Isolated Channels)
ADV159	Digital Input Module for Compatible ST3 (32-Channel Input, Isolated Channels)
ADV559	Digital Output Module for Compatible ST4 (32-Channel Output, Isolated Channels)
ADV889	Digital I/O Module for Compatible ST5 (32-Channel Input/32-Channel Output, Common Minus Side Every 16-Channel)
ADV169	Digital Input Module for Compatible ST6 (64-Channel Input, Common Minus Side Every 16-Channel)
ADV569	Digital Output Module for Compatible ST7 (64-Channel Output, Common Minus Side Every 16-Channel)
ADV851	Digital I/O Module (16-Channel Input, 16-Channel output, 24 V DC)
—	Communication Modules
ALR111	RS-232C Communication Module (2-Port)
ALR121	RS-422/RS-485 Communication Module (2-Port)
ALE111	Ethernet Communication Module
ALF111	FOUNDATION fieldbus (FF-H1) Communication Module (4-Port)
ALP111	PROFIBUS-DPV1 Communication Module

8000018-009

Gambar 2.19 Input Output Module

### 2.2.3 Sistem Komunikasi ( Networking )



**Gambar 2.20 Sistem Komunikasi Pada CS3000**

#### V-Net

V-net adalah Jaringan kendali real time untuk menghubungkan FCS dengan station lain EWS, HIS atau FCS lain. V-net dapat berkomunikasi dual redundant dengan kecepatan 10Mbps.

#### Spesifikasi V-net

- Jalur Transmisi : Coaxial atau Fiber Optic
- Tipe : Tipe Bus – Multi Drop Connection
- Redundancy : Dual Redundant
- Jarak Transmisi : 185m maksimum
- Laju Komunikasi : 10 Mbps

## Ethernet-Net

Ethernet-net adalah Jaringan komunikasi yang di gunakan untuk menghubungkan antara EWS dengan HIS atau Supervisory computer. Ethernet ini di gunakan EWS untuk me-loading data engineering seperti system konfigurasi,trend graphic, control graphic, trend group,alarm over view, logging report dll ke HIS .

### Spesifikasi E-net

- Jalur Transmisi : UTP Cable
- Tipe : Tipe Bus
- Redundancy : No Redundant
- Jarak Transmisi : 500m maksimum
- Laju Komunikasi : 100 Mbps

## ESB Bus ( Extended Serial Backboard Bus )

ESB Bus di gunakan untuk komunikasi antar node dalam satu FCS cabinet

### Spesifikasi ESB Bus

- Jalur Transmisi : ESB Cable
- Tipe : Pair to Pair
- Redundancy : Dual Redundant
- Jarak Transmisi : 10m maksimum
- Laju Komunikasi : 10 Mbps

## 2.2.4 Fungsi Operasi dan Monitoring DCS CS3000

### 2.2.4.1 System Message Window

Adalah *system message* yang berisi alarm-alarm proses yang terjadi di plant secara update, dan status alarm yang terbaru selalu terlihat di bagian paling atas dari *system message windows* ini.



Figure System Message Window

Gambar 2.21 System Message Window

### 2.2.4.2 Navigator Window

Adalah menu yang mana tampilannya seperti *window explorer* yang menampilkan tampilan graphic, control grup dan trend grup secara hirarki

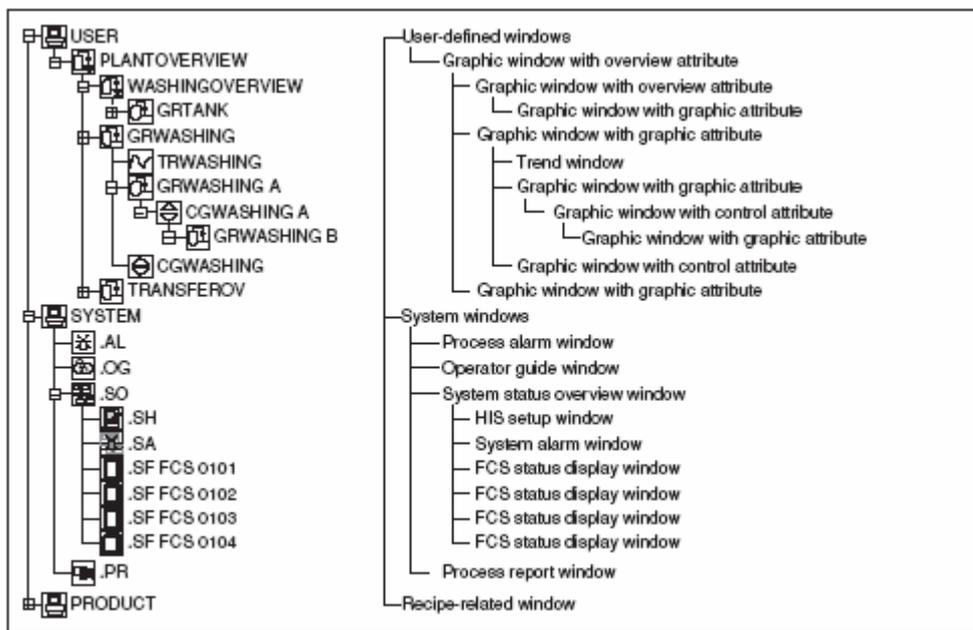


Figure Concept of Window Hierarchy

Gambar 2.22 Navigator Window

### 2.2.5 Alarm Processing Window

Alarm Processing Window menampilkan tampilan alarm dan annunciator message di display, alarm ini menggambarkan keadaan proses di Plant.

ID	Date	Time	Source	Parameter	Unit	Value	Limit	Limit
1	10/28	10:18:15	RC005	Flowrate 5	NR	33.0M3H	NR	
2	10/28	10:18:15	RC005	Flowrate 5	LO	33.0M3H	NR	
3	10/28	10:18:05	Tank level error NR					
4	10/28	10:17:45	RC005	Flowrate 5	LO			
5	10/28	10:17:45	Tank level error ALM					
6	10/28	10:17:45	Tank sump error ALM					
7	10/28	10:17:15	Pump fail NR					
8	10/28	10:17:15	Pump fail ALM					
9	10/28	10:17:05	RC004	Flowrate 4	DV+	50.0M3H	DV+	
10	10/28	10:16:45	RC003	Flowrate 3	HH	12.0M3H	HH	

Ready      Range: All      Type: All      10/10

Copyright © SPS

Figure Process Alarm Window

Gambar 2.23 Alarm Processing Window

### 2.2.6 Graphic Window

Adalah representasi keadaan status di lapangan, dari graphic inilah keadaan plant dapat di monitoring. Graphic window ini juga berfungsi sebagai MMI (*Man Machine Interface*) antara operator di control room dengan keadaan di plant.

The figure below shows an example of a Graphic window.

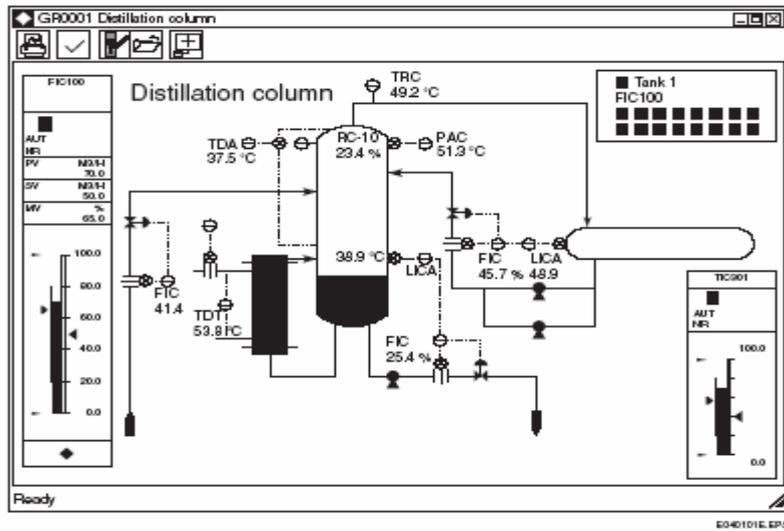


Figure Graphic Window

Gambar 2.24 Graphic Window

### 2.2.7 Instrument Faceplate

Adalah display berbentuk grafik yang menggambarkan nilai-nilai proses di plant, mode function block, status kontak input output dll.

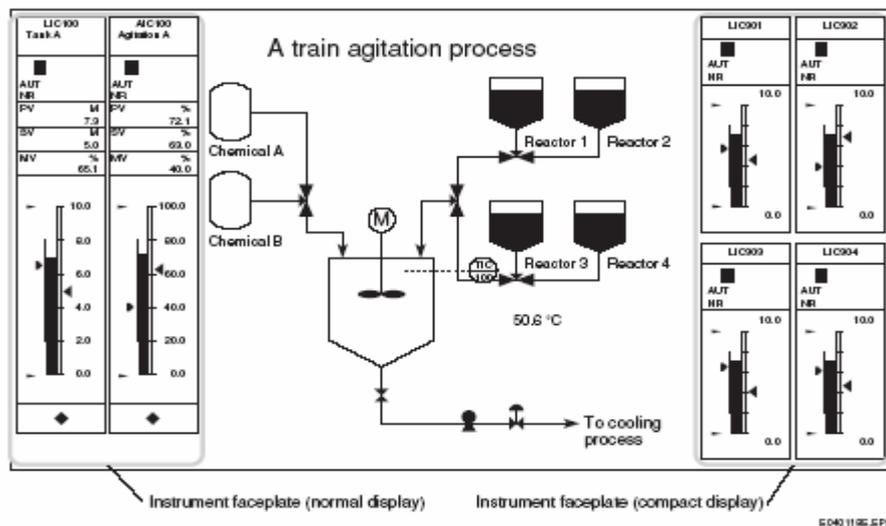


Figure Instrument Faceplate

Gambar 2.25 Instrument Faceplate

### 2.2.8 Tuning Window

Adalah display yang menggambarkan semua tuning parameter (nilai *PV,SV, MV* dll) untuk satu buah instrument termasuk trend displaynya.

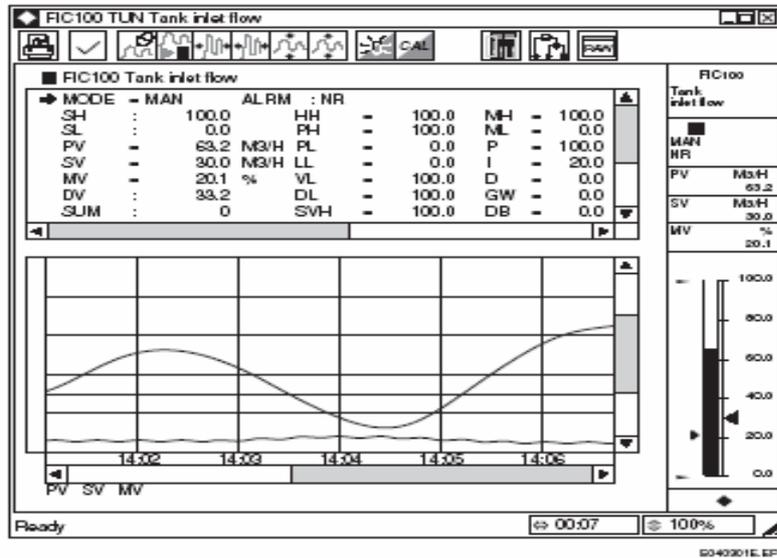


Figure Tuning Window

Gambar 2.26 Tuning Window

### 2.2.9 Trend Window

Berfungsi untuk menampilkan beberapa data trend graph yang telah di record dari data sehingga panel operator dapat memonitor jalannya suatu proses yang sedang berlangsung dari waktu ke waktu. Trend Window dapat menampilkan maksimal 8 data ( tag no ) dalam satu window akan tetapi kita dapat memilih satu tampilan untuk satu data yaitu tampilan trend point window.

The figure below shows an example of the Trend window.

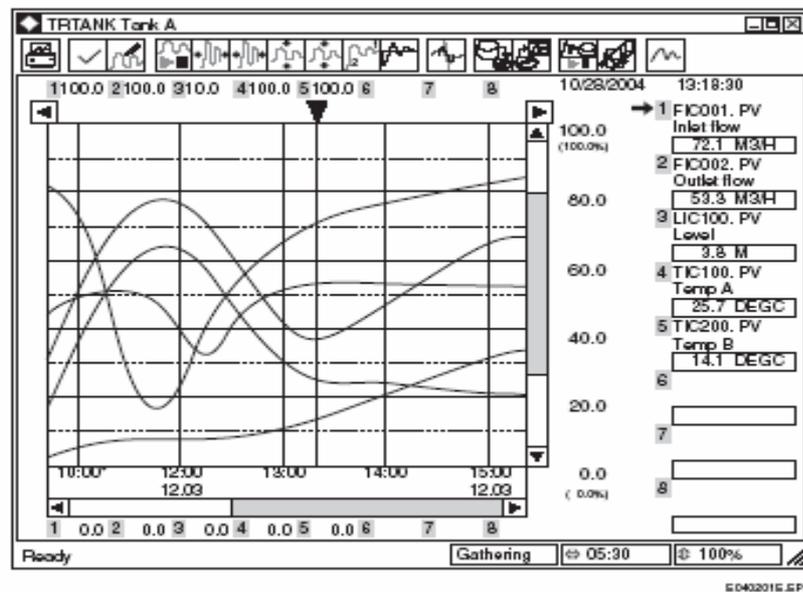


Figure Trend Window

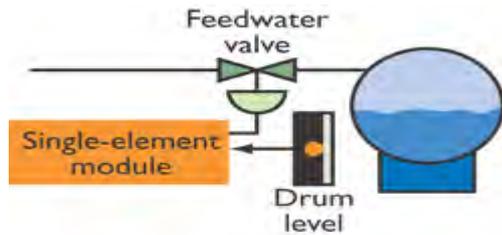
Gambar 2.27 Trend Window

## 2.3 LEVEL DRUM PADA BOILER

Terdapat tiga strategi untuk mengatur level drum pada proses boiler. Satu kontrol element (*single-element control*), dua kontrol element (*two-element control*), dan tiga kontrol element (*three-element control*)

### 2.3.1 Satu element kontrol (*Single Element Control*).

Satu element kontrol (*single element control*) adalah tipe kontrol yang simple dan dipergunakan untuk mengontrol package boiler firetube dan watertube. Tipe kontrol ini didasarkan hanya pada pengukuran tinggi permukaan (*level*) dari drum, sehingga kurang dapat memenuhi kebutuhan akan kelebihan dan kekurangan permintaan steam. Jadi tipe kontrol ini cocok dipakai untuk permintaan steam yang konstan.

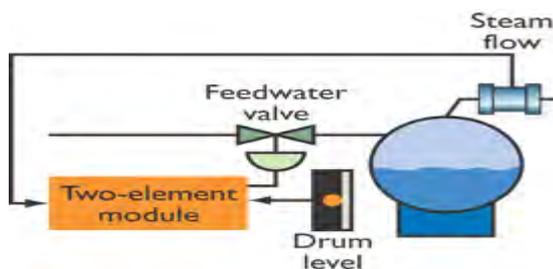


Gambar 2.28 Satu Elemen Kontrol Pada Level Drum

### 2.3.2 Dua element kontrol (*Two Element Control*).

Tipe kontrol ini dipergunakan untuk mengontrol tinggi permukaan (*level*) dari drum didasarkan pada ketinggian permukaan (*level*) drum dan besarnya permintaan steam, disebut juga feedforward kontrol.

Besarnya aliran air kedalam drum mengikuti aliran steam yang mana merespon pada perubahan kebutuhan steam yang secara tidak langsung mempengaruhi tinggi permukaan (*level*) drum. Algoritma untuk menyeimbangkan level drum menggunakan fungsi PID blok untuk mengatur aliran air ke drum untuk mempertahankan level drum pada nilai setpoint.

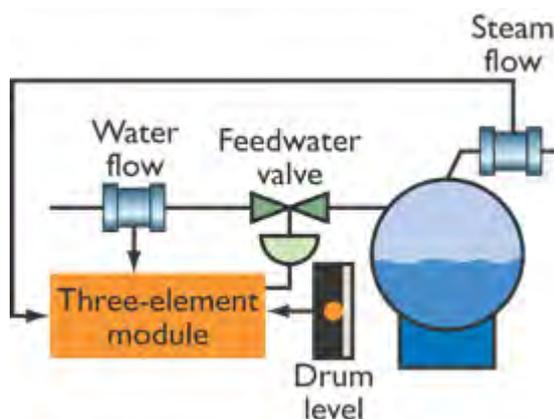


Gambar 2.29 Dua Elmen Kontrol Pada Level Drum

### 2.3.3 Tiga element kontrol (*Three Element Control*).

Tiga element kontrol (*three element control*) mengukur dan melakukan pengontrolan berdasarkan tinggi permukaan (*level*) drum, aliran steam dan aliran air umpan (*feedwater*). Pada dua element kontrol, anggapan bahwa bukaan valve dari air umpan (*feedwater*) dapat memberikan jumlah air umpan (*feedwater*) yang dapat menggantikan kehilangan steam. Perbedaan antara dua aliran, yaitu aliran

air umpan (*feedwater*) dan steam dapat di kompensasi dengan memberikan nilai reset pada PID blok level kontrol. Akan tetapi, kompensasi ini juga memerlukan penyetelan (*tuning*) parameter dari level kontrol drum. Tekanan (*pressure*) pada drum mempengaruhi jumlah aliran pada air umpan (*feedwater*) yang berakibat pada perubahan tinggi permukaan (*level*) drum. Tiga element kontrol (*three element control*) dapat mengatasi problem diatas dengan aliran air umpan (*feedwater*) kontrol loop. Tiga element kontrol (*Three element control*) memisahkan antara flow control dari air umpan (*feedwater*) dengan level kontrol pada drum dan dapat memberikan respon yang cepat pada flow control tanpa mempengaruhi level drum. Nilai setpoint dari flow control adalah penjumlahan antara kebutuhan steam dengan perubahan level drum.



**Gambar 2.30 Tiga Elmen Kontrol Pada Level Drum**

## BAB III

### PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan di bahas perancangan system pengendalian level drum pada proses boiler dengan menggunakan Distributed Control System (*DCS*) CS3000 yang di aplikasikan di PT. PERTAMINA UP V, Balikpapan – Kalimantan Timur. Sebelum perancangan system, beberapa hal yang harus diketahui yang mana berhubungan dengan system yang akan kita rancang, antara lain

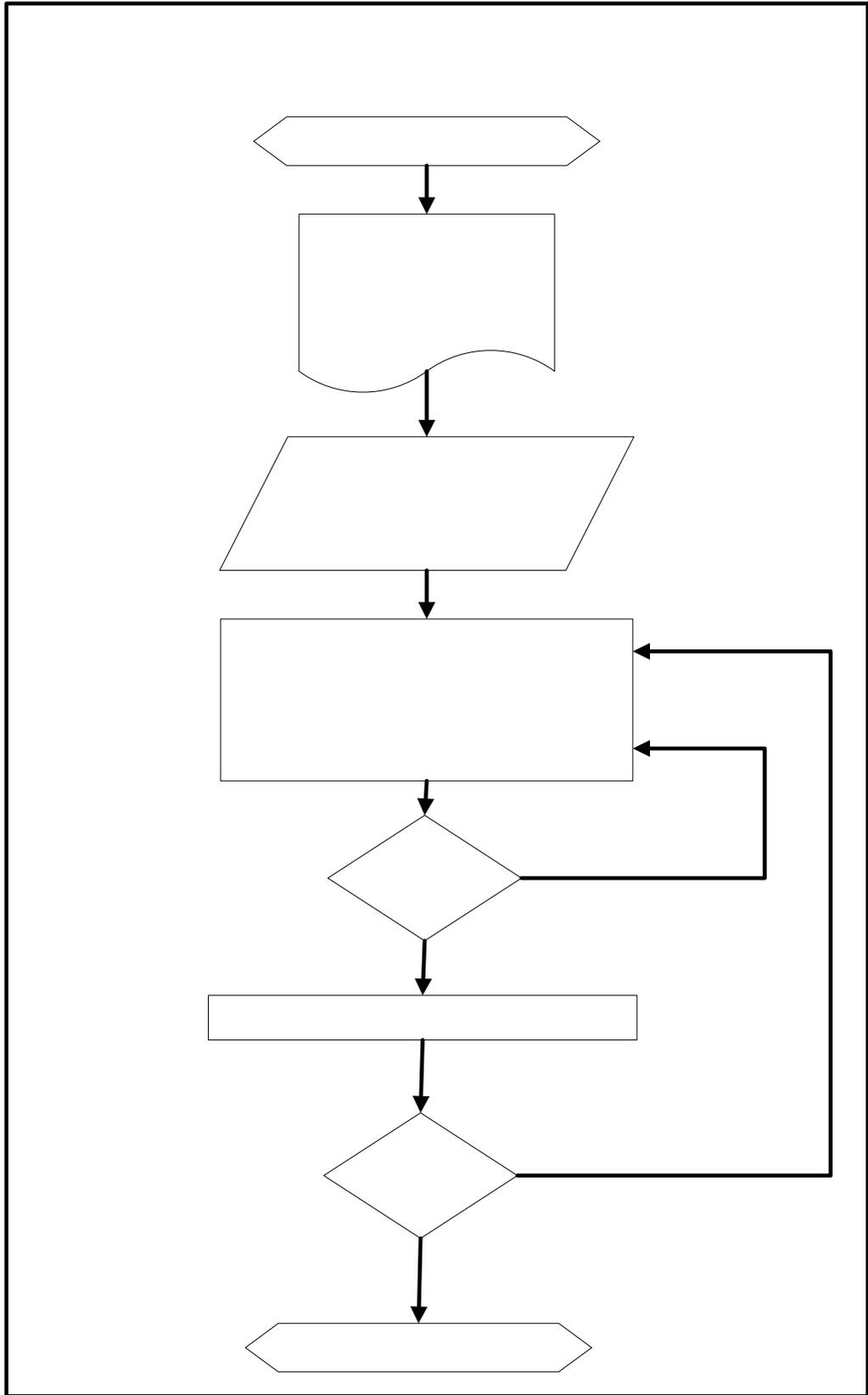
- Sistem Konfigurasi

Adalah konfigurasi *hardware* dan *software* yang akan di pasang di *plant*.

- *IO List* dan *IO Module*

*I/O List* adalah daftar dari *Input Output* yang menggambarkan parameter-parameter yang akan di ukur baik *pressure*, *level* atau *flow* dan data penunjangnya, sedangkan *IO Module* adalah tempat di mana *IO list* tersebut di pasang (*IO Assignment*).

Untuk lebih lengkap pada gambar 3.1 terlihat Flow chart dari perancangan system dengan menggunakan CS3000 system.



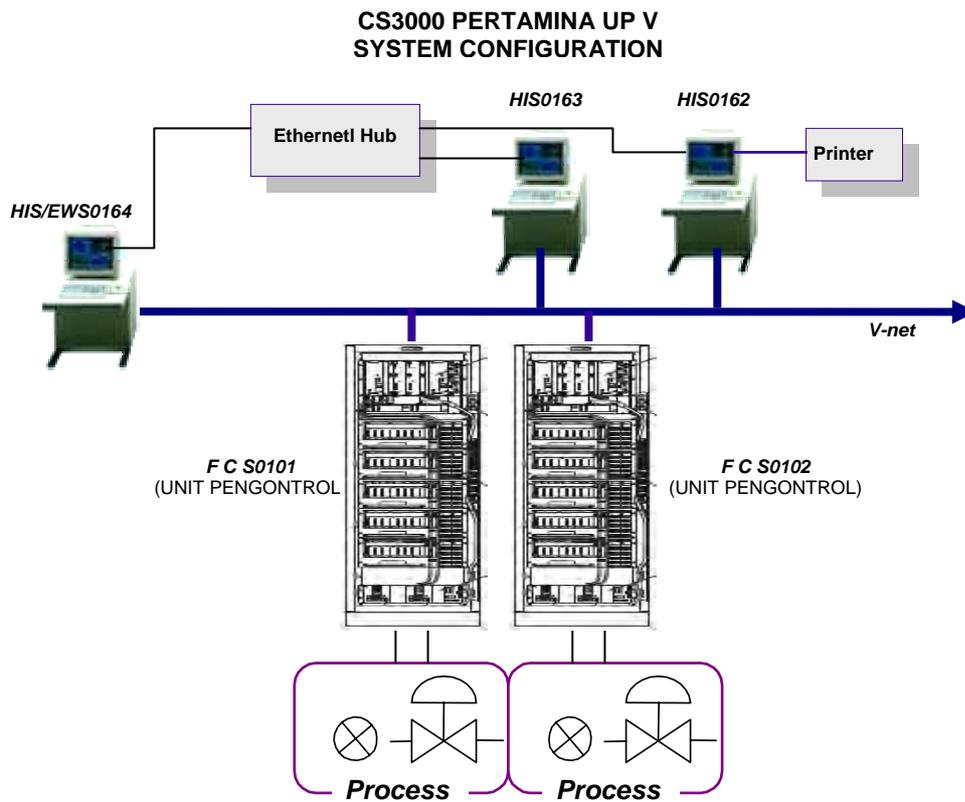
**Gambar 3.1 Flow Chart Perancangan System CS3000**

**FL**

### 3.1 SISTEM KONFIGURASI PADA PERTAMINA UP V PLANT

Konfigurasi yang terpasang di PERTAMINA UP V - Boiler plant terdiri dari :

- 2 Unit *Field Control Station* (FCS)
- 1 *Engineering Work Station* (HIS/EWS) yang dapat berfungsi juga sebagai *Human Interface Station*
- 2 *Human Interface Station* (HIS)
- 1 *Node Unit Compact Type* (Berisi IO Modul) untuk masing-masing FCS
- 1 *Printer*



Gambar 3.2 DCS Sistem Konfigurasi Pada Pertamina UPV.

## 3.2 PERANCANGAN SISTEM DENGAN CS3000

### 3.2.1 Install Program CS3000

Software CS3000 system terdiri dari :

- Software media CS3000 (fungsi engineering, fungsi operation dan monitor, fungsi test-simulasi dan fungsi tambahan yang lain yang mana pemakaiannya sesuai dengan kebutuhan)
- Software driver untuk Control Bus (Vnet Bus)
- Software media electronic document yang terdapat pada CD yang terpisah.

Urutan langkah-langkah dari instalasi software CS3000 sebagai berikut :

- Instalasi dari Operating Sistem, yaitu Windows 2000 Server / Workstation atau Windows Profesional.
- Instalasi dari Service Pack. Pemakaian service pack harus disesuaikan dengan operating sistem yang digunakan.
- Windows operating sistem setup. Setup ini ditujukan agar software CS3000 dapat bekerja pada windows operating sistem. Setup ini dilakukan pada : virtual memory, penambahan network adapter dan printer.
- Melakukan langkah ulang untuk instalasi service pack.
- Instalasi dari software CS3000 dan electronic manual.

Melakukan konfigurasi dari windows yang meliputi : network dan user name.

Sedang urutan langkah untuk instalasi software CS3000 sebagai berikut :

- Masukan CD *software media* CS3000 ke dalam CD room
- Klik Setup

- Masukan Disk *Keycode* yang berisi program *system builder (engineering), operation dan monitoring function serta function test* ke dalam *Floopy disk*
- Masukan *CD Instruction Manual*

Setelah langkah-langkah diatas dilakukan maka kita dapat membuat rancangan software untuk PERTAMINA UP V boiler plant yang sesuai dengan system konfigurasi sesuai dengan gambar 3.2. yang terdiri dari 2 FCS,1 EWS dan 2 HIS.

### **3.2.2 Membuat Project PERTAMINA UP V dalam Program CS3000**

- Klik Start dari *menu window*
- Klik *All Program*
- Klik *Yokogawa Centum*
- Klik *System View* (setelah menu system view terbuka)
- Klik kanan *Create New Project*
- Tulis Nama *Project* : UPV
- Tulis *Project Comment* : PERTAMINA UP-V
- Tulis Alias : UP-V

- Klik“OK”

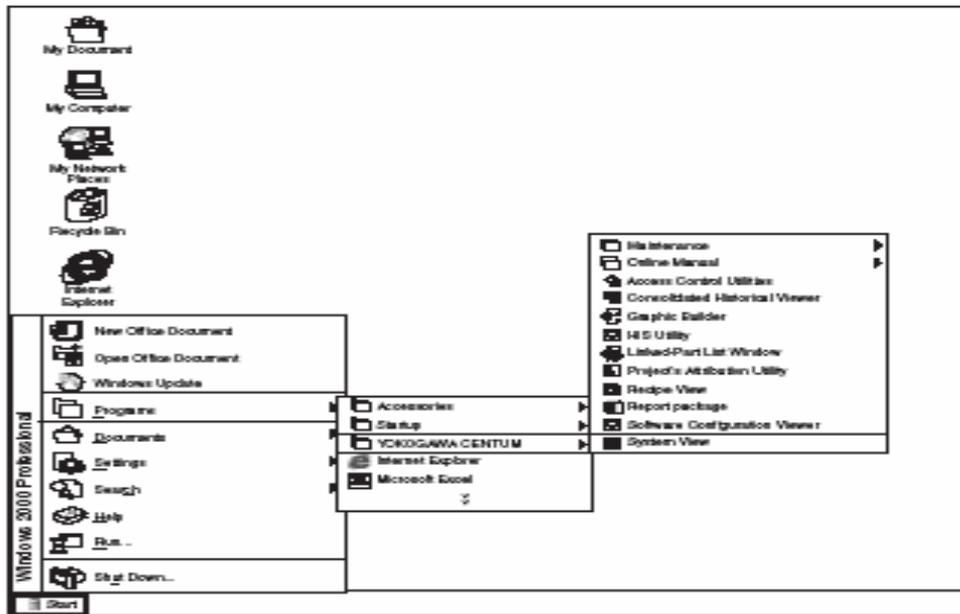
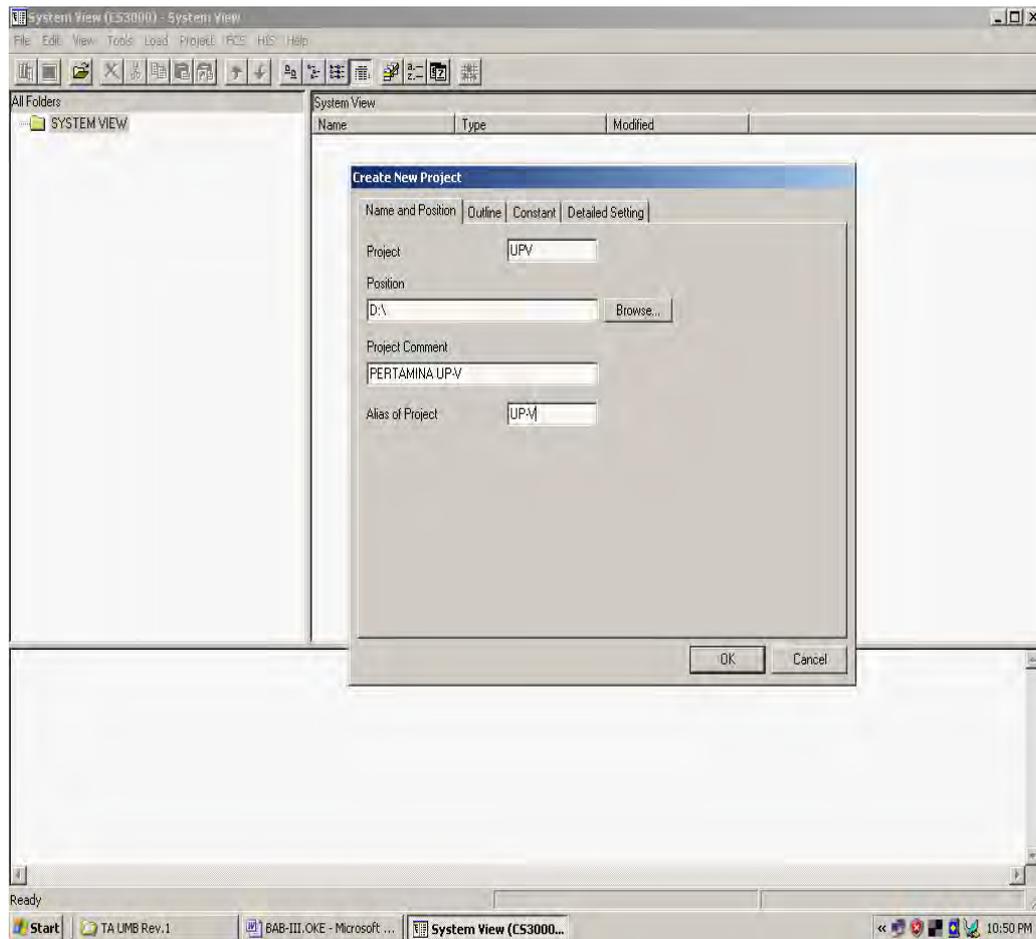


Figure Starting System View from the Start Menu

Gambar 3.3 Cara Membuka Program CS3000 Pada System View

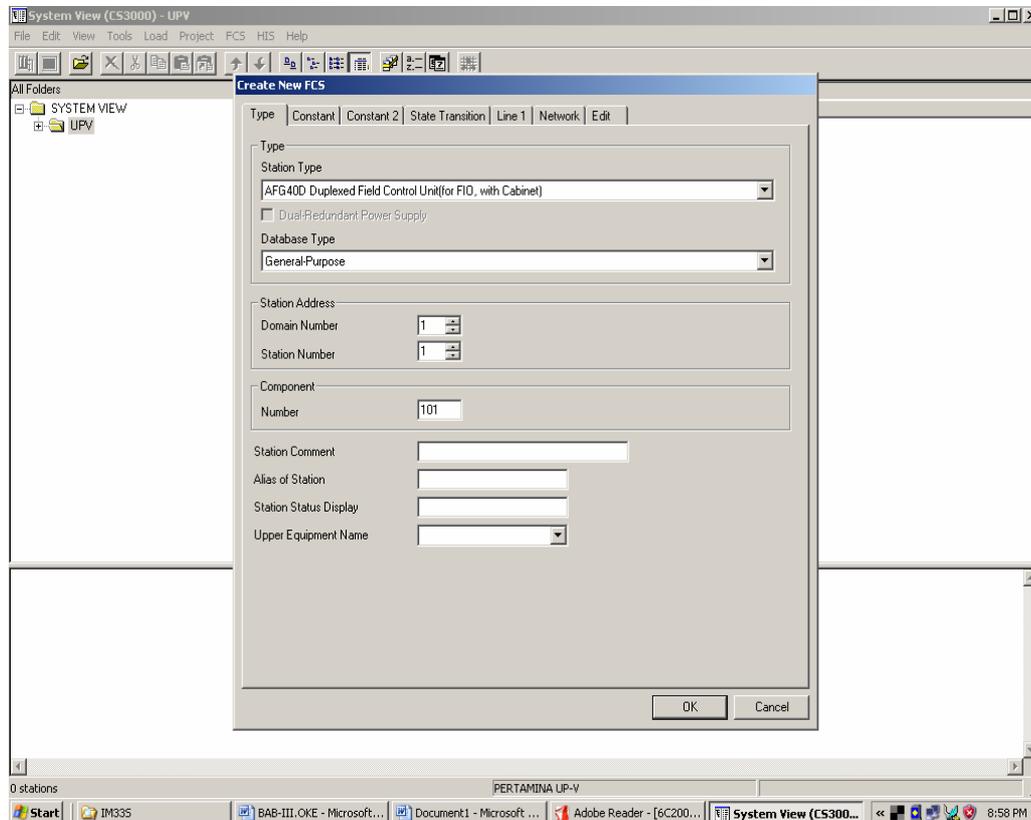


**Gambar 3.4 Tampilan Cara Membuat Project Baru PERTAMINA UPV**

### 3.2.3 Membuat Program FCS Baru Dalam CS3000

- Klik Start dari *menu window*
- Klik *All Program*
- Klik *Yokogawa Centum*
- Klik *System View* (setelah menu system view terbuka)
- Klik kanan *Create New FCS*
- Tulis *Station Type* : *AFG40D, Duplexed Field Control Unit for FIO with cabinet*
- Tulis *Data Base Type* : *General Purpose*
- Tulis *Domain* : *01*

- Tulis Station : 01
- Klik “OK”



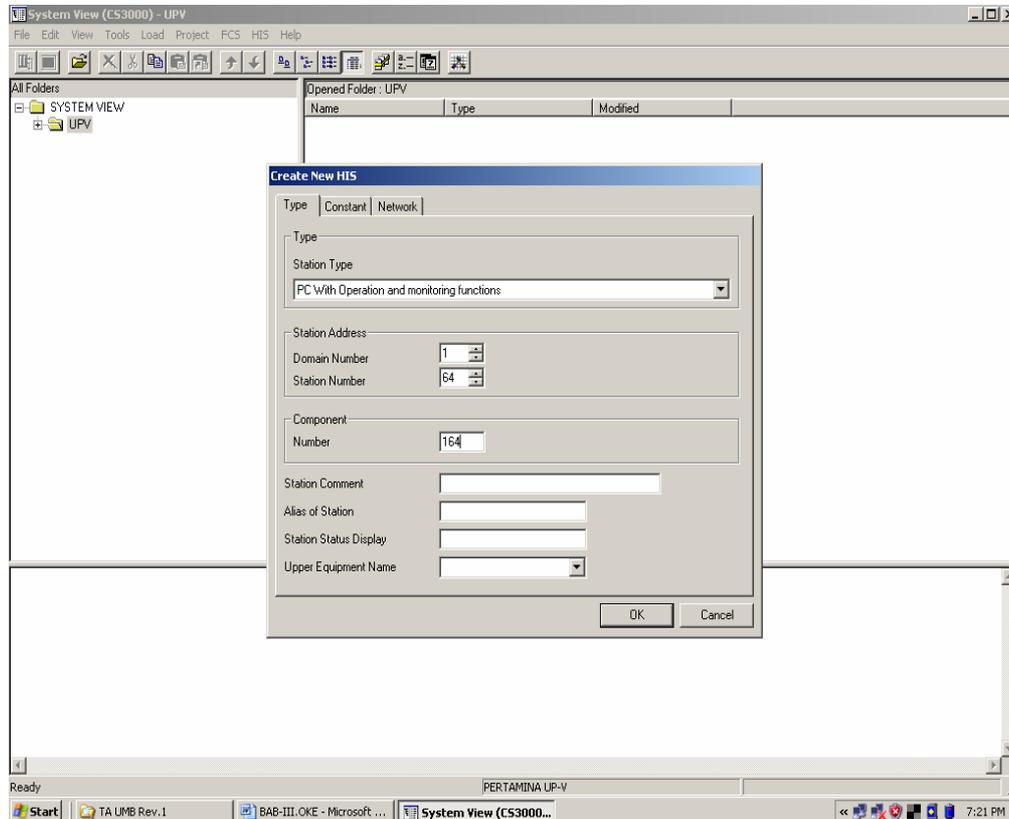
**Gambar 3.5 Tampilan Cara Membuat FCS Baru Pada PERTAMINA UPV**

Di PERTAMINA UP-V Boiler Plant Type FCS yang di pakai adalah type AFG10D yang semua sistemnya *redundant*.

### 3.2.4 Membuat Program HIS/ESW Baru Dalam CS3000

- Klik Start dari *menu window*
- Klik *All Program*
- Klik *Yokogawa Centum*
- Klik *System View* (setelah menu system view terbuka)
- Klik kanan *Create New HIS*
- Tulis *Station Type* : *PC with operation and monitoring function*
- Tulis *Domain* : 01

- Tulis Station : 64
- Tulis Componet No : 164
- Klik “OK”



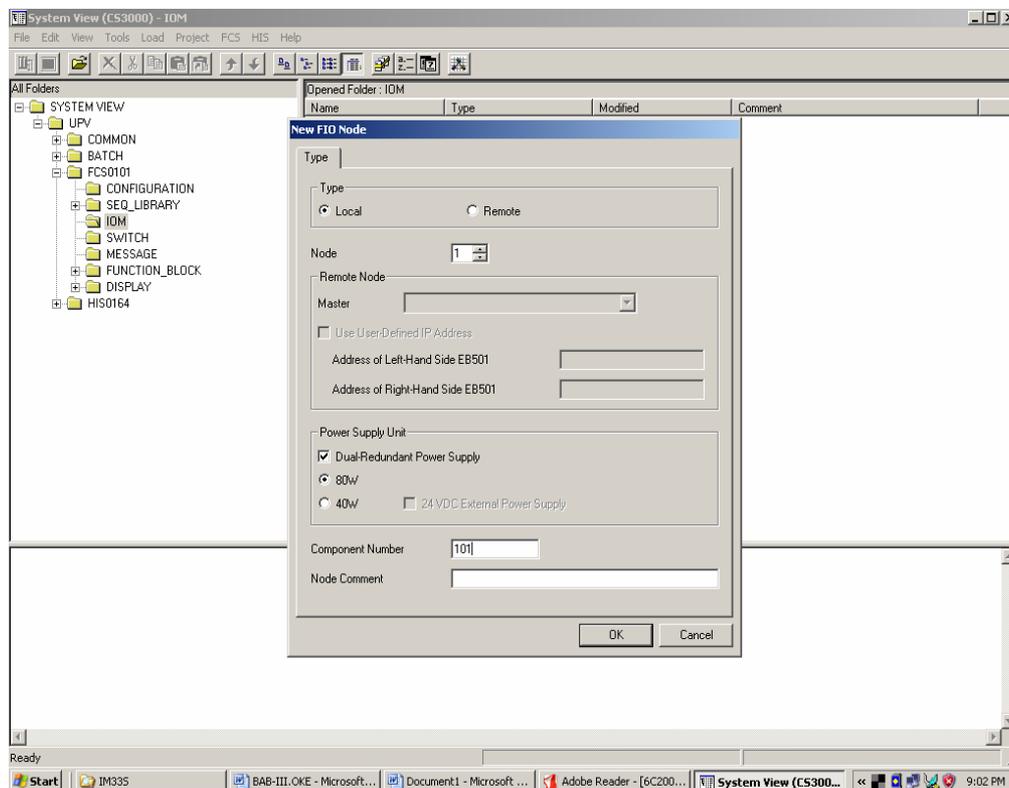
**Gambar 3.6 Tampilan Cara Membuat HIS/EWS Baru Pada PERTAMINA UPV**

HIS yang terdapat di PERTAMINA UP V boiler plant berjumlah 3 buah yaitu Komponen no 164,163 dan 162. Untuk komponen No 164 berfungsi sebagai *Human Interface Station* dan *Engineering Work Station (HIS/EWS)*, sedangkan Komponen No 163 dan 162 berfungsi sebagai *Human Interface Station (HIS)*. Untuk pembuatan HIS station 162 dan 163 ikuti langkah seperti di atas

### 3.2.5 Membuat Program Node Unit Baru Dalam CS3000

- Klik Start dari *menu window*
- Klik *All Program*

- Klik *Yokogawa Centum*
- Klik *System View* (setelah menu system view terbuka)
- Klik UPV
- Klik FCS0101
- Klik *IOM*
- Klik kanan *Create New Node*
- Tulis Node No : 01
- Klik “OK”

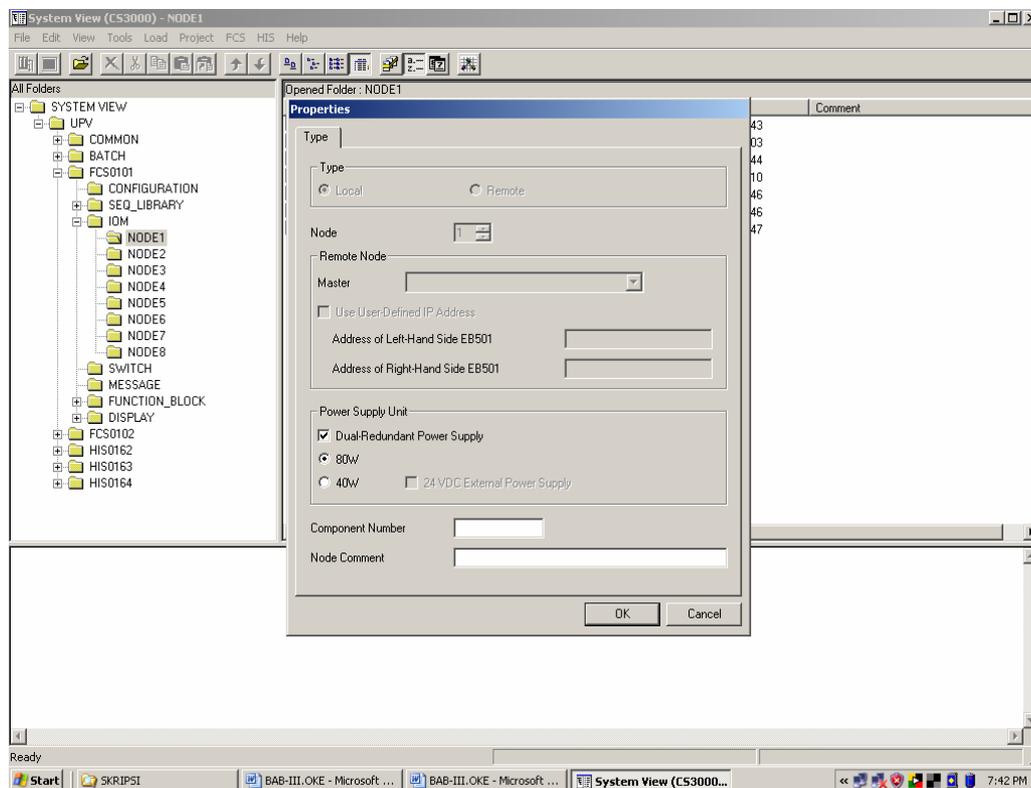


**Gambar 3.7 Tampilan Cara Membuat Node Unit Baru Pada FCS0101**

Pada PERTAMINA UP V Boiler Plant ini terdiri dari 8 *local Node* yang berisi *Input Output modul* untuk FCS0101, sedang FCS0102 berisi 3 *local Node*. Dalam 1 buah Node maksimal hanya dapat terisi 8 buah IO module. Untuk pembuatan Node 2 sampai node berikutnya menggunakan cara yang sama.

### 3.2.6 Membuat Program IO Modul dan pengalamatannya Dalam CS3000

- Klik Start dari *menu window*
- Klik *All Program*
- Klik *Yokogawa Centum*
- Klik *System View* (setelah menu system view terbuka)
- Klik UPV
- Klik *FCS0101*
- Klik *IOM*
- Klik *Node*
- Klik kanan *Create New IOM*
- Pilih *Type IO Module* di slot1 s/d slot 8 yang akan di pasang sesuai *IO list*
- Klik “OK”



**Gambar 3.8 Tampilan Cara Membuat IO Modul Baru Pada FCS0101**

Pada PERTAMINA UP-V Boiler Plant *IO modul* yang terpasang antara lain

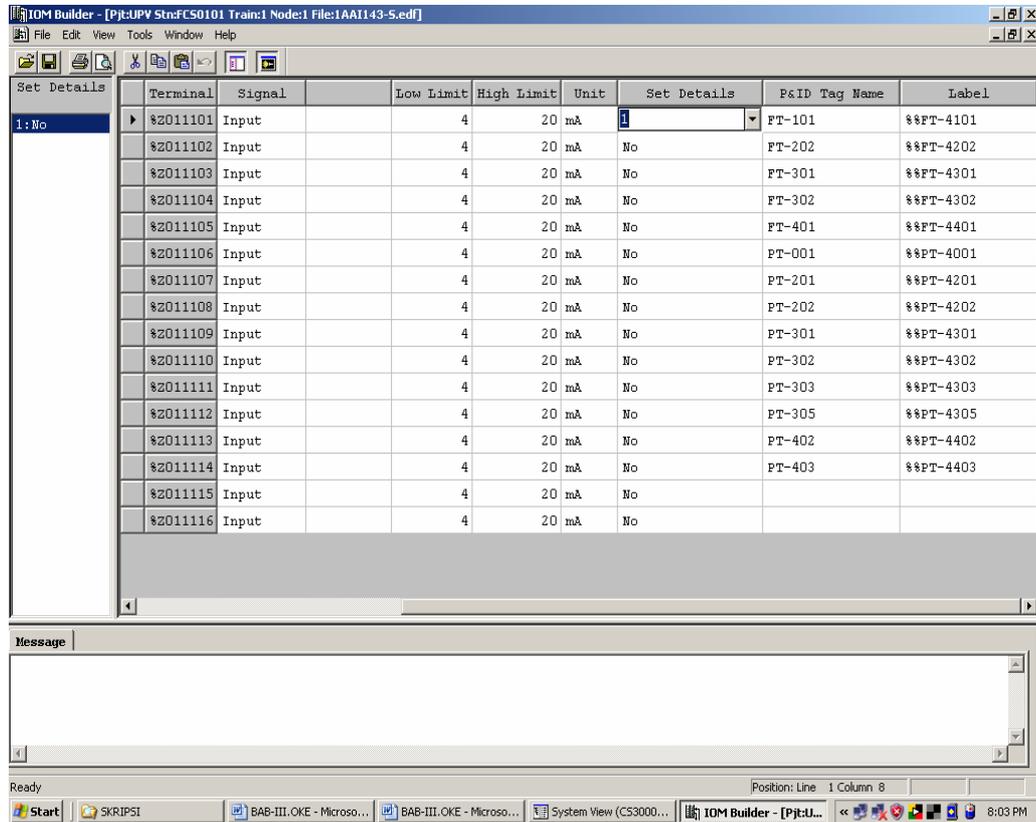
- *Card AAI141-S (16 – Channel Current Input)*
- *Card AAI543-S (16 – Channel Current Output, Isolated)*
- *Card ADV151-P (32 – Channel Status Input)*
- *Card ADV551-P (32 – Channel Status Output)*
- *Card AAT145-S (16 – Channel Thermocouple / mV Input)*
- *Card ALR121 (RS-422 / RS-485 Serial Communication Interface)*

Untuk pengalamatan dari masing-masing IO modul kita harus mengikuti referensi yang kita buat sebelumnya yaitu *Input Output List.(IO List)*, di dalam *IO list* ini terdapat beberapa informasi antara lain *tag no* (nomor indentifikasi untuk setiap unit instrumentasi), *service comment* (keterangan penggunaan instrumentasi tersebut), *engineering unit* (satuan) dan lain-lain.

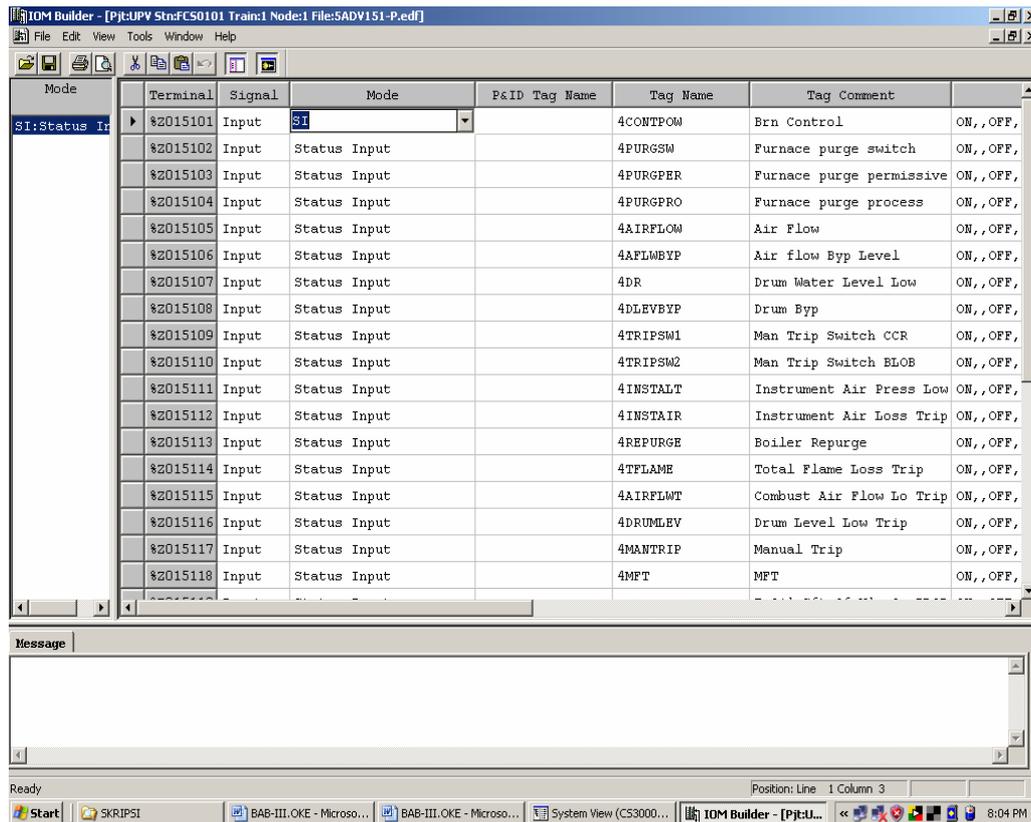
Cara memberikan pengalamatan

- Klik Start dari *menu window*
- Klik *All Program*
- Klik *Yokogawa Centum*
- Klik *System View* (setelah menu system view terbuka)
- Klik UPV
- Klik *FCS0101*
- Klik *IOM*
- Klik *Node*
- Double Klik *Card* yang akan di beri indentifikasi
- Klik *detail setting*

- Isi keterangan *tag no* sesuai data-data *IO list*
- Klik *Save*



**Gambar 3.9 Tampilan Pengalamatan Analog IO Module Di FCS0101**

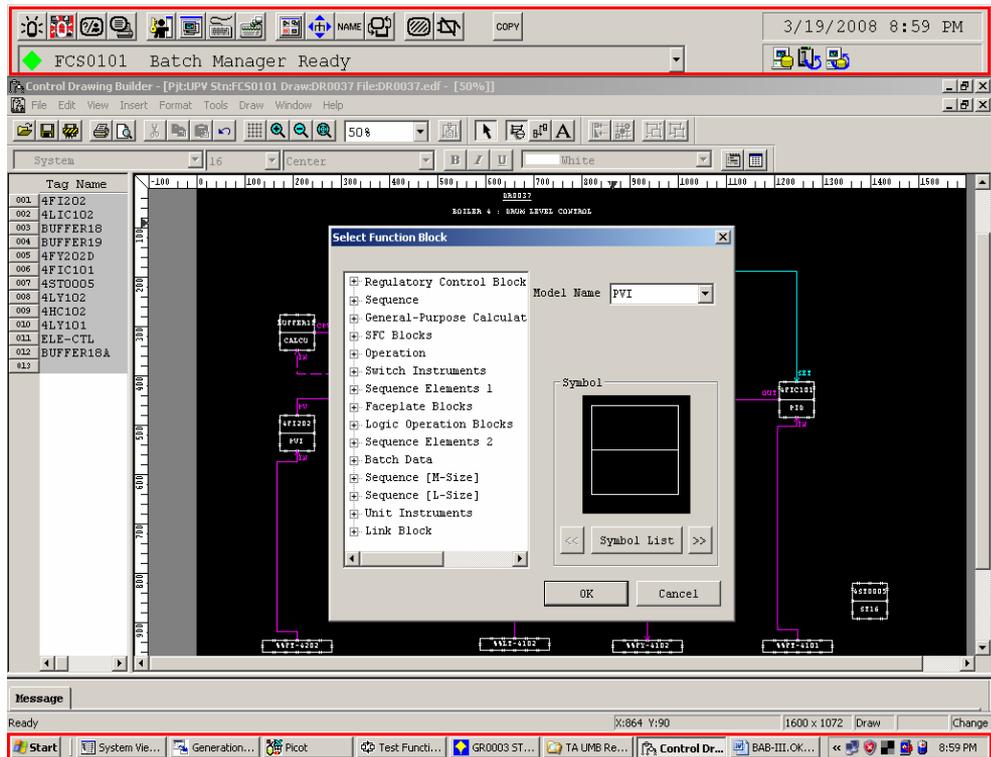


Gambar 3.10 Tampilan Pengalamatan Digital IO Module Di FCS0101

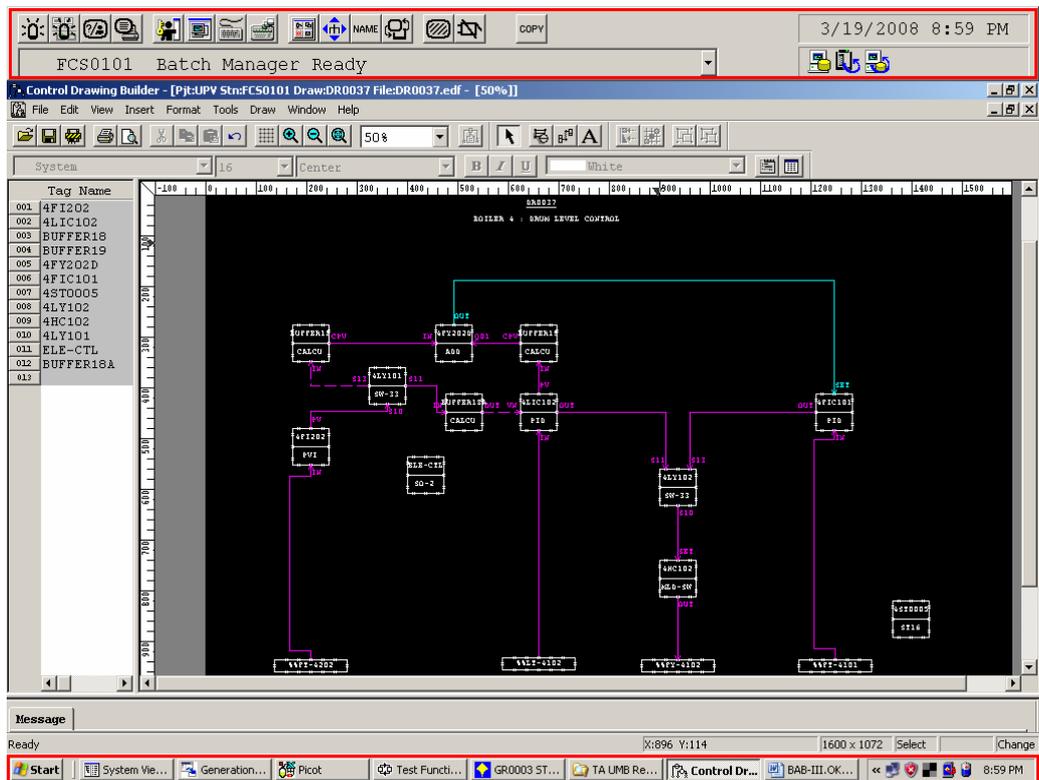
### 3.2.7 Membuat Program Function Block Dalam CS3000

- Klik Start dari *menu window*
- Klik *All Program*
- Klik *Yokogawa Centum*
- Klik *System View* (setelah menu system view terbuka)
- Klik UPV
- Klik *FCS0101*
- Klik *Function Block*
- Double Klik *No Function Block* nya , *DR0037*
- Klik *Menu Function Block*
- Pilih jenis *Function Block* untuk *Control (PID)*
- Klik “OK”

- Klik di *Screen*
- Ketik nama *tag no* sesuai *IO list* (misal 4LIC102)
- Enter
- Klik Menu *wiring Function Block*
- Klik OK
- Klik di *screen*
- Ketik tag no %%LT-4102
- Enter
- Klik *wiring Function Block*
- Klik di Kotak tag no %%LT-4102
- Double klik di kotak tag no 4LIC102
- Klik kanan kotak tag no 4LIC102
- Klik *Edit detail*
- Klik setting item
- Isi data-data range dan engineering unit sesuai *IO list*
- Klik menu *up-date*
- *Exit*
- *Save*



Gambar 3.11 Tampilan Cara Membuat PID Function Blok pada DR0037 – FCS0101



Gambar 3.12 Tampilan PID Function Blok Pada DR0037 – FCS0101

### 3.2.8 Membuat Graphic Dalam CS3000

Graphic berfungsi sebagai MMI (*Man Machine Interface*) yaitu sebagai media informasi bagi operator di control room mengetahui tentang keadaan plant di lapangan. Pembuatan grafik ini berdasarkan penterjemahan gambar **P&ID** dan **PFD**.

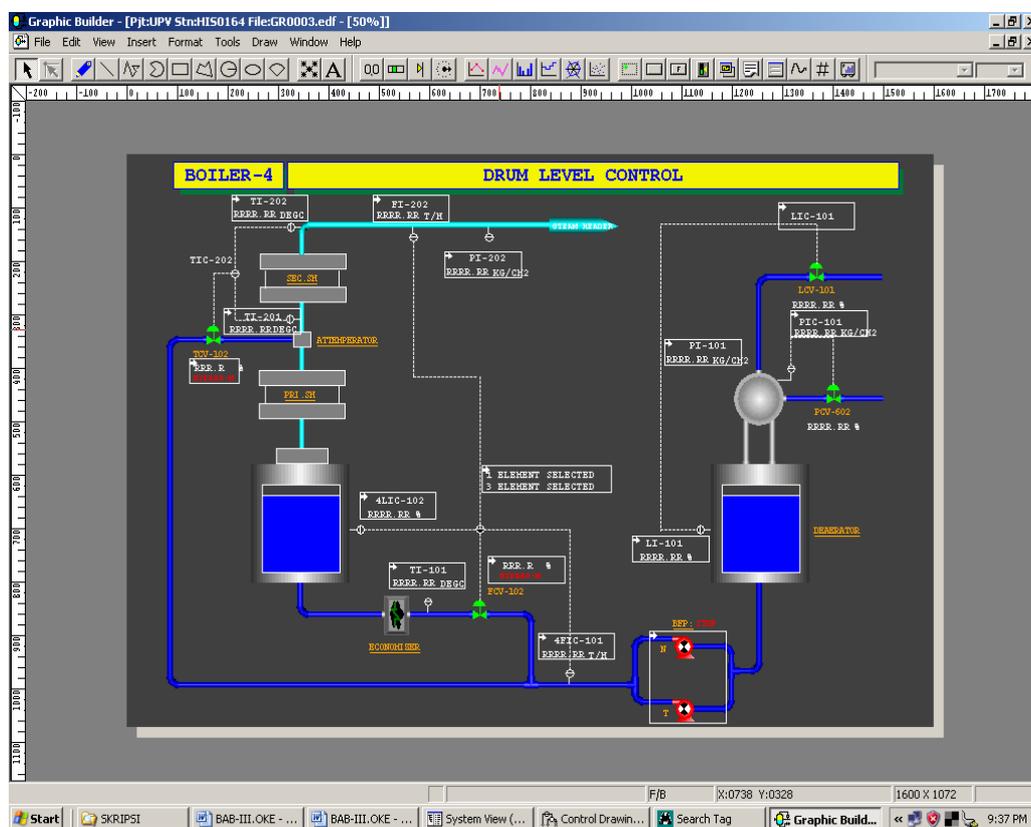
**P&ID** (*Piping & Instrument Diagram*) adalah gambar yang menunjukkan system pipa dan instrument system pengendaliannya yang terpasang dalam suatu plant proses, sedangkan **PFD** (*Proses Flow Diagram*) adalah diagram proses yang terjadi pada suatu plant. Maka dari itu grafik ini sangat memudahkan operator di control room untuk memonitor keadaan plant tanpa perlu ke lapangan, karena proses di lapangan dapat termonitor dari grafik tersebut.

Cara pembuatan grafik di CS3000 system adalah

- Klik Start dari *menu window*
- Klik *All Program*
- Klik *Yokogawa Centum*
- Klik *System View* (setelah menu system view terbuka)
- Klik UPV
- Klik HIS0164
- Klik *Window*
- Klik *Graphic*
- Double Klik *No graphic*, missal *GR0003*
- Klik Menu *Rectangle* untuk pembuatan Tangki
- Klik di *screen*
- Klik Menu *Text* untuk pembuatan Text

- Klik di *screen*
- Klik Menu Process Data – Character untuk pembuatan tampilan data proses
- Klik di *screen*
- Klik *Save*, untuk menyimpan grafik yang telah dibuat.

Begitu juga selanjutnya untuk menu yang lain, sehingga dihasilkan gambar grafik seperti dibawah.



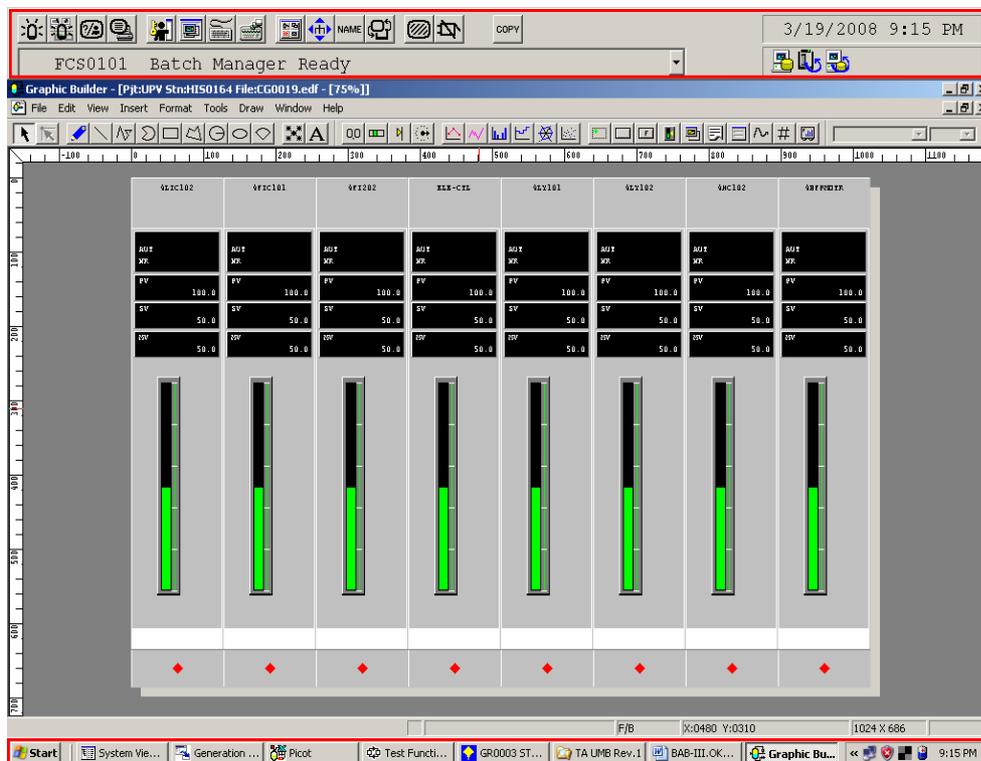
Gambar 3.13 Graphic Pengontrolan Level Drum Pada Boiler 4 – PERTAMINA UPV

### 3.2.9 Membuat Control Group Dalam CS3000

*Control Group* adalah grup atau kumpulan dari model *instrument* baik itu *instrument* model *indicator*, *control* atau model yang lainnya kedalam satu halaman. Satu halaman dari *control group* terdiri dari 8 atau 16 model *instrument*, yang mana pengelompokannya disesuaikan dengan kebutuhan proses yang

ditujukan bagi seorang operator untuk memudahkan pengoperasian dari suatu unit proses.

- Klik Start dari *menu window*
- Klik *All Program*
- Klik *Yokogawa Centum*
- Klik *System View* ( setelah menu system view terbuka )
- Klik *UPV*
- Klik *HIS0164*
- Klik *Window*
- Klik *Control Group*
- Double Klik *No control\_group*, missal CG0019
- Klik *Save*, untuk menyimpan control group yang telah dibuat.

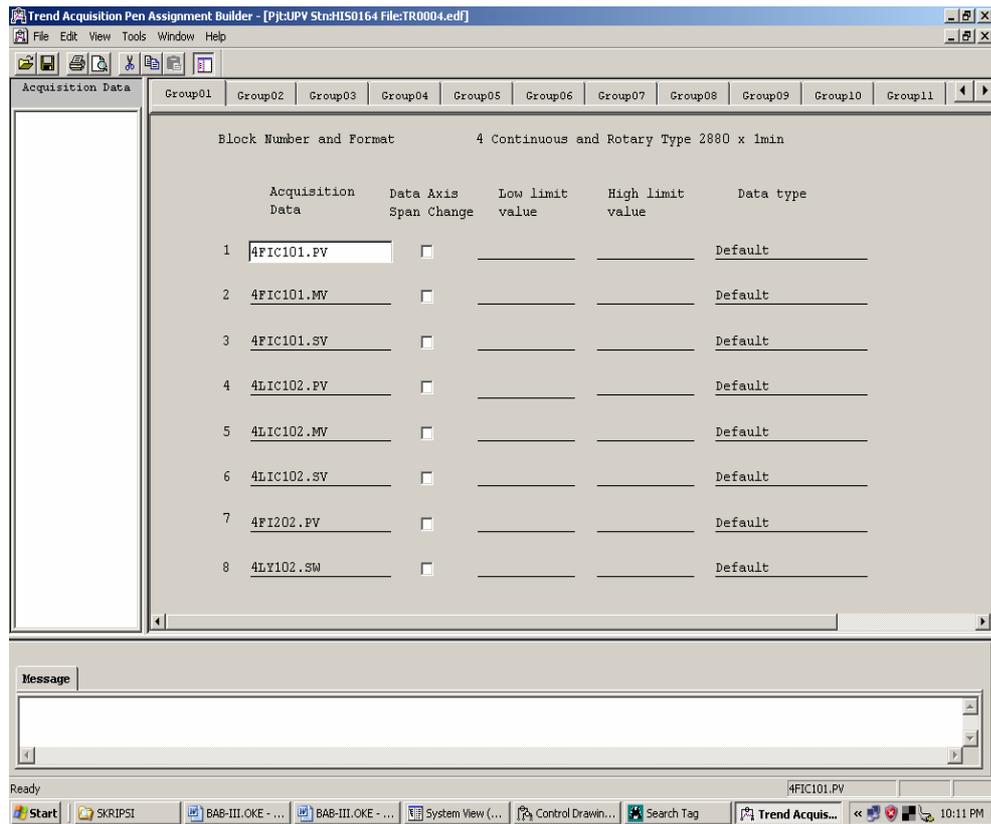


Gambar 3.14 Control Group Pengontrolan Level Drum pada Boiler 4 – PERTAMINA UPV

### 3.2.10 Membuat Trend Group Dalam CS3000

*Trendl Group* adalah grup atau kumpulan dari item model *instrument* (*PV,SV,MV* atau item yang lain) baik itu *instrument* model *indicator, control* atau model yang lainnya kedalam satu halaman. Satu halaman dari *trend group* terdiri dari 8 item model *instrument*, yang mana pengelompokannya disesuaikan dengan kebutuhan proses yang ditujukan bagi seorang operator untuk memudahkan pengoperasian dari suatu unit proses.

- Klik Start dari *menu window*
- Klik *All Program*
- Klik *Yokogawa Centum*
- Klik *System View* (setelah menu *system view* terbuka)
- Klik *UPV*
- Klik *HIS0164*
- Klik *CONFIGURATION*
- Klik *Trend Group*
- Double Klik *No trend\_group*, missal TR0004
- Klik *Save*, untuk menyimpan *trend group* yang telah dibuat.



**Gambar 3.15 Trend Group Pengontrolan Level Drum pada Boiler 4 – PERTAMINA UPV**

## **BAB IV**

### **SIMULASI DAN ANALISA KONTROL LEVEL DRUM**

Pada Bab ini hasil program yang telah di buat akan di simulasikan yaitu dengan melakukan *test function*. *Test Function* adalah fasilitas dari software CS3000 yang berguna untuk pengecekan program yang telah dibuat, apakah telah berfungsi dengan baik atau belum dan juga untuk melakukan simulasi sistem pengontrolan yang di inginkan sesuai dengan keadaan proses.

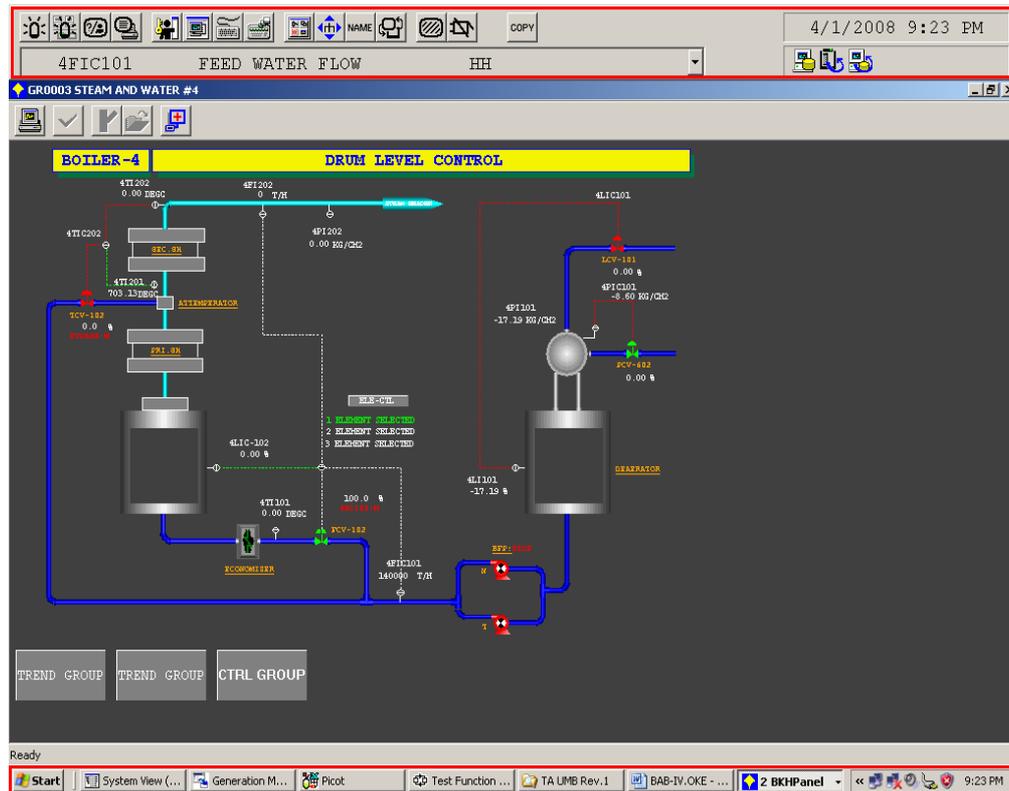
#### **4.1. Beberapa bagian Proses Simulasi**

Ada beberapa tampilan yang dipergunakan untuk melakukan proses simulasi kontrol dari level drum dari keseluruhan tampilan yang ada pada DCS sistem CS3000.

- Tampilan *graphic*

Tampilan *graphic* yang akan dipergunakan terdapat pada halaman 0003, dan diberi nama dengan GR0003, dan diberi judul : BOILER-4 DRUM LEVEL CONTROL. Ada 7 tipe instrumen yang akan dipergunakan oleh seorang operator untuk mengendalikan / mengontrol level drum, yaitu :

- Satu tipe *flow steam indicator* dengan Tag No 4FI202
- Satu tipe *pressure steam indicator* dengan Tag No 4PI202
- Satu tipe *temperature steam indicator* dengan Tag No 4TI202
- Satu tipe *swicth control* dengan Tag No ELE-CTL
- Satu tipe *level control* dengan Tag No 4LIC102
- Satu tipe *flow control* dengan Tag No 4FIC101
- Satu tipe *manual loader* dengan Tag No 4HC102



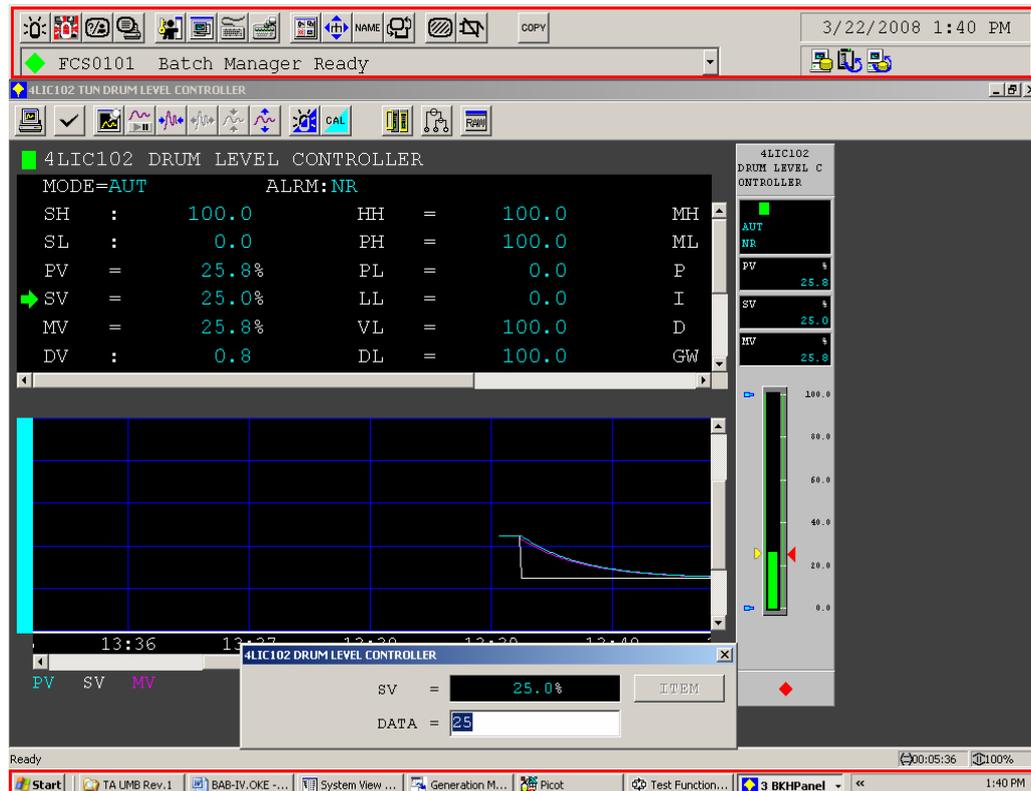
Gambar 4.1. Tampilan Graphic Boiler4 – Drum Level Control.

- Tampilan *tuning window*

Tampilan *tuning window* akan menampilkan detail item dari setiap tipe instrumen. Ada 7 tampilan *tuning window* yang akan dipergunakan oleh seorang operator, yaitu :

- *Switch control*, Tag No ELE-CTL, dipergunakan untuk pemilihan operasi dari level drum. Terdapat tiga tombol pilihan, yaitu satu elemen kontrol, dua elemen kontrol dan tiga elemen kontrol.
- *Pressure indicator*, Tag No 4PI202, dipergunakan untuk memonitor *pressure steam* (tekanan steam yang keluar dari level drum) yang menuju ke *steam header*. Perubahan tekanan steam akan mempengaruhi kapasitas steam yang mengalir menuju steam header (output steam dari level drum).

- *Temperature indicator*, Tag No 4TI202, dipergunakan untuk memonitor temperature steam (temperature steam yang keluar dari level drum) yang menuju ke *steam header*. Perubahan temperature steam akan mempengaruhi kapasitas steam yang mengalir menuju steam header (output steam dari level drum).
- *Flow indicator*, Tag No 4FI202, dipergunakan untuk memonitor *steam flow* (output dari level drum) yang menuju ke *steam header*. Kapasitas aliran steam ini dipengaruhi oleh besarnya tekanan dan temperature serta mempengaruhi kontrol level drum pada pemilihan dua dan tiga elemen kontrol.
- *Level control*, Tag No 4LIC102, dipergunakan untuk mengontrol level drum melalui bukaan valve FCV-102. level control ini akan mengontrol level drum pada pemilihan satu dan dua elemen kontrol, tetapi pada pemilihan tiga elemen kontrol, nilai dari input (*PV*) akan mempengaruhi perhitungan setting dari *flow control*.
- *Flow control*, Tag No 4FIC101, dipergunakan untuk memonitor aliran yang masuk ke drum dan sekaligus untuk mengontrol level drum melalui bukaan valve FCV-102 pada pemilihan tiga elemen kontrol.
- *Manual loader*, Tag No 4HC102, dipergunakan sebagai instrumen penghubung antara swicth control dan FCV-102, juga untuk keperluan maintenance.

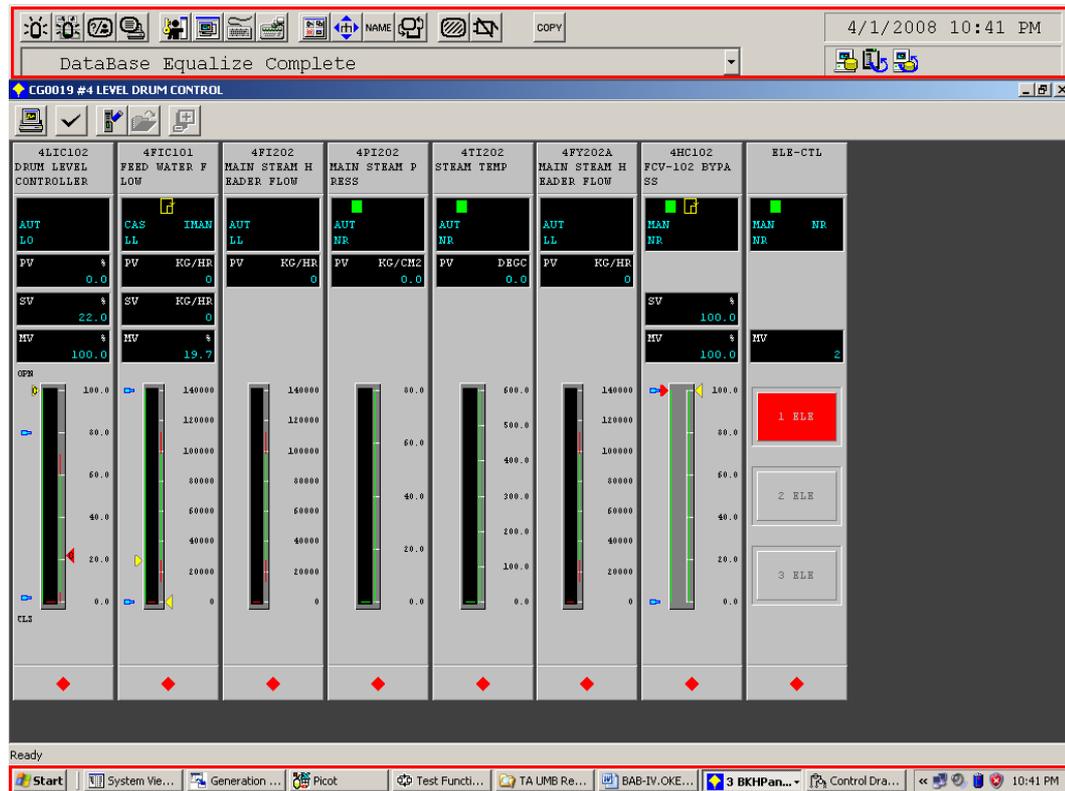


Gambar 4.2. Tampilan Tuning Window 4LIC102

- Tampilan *control group*

Tampilan *control group* adalah kumpulan dari *faceplate* tampilan *tuning window*, dan maksimum terdiri dari delapan tampilan *tuning window*. Untuk tampilan *control group* pada level drum terdapat pada halaman 19, dan diberi nama CG0019. Pada CG0019 terdiri dari delapan tampilan *faceplate tuning window*, yaitu : 4LIC102; 4FIC101; 4FI202; 4PI202; 4TI202; 4FY202A; ELE-CTL; 4HC102.

Seorang operator dapat memonitor dan mengontrol kedelapan *tuning window* tersebut pada satu tampilan.



**Gambar 4.3. Tampilan Control Group – CG0019**

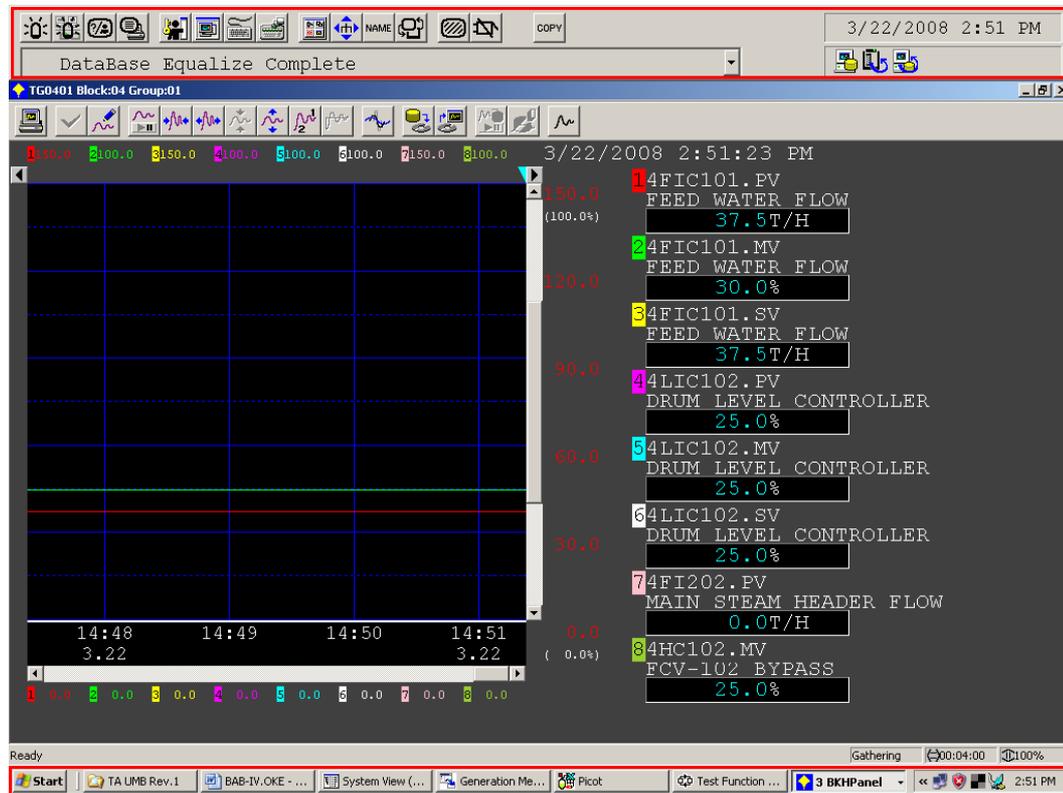
- Tampilan *trend group*

Tampilan trend group dipergunakan untuk merekam data item pada tuning window, sehingga seorang operator dapat memonitor data proses untuk waktu yang sekarang atau yang telah berlalu. Dalam satu tampilan trend group maksimum dapat ditempati oleh delapan data item dari tuning window, dan pada level drum control diberi nama TG0401 dan TG0402.

Data item yang terdapat pada TG0401, yaitu :

- 4FIC101.PV (data input dari Tag No 4FIC101).
- 4FIC101.MV (data output dari Tag No 4FIC101).
- 4FIC101.SV (data setting dari Tag No 4FIC101).
- 4LIC102.MV (data output dari Tag No 4LIC102).
- 4LIC102.SV (data setting dari Tag No 4LIC102).

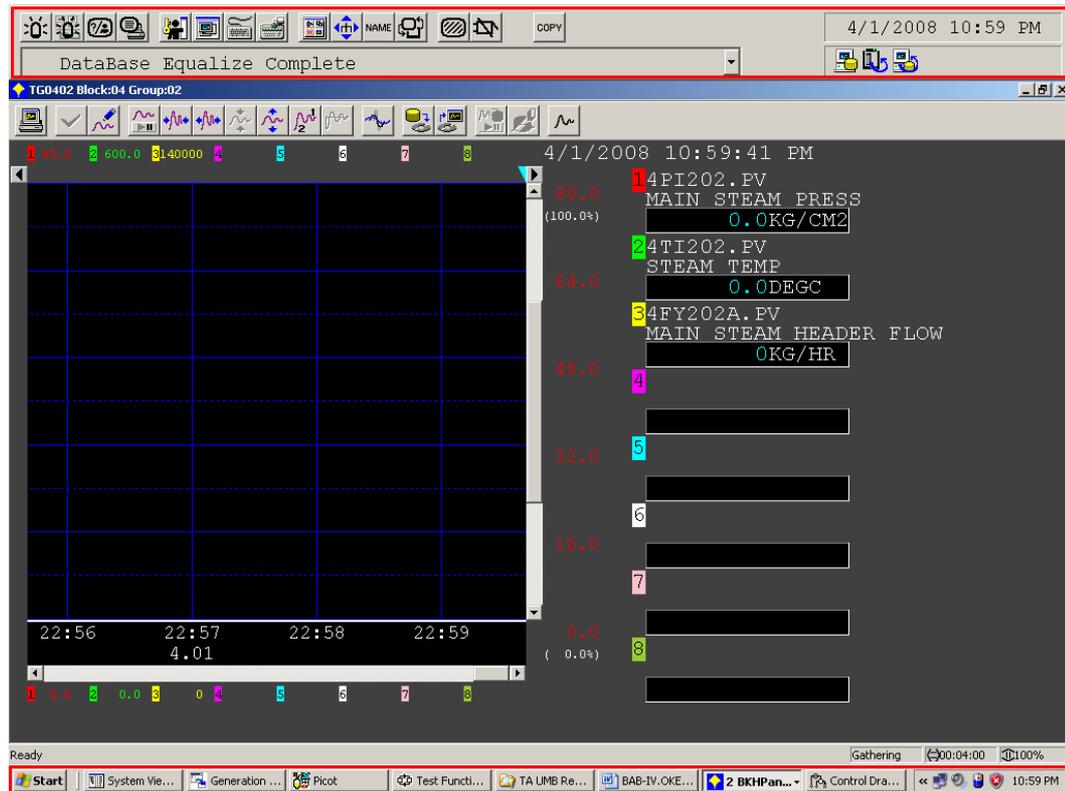
- 4LIC102.PV (data input dari Tag No 4LIC102).
- 4FI202.PV (data input dari Tag No 4FI202).
- 4HC102.MV (data input dari Tag No 4HC102).



**Gambar 4.4. Tampilan Trend Group – TG0401**

Sedangkan data item yang terdapat pada TG0402, yaitu :

- 4PI202.PV (data input dari Tag No 4PI202).
- 4TI202.PV (data input dari Tag No 4TI202).
- 4FY202A.PV (data input dari Tag No 4FY202A).

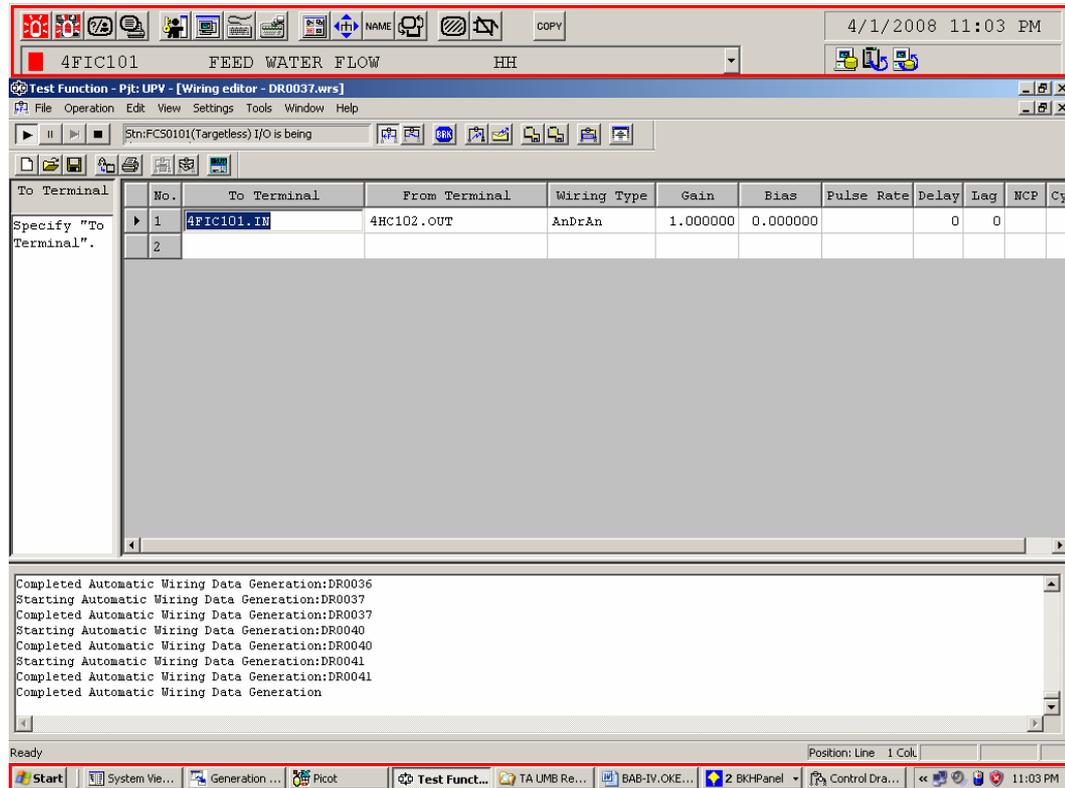


Gambar 4.5. Tampilan Trend Group – TG0402

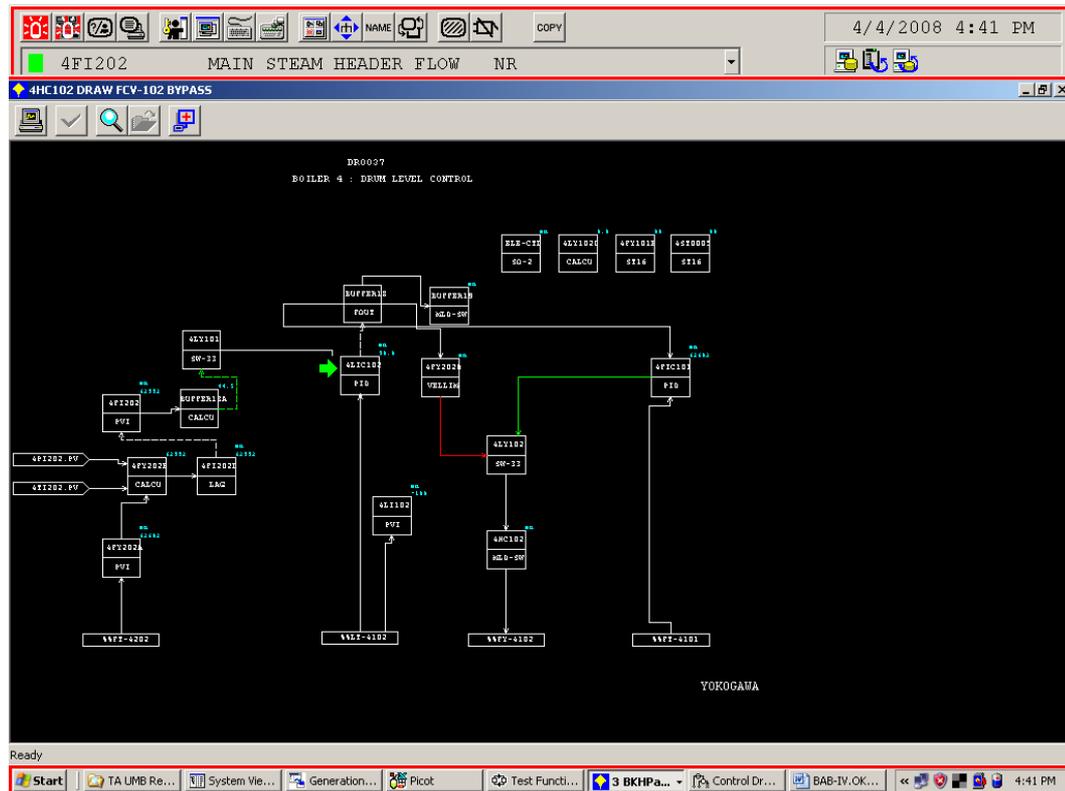
## 4.2 Prosedure Simulasi Program CS3000

- Klik Start dari *menu window*
- Klik *All Program*
- Klik *Yokogawa Centum*
- Klik *System View* ( setelah menu system view terbuka )
- Klik UPV
- Klik FCS0101
- Klik FCS pada menu
- Klik Test Function
- Tunggu sampai muncul message [PJT. UPV.Stn : FCS0101]
- Tunggu sampai muncul menu test function di screen.

- Rubah status wiring pada screen dari OFF menjadi ON.
- Test Function siap di lakukan



**Gambar 4.6. Menu Test Function**

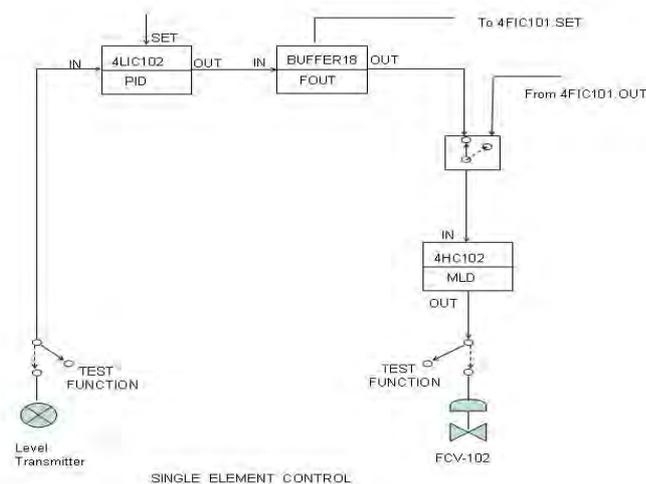


Gambar 4.7. Level Drum Function Blok

### 4.3 Simulasi Satu Elemen Kontrol (*Single Element Control*)

- Status test function dalam keadaan running
- Panggil grafik GR0003
- Klik Tag No 4HC102 pada GR0003, lalu rubah mode 4HC102 dari manual ke auto
- Klik ELE-CTL, lalu klik 1 ELE. Artinya pemilihan untuk satu elemen kontrol.
- Klik Tag No 4LIC102 pada GR0003, pada kondisi manual (*MAN*), rubah nilai *output (MV)* pada nilai yang dikehendaki (naikkan atau turunkan), pastikan bahwa nilai *MV* akan bergerak naik dan turun. Untuk operasi satu elemen kontrol, nilai *MV* (bukaan valve FCV-102) di setting pada 20%.

- Rubah nilai *input* (*PV*) dari 4LIC102 ke nilai 30% dengan cara merubah *RAW* data pada nilai 30% ( $PV = RAW \text{ dalam } \% \times SPAN$ ), pastikan bahwa nilai *input* (*PV*) bergerak ke nilai 30%. Pastikan juga nilai *setpoint* (*SV*) akan mengikuti (*tracking*) ke nilai 30%.
- Pada kondisi auto (*AUT*), rubah nilai *setpoint* (*SV*) melebihi nilai *input* (*PV*), perhatikan bahwa *output* (*MV*) akan bergerak naik. Selanjutnya rubah nilai *setpoint* (*SV*) dibawah nilai *input* (*PV*), perhatikan bahwa *output* (*MV*) akan bergerak turun.



**Gambar 4.8. Bentuk Function Blok pada Test Function Satu Elemen Kontrol**

### Analisa

Pemakaian satu elemen kontrol dipilih pada saat Boiler mulai di start-up dan beban pada kondisi tetap (kebutuhan steam yang konstan). Steam drum dioperasikan pada level 30% dan bukaan valve (FCV-102) aliran air ke drum di kontrol oleh level kontrol 4LIC102.

4HC102 adalah *instrument Manual Loader*, dipergunakan untuk menghubungkan output 4LIC102 ke valve FCV-102 pada kondisi *AUT* dan pada

pemilihan 1 dan 2 elemen kontrol. Pada kondisi *MAN* hubungan tersebut akan terputus yang berarti output dari 4LIC102 tidak diteruskan ke valve FCV-102.

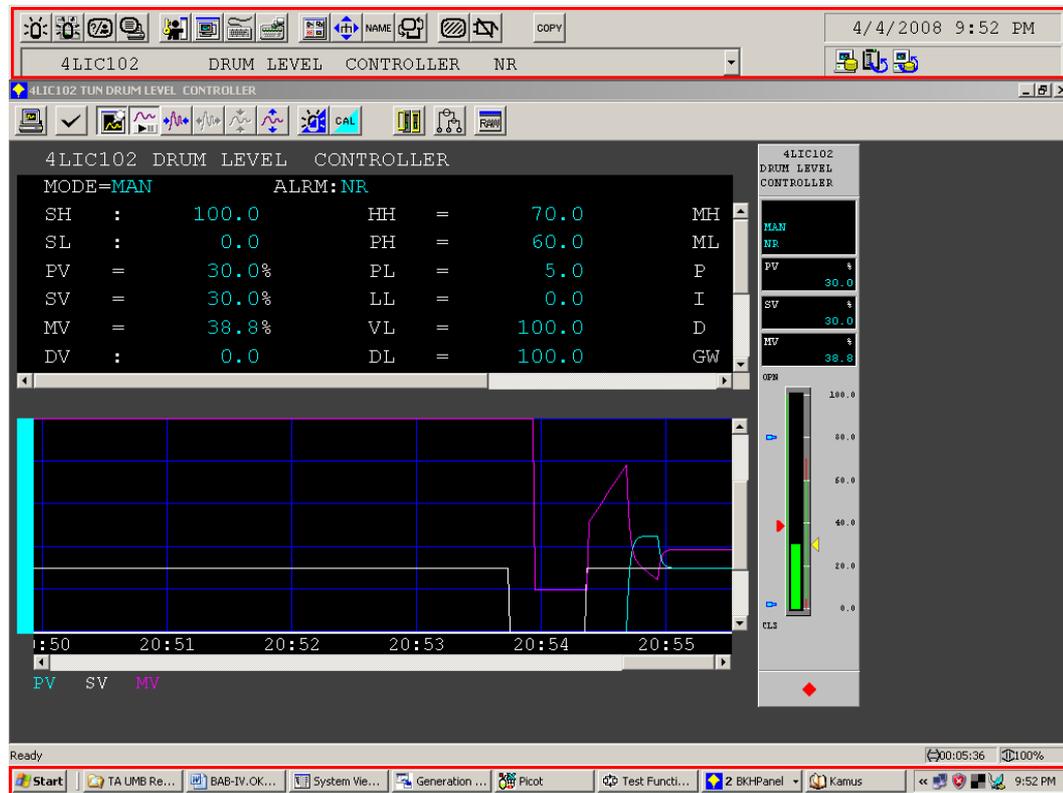
Pada mode *MAN*, nilai dari *setpoint* (*SV*) dari 4LIC102 diset untuk mengikuti nilai dari *input* (*PV*), hal ini dikenal dengan *SV tracking to PV*. Kondisi ini diperlukan untuk mendapatkan kontrol yang stabil (*smooth control*) pada saat perubahan mode dari *MAN* ke *AUT*. Pada kondisi ini, seorang operator dapat merubah nilai *output* (*MV*) dari 4LIC102.

Level kontrol 4LIC102 mempunyai *span* 100% (*Scale Low* = 0% sampai dengan *Scale High* = 100%) dan *setting alarm* untuk *alarm low* = 5%, *alarm high* = 60%, dan *alarm high high* = 70%, sehingga normal operasi dari level drum berada diatas 5% dan dibawah 60% ( $5\% < \text{level} < 60\%$ ). Pada saat *RAW* data dari level diberi nilai dibawah 5%, *bar graph* pada *faceplate* akan berwarna merah yang berarti level dalam kondisi *alarm level low*. Pada saat *RAW* data dari level diberi nilai diatas 60%, *bar graph* pada *faceplate* juga akan berwarna merah dimana level juga berada pada kondisi *alarm high*. Tetapi jika *RAW* data dari level diberi nilai diantara 5% sampai dengan 60%, *bar graph* berwarna hijau, yang berarti level dalam kondisi normal.

Level kontrol 4LIC102 di setting pada aksi kontrol (*control action*) *reverse*, artinya pada mode *AUT* apabila nilai *input* (*PV*) dibawah nilai *setpoint* (*SV*), maka *output* (*MV*) akan bergerak naik dan akan berhenti bergerak naik sampai didapatkan nilai *input* (*PV*) sama dengan nilai *setpoint* (*SV*), begitu juga sebaliknya. Pergerakan *output* (*MV*) dari 4LIC102 mencerminkan pergerakan *valve* FCV-102. Kondisi diatas diperlukan untuk mempertahankan kondisi level

drum pada setting yang diinginkan. Pada kondisi *AUT* tersebut, seorang operator hanya dapat merubah nilai *setpoint (SV)* dari 4LIC102.

Kondisi proses diatas dapat dilihat pada tampilan *tuning window* dibawah.

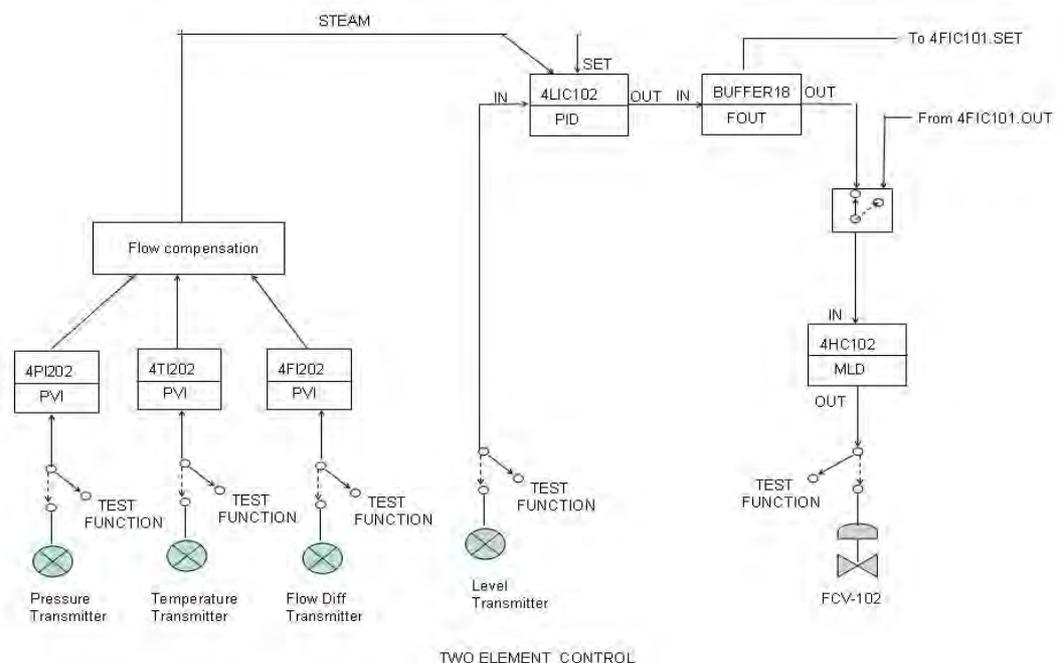


Gambar 4.9. Tampilan Tuning Window 4LIC102

#### 4.4 Simulasi Dua Elemen Kontrol (*Two Element Control*)

- Status test function dalam keadaan running
- Status satu elemen kontrol dalam keadaan running
- Klik Tag No 4TI202, rubah RAW data ke nilai 76.666% akan menghasilkan *input (PV)* 460 DEGC
- Klik Tag No 4PI202, rubah RAW data ke nilai 56.25% akan menghasilkan *input (PV)* 45 KG/CM<sup>2</sup>

- Klik Tag No 4FY202A, rubah *RAW* data ke nilai 9% akan menghasilkan *input (PV)* 41992 KG/CM2.
- Pastikan *input (PV)* 4FI202 menjadi 41992 KG/CM2.
- Klik ELE-CTL, lalu klik 2 ELE. Artinya pemilihan untuk dua elemen kontrol.
- Rubah nilai *input (PV)* dari 4TI202 atau 4PI202 atau 4FY202A, pastikan bahwa *output (MV)* dari 4LIC102 mengalami perubahan.

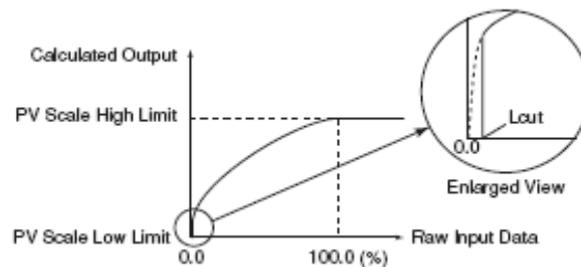


**Gambar 4.10. Bentuk Function Blok pada Test Function Dua Elemen Kontrol**

### Analisa

Pemakaian dua elemen kontrol dipilih pada saat pemakaian beban steam bervariasi (kebutuhan steam yang tidak konstan). Kebutuhan steam pada proses, jika boiler dioperasikan secara individu berkisar 42000 KG/CM2, dengan tekanan (*pressure*) berkisar 45 KG/CM2 dan temperature berkisar 460 DEGC.

Kisaran *range (span)* dari Tag No 4PI202 adalah 0 – 80 KG/CM2 dengan konversi *input* linear, artinya pemberian *RAW* data 56.25% akan menghasilkan *input (PV)* sebesar 45 KG/CM2 (56.25% x 80 KG/CM2). Kisaran *range (span)* dari Tag No 4TI202 adalah 0 – 600 DEGC dengan konversi *input* linear, artinya pemberian *RAW* data 76.666% akan menghasilkan *input (PV)* sebesar 460 DEGC (76.666% x 600 DEGC). 4FY202A mengukur flow steam yang mengalir, dimana prinsip pengukuran *transmitter* adalah mengukur beda tekanan (*pressure*) yang mengalir antara sisi *high* dan sisi *low* dari transmitter, sehingga hasil pengukuran :  $\Delta P$ . Jadi konversi *input*-nya *square root*, artinya pemberian *RAW* data sebesar 9% akan menghasilkan *input (PV)* sebesar 41992 KG/CM2.



Steam adalah zat yang dapat dipadatkan, sehingga besarnya volume yang mengalir dipengaruhi oleh perubahan temperature dan tekanan (*pressure*). Rumus yang dapat diberikan untuk volume steam yang ter-kompensasi :

$$F_o = \sqrt{\frac{P+1.0332}{P_b+1.0332} \cdot \frac{T'_b+273.15}{T'+273.15}} F_i \left[ \frac{\text{Pressure: kgf/cm}^2}{\text{Temperature: } ^\circ\text{F}} \right]$$

Dimana  $F_1$  adalah nilai *input (PV)* dari 4FY202A,  $P$  adalah nilai *input (PV)* dari 4PI202,  $T'$  adalah nilai *input (PV)* dari 4TI202,  $P_b$  adalah besarnya referensi tekanan (*pressure*) yaitu 45 KG/CM2,  $T'_b$  adalah besarnya referensi temperature yaitu 460 DEGC dan  $F_o$  adalah besarnya aliran volume steam yang terkompensasi (*input* dari 4FI202) dalam KG/HR. Sehingga pada temperature 4TI202 sebesar

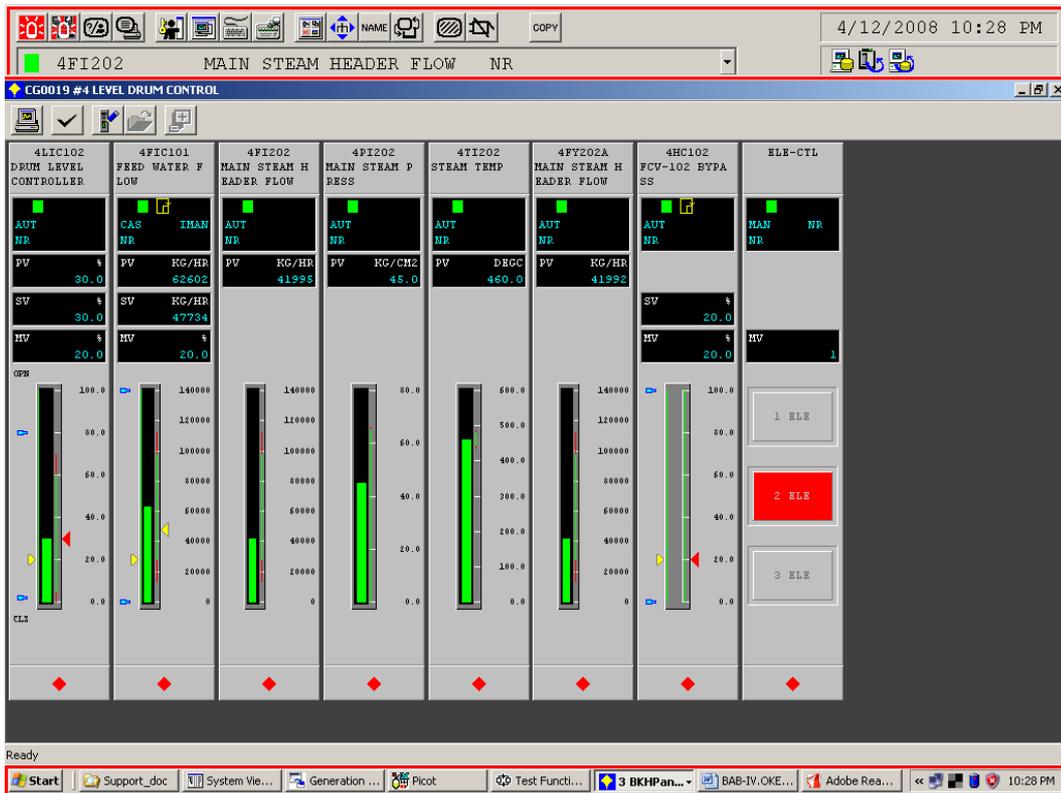
460 DEGC dan tekanan (*pressure*) 4PI202 sebesar 45 KG/CM2, nilai *input (PV)* dari 4FY202A sama dengan nilai *input (PV)* dari 4FI202.

Kenaikan dari temperature 4TI202 melebihi 460 DEGC akan mengurangi jumlah aliran volume steam 4FI202 yang berarti akan menurunkan bukaan *valve* FCV-102 (*MV* dari 4LIC102), begitu juga penurunan temperature 4TI202 dibawah 460 DEGC akan menambah jumlah aliran volume steam 4FI202 yang berarti akan menambah bukaan *valve* FCV-102 (*MV* dari 4LIC102).

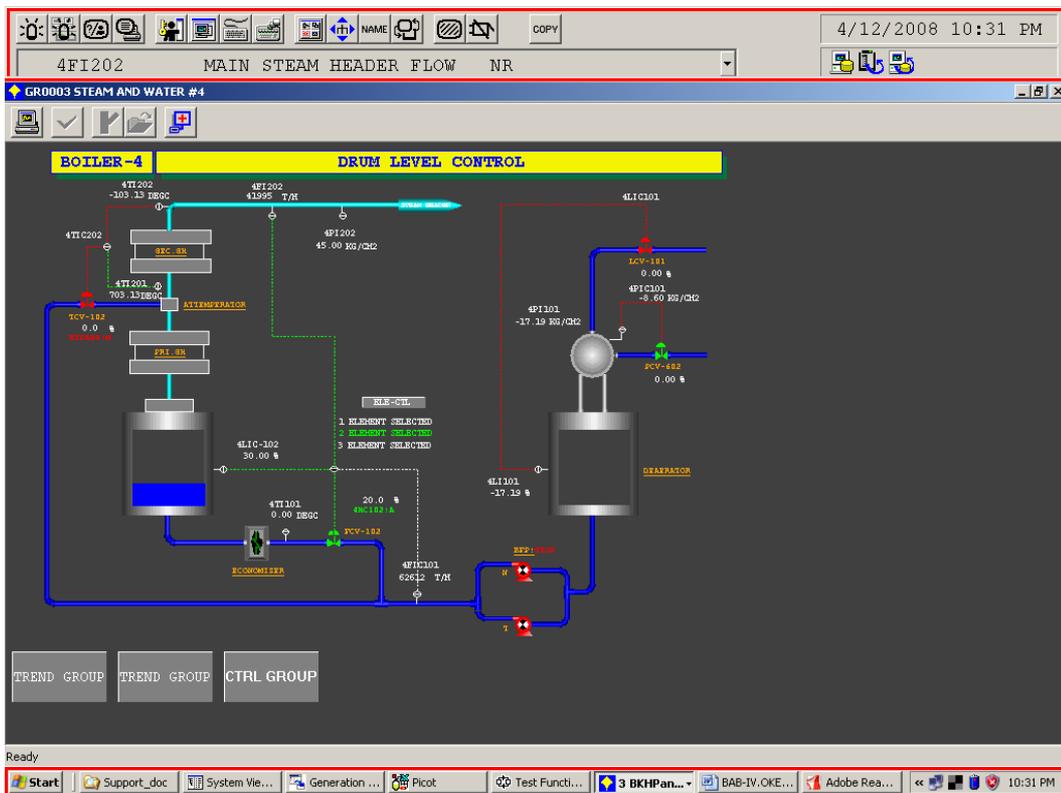
Kenaikan dari tekanan (*pressure*) 4PI202 melebihi 45 KG/CM2 akan menambah jumlah aliran volume steam 4FI202 yang berarti akan menambah bukaan *valve* FCV-102 (*MV* dari 4LIC102), begitu juga penurunan tekanan (*pressure*) dibawah 45 KG/CM2 akan mengurangi jumlah aliran volume steam 4FI202 yang berarti akan mengurangi bukaan *valve* FCV-102 (*MV* dari 4LIC102).

Kenaikan aliran volume steam 4FI202 sebesar 1400 KG/CM2 akan menambah bukaan *valve* FCV-102 (*MV* dari 4LIC102) sebesar 1%, begitu juga penurunan sebesar 1400 KG/CM2 akan mengurangi bukaan *valve* FCV-102 (*MV* dari 4LIC102) sebesar 1%.

Kondisi proses diatas dapat dilihat pada tampilan control group dan graphic dibawah.



Gambar 4.11. Tampilan Control Group CG0019 - #4 LEVEL DRUM CONTROL



Gambar 4.12. Tampilan Graphic GR0003 – DRUM LEVEL CONTROL



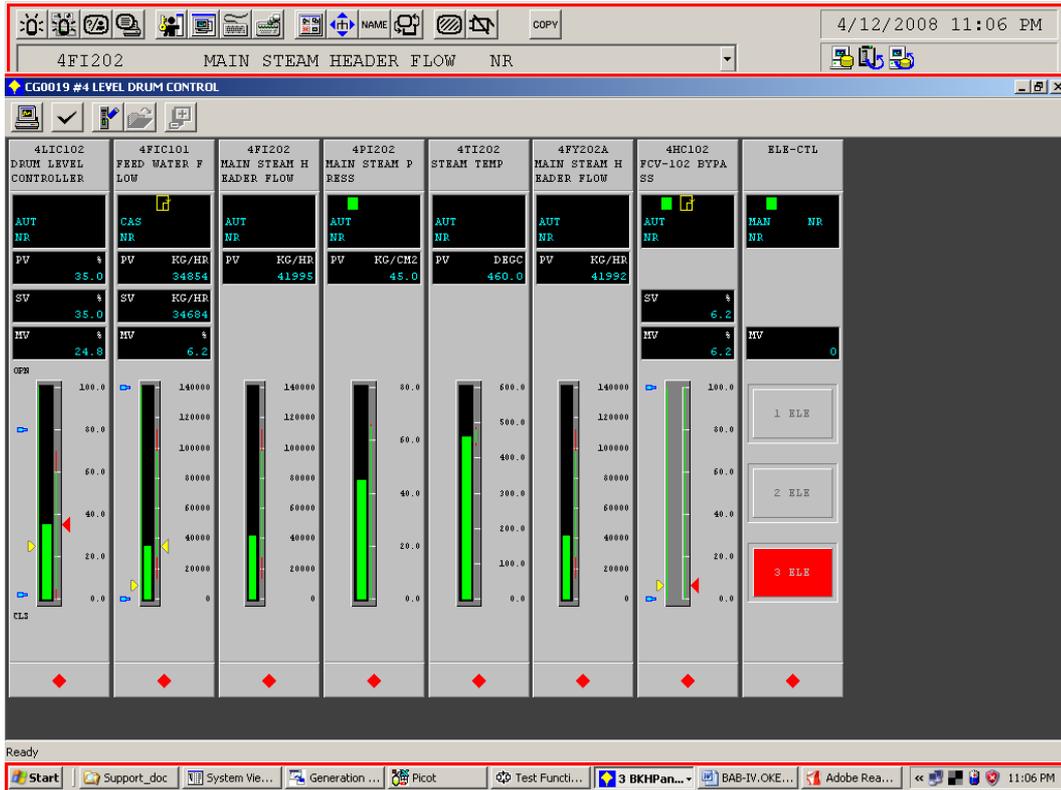
boiler dihubungkan untuk memenuhi kebutuhan steam pada proses, sehingga kekurangan steam dari salah satu boiler akan dipenuhi oleh boiler yang lain.

Sebelum perubahan ke tiga elemen kontrol, pengoperasian *level* drum dinaikkan kapasitasnya dari 30% menjadi 35% dengan menaikkan setpoint (SV) dari 4LIC102. Hal ini dilakukan menjaga kondisi level drum pada level terendah akibat perubahan permintaan steam pada proses.

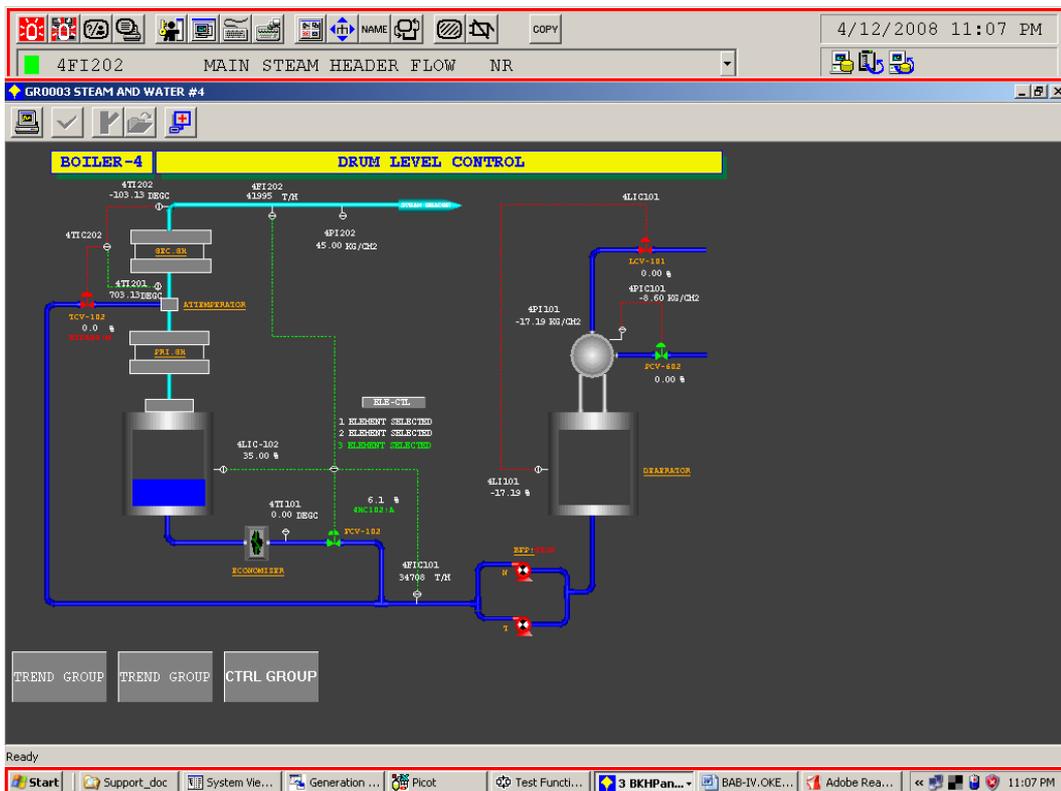
Dengan perubahan Tag No ELE-CTL dari 2 ELE ke 3 ELE, berarti level drum dioperasikan pada tiga elemen kontrol (*three element control*) dan *valve* FCV-102 di kontrol oleh *output (MV)* dari pengontrol 4FIC101, sedangkan *setpoint (SV)* dari pengontrol ini dihubungkan ke *output (MV)* dari 4LIC102 dan dipengaruhi juga oleh kebutuhan steam dari boiler.

Kenaikan kebutuhan steam pada proses akan menaikkan output (MV) dari 4LIC102, selanjutnya akan menambah setpoint (SV) dari 4FIC101 sehingga akan menambah output (MV) dari 4FIC101 yang berarti juga menambah bukaan valve FCV-102 untuk menambah aliran air ke dalam steam drum. Begitu juga sebaliknya dengan penurunan kebutuhan steam pada proses.

Kondisi proses diatas dapat dilihat pada tampilan control group dan graphic dibawah.



Gambar 4.14. Tampilan Control Group CG0019 - #4 LEVEL DRUM CONTROL



Gambar 4.15. Tampilan Graphic GR0003 – DRUM LEVEL CONTROL

## BAB V

### KESIMPULAN

Dari percobaan dan analisa tugas akhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- DCS merupakan suatu system pengendalian proses-proses yang banyak di terapkan pada industri skala menengah sampai besar. Dengan kemampuan untuk menyajikan proses yang berlangsung secara grapik pada layer *CRT*, dan mengontrol proses-proses yang terjadi pada *field* tanpa harus berada di *field*
- Kemampuan DCS untuk berkomunikasi ini tidak hanya terbatas pada plant, namun juga dapat terjadi komunikasi antara DCS dengan DCS lain ataupun antara DCS dengan *Sub-system* misal PLC (*Programmable Logic Control*)
- Program Simulasi yang di buat DCS sangat berguna karena dengan adanya simulasi ini kemungkinan kesalahan pada saat program tersebut di aplikasikan dapat di minimalkan , karena dengan simulasi kesalahan-kesalahan yang ada kita dapat ketahui dan segera kita perbaiki.
- Program simulasi ini juga sangat membantu para operator atau maintenance pada pihak user dalam melakukan pekerjaannya terutama pada saat melakukan pekerjaan modifikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Frans Gunterus, Falsafah dasar : “ *System pengendalian proses* ”, Elex Media Komputindo, Jakarta 1988
2. W.G.Andrew, H.B.Wiliams ”Applied Instrumentation in the Process Industries” Volume I Practical Guidelines, Second Edition
3. W.G.Andrew, H.B.Wiliams ”Applied Instrumentation in the Process Industries” Volume II Practical Guidelines, Second Edition
4. Ogata, K, alih Bahasa : Ir. Edi Laksono, *Teknik Kontrol Otomatik I dan II*, Erlangga, 1993
5. Yokogawa Elektric Corporation:” *Technical Information, Integrated Production Control system*” , 2004
6. Yokogawa Elektric Corporation “ *CS3000 Installation Guidance* “, 2004