

**SISTEM KONTROL MULTIVARIABEL TEMPERATUR DAN *LEVEL*
DENGAN YOKOGAWA DCS CENTUM VP**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh :

**KHAIRUL RAMADHAN
NIM. 105060300111001 - 63**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
MALANG
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN

SISTEM KONTROL MULTIVARIABEL TEMPERATUR DAN *LEVEL* DENGAN YOKOGAWA DCS CENTUM VP

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

KHAIRUL RAMADHAN
NIM. 105060300111001 - 63

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Ir. Retnowati, M.T.
NIP. 19511224 198203 2 001

Ir. Purwanto, M.T.
NIP. 19540424 198601 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM KONTROL MULTIVARIABEL TEMPERATUR DAN *LEVEL* DENGAN YOKOGAWA DCS CENTUM VP

SKRIPSI

Disusun oleh:

KHAIRUL RAMADHAN
NIM. 105060300111001 - 63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 08 Juli 2014

MAJELIS PENGUJI

Dr. Ir. Erni Yudaningsy, M.T.
NIP. 19650913 199002 2 001

M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19741203 200012 1 001

Rahmadwati, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19771102 200604 2 003

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19741203 200012 1 001

PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allâh Subhanahu Wa Taála, Rabb alam semesta. Dialah Allâh, Tuhan Yang Maha Satu, Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Dialah Sebaik baik Penolong dan Sebaik baik Pelindung. Shalawat dan salâm kepada Nabi Muhammad Rasulullâh Shallallâhu Alaihi Wa Salâm, Sang pembawa kabar gembira dan sebaik baik suri tauladan bagi yang mengharap Rahmat dan Hidayah-Nya.

Sungguh hanya melalui Pertolongan dan Perlindungan Allâh SWT semata sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan seizin Allâh SWT, di kesempatan yang baik ini saya ingin menghaturkan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar besarnya atas bantuan sehingga terselesainya skripsi ini kepada:

- Keluarga tercinta, kedua orang tua Ayah: Syamsuri Noor dan Ibu: Siti Faridah yang selalu memberikan kasih sayang dan doanya yang tiada akhir. Serta kakak tercinta Khairul Fuad yang selalu memberikan dukungan.
- Seluruh keluarga besar di kota Banjarmasin yang memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
- Segenap keluarga di kota Malang yang memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
- Bapak Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Ibu Ir. Retnowati, M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak waktu, keikhlasan, dan kesabaran dalam membimbing.
- Bapak Ir. Purwanto, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan, nasehat, pengarahan, motivasi dan saran hingga selesainya skripsi ini.
- Ibu Dr. Erni Yudaningsy, S.T., M.T. selaku Ka. Lab Sistem Kontrol atas segala kesempatan, nasehat, pengarahan, motivasi, saran dan masukan yang telah diberikan.
- Seluruh dosen Teknik Elektro UB yang memberikan ilmu dan pengetahuan yang berguna.
- Keluarga besar angkatan 2010 “MAGNET 10” yang ikhlas berbagi kehangatan, kesenangan, serta canda tawa.

- Keluarga besar teman-teman asisten laboratorium sistem kontrol, terima kasih telah memberikan banyak bantuan serta pengetahuan dalam belajar dan berkreasi.
- Kakak dan adik angkatan yang bersedia berbagi pengalaman serta canda dan tawa di setiap kesempatan.
- Semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyusunan skripsi ini.

Sekiranya Allâh SWT mencatat amalan ikhlas kami dan semua pihak yang turut membantu sehingga skripsi ini terselesaikan. Akhirnya, kami menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna namun semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Allâhumma Amîn.

Malang, 08 Juli 2014

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK.....	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Sistematika Pembahasan	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem Pengendalian	4
2.2 Loop Pengendalian.....	5
2.2.1 Sistem Pengendalian <i>Loop</i> Terbuka (<i>Open Loop Control System</i>).....	5
2.2.2 Sistem Pengendalian <i>Loop</i> Tertutup (<i>Close Loop Control System</i>).....	5
2.3 Sistem Multivariabel.....	6
2.4 Variabel – Variabel Instrumentasi yang Diukur dan Dikontrol	7
2.4.1 <i>Temperature</i>	7
2.4.2 <i>Level</i>	7
2.4.3 <i>Pressure</i>	8
2.4.4 <i>Flow</i>	9
2.5 Pemanas (<i>Heater</i>)	9
2.6 Sensor <i>Level</i>	10
2.7 Sensor Temperatur	11
2.8 <i>Transmitter</i>	11
2.9 Katup Kontrol	12

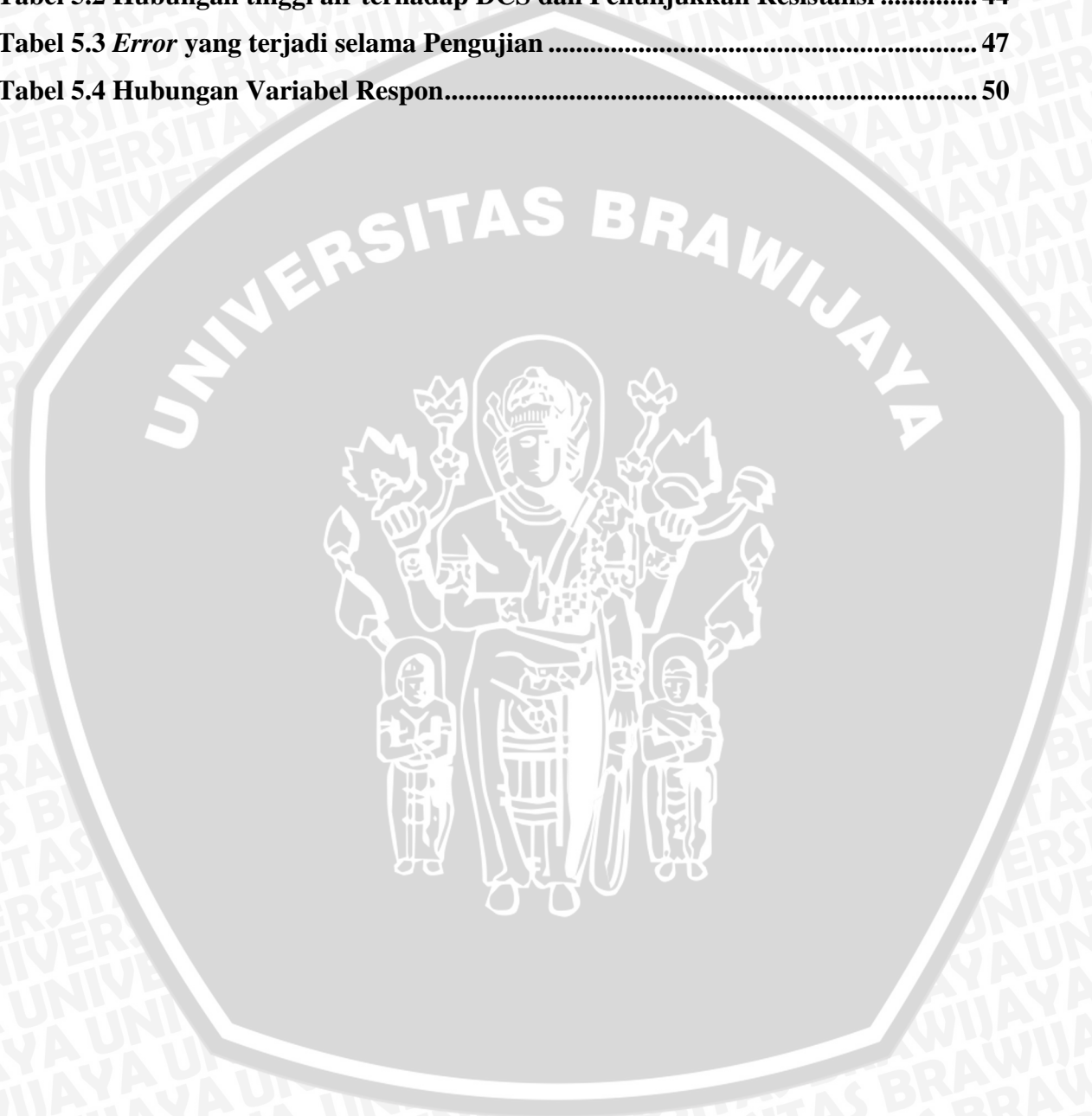
2.10 DCS (Distributed Control System)	13
2.10.1 Arsitektur DCS.....	14
2.10.2 Prinsip Kerja DCS	15
2.10.3 Fungsi DCS	15
2.10.4 Kelebihan dari sistem DCS	16
2.10.5 Komponen - Komponen DCS	16
BAB III	18
METODE PENELITIAN	18
3.1 Penentuan spesifikasi alat.....	18
3.2 Pengujian dan analisis.....	18
BAB IV	20
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	20
4.1 Cara Kerja Sistem	20
4.2 Spesifikasi Alat	23
4.3 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	24
4.3.1 Yokogawa DCS Centum VP (<i>Vigilant Plant</i>).....	24
4.3.2 Rangkaian modul I/O DCS	26
4.3.3 <i>eTape Level Sensor</i>	27
4.3.4 <i>Pt00 Temperature Sensor</i>	29
4.3.5 <i>PR 5333 Programmable Temperature Transmitter</i>	29
4.3.6 <i>Solenoid Valve in – out 1/4"</i>	30
4.3.7 <i>Elektrik Heater</i>	31
4.3.8 <i>OMRON LY2J</i>	31
4.3.9 <i>Switching Power Supply 12 Volt – 5 Ampere</i>	32
4.4 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	32
4.4.1 Pembuatan Function Block	33
4.4.2 Pembuatan <i>Trend</i>	36
4.4.3 Pembuatan <i>Graphic</i>	37
BAB V	38
PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM	38
5.1 Pengujian Sensor Pt100 dan <i>Transmitter</i>	38
5.2 Pengujian <i>Solenoid Valve</i> dan <i>Sensor Level</i>	42
5.3 Pengujian Sistem Keseluruhan	45

BAB VI	52
PENUTUP	52
6.1 Kesimpulan	52
6.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	54



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Acuan Pengukuran Temperatur	7
Tabel 5.1 Nilai Resistansi range -50° sampai dengan 150° celcius.....	40
Tabel 5.2 Hubungan tinggi air terhadap DCS dan Penunjukkan Resistansi	44
Tabel 5.3 <i>Error</i> yang terjadi selama Pengujian	47
Tabel 5.4 Hubungan Variabel Respon.....	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Proses Pengukuran	4
Gambar 2.2 Blok Diagram Sistem <i>Loop</i> Terbuka	5
Gambar 2.3 Blok Diagram <i>Loop</i> Tertutup.....	5
Gambar 2.4 Kontrol Kaskade	6
Gambar 2.5 Sistem dengan dua masukan dan satu keluaran	7
Gambar 2.6 Terminologi Tekanan	8
Gambar 2.7 Elemen Pemanas	10
Gambar 2.8 Sensor <i>level</i> Air.....	10
Gambar 2.9 Sensor Jenis RTD	11
Gambar 2.10 PRetop 5333 <i>Programmable Transmitter</i>	12
Gambar 2.11 Katup Kontrol direksional 2/2	13
Gambar 2.12 Bagian – Bagian dalam Jaringan DCS.....	14
Gambar 2.13 Arsitektur DCS Yokogawa.....	14
Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem Pengaturan Temperatur Air Panas <i>Heater</i>	20
Gambar 4.2 P & ID Sistem Pengaturan Temperatur Air Panas <i>Heater</i>	21
Gambar 4.3 Komponen Penyusun DCS CENTUM VP	25
Gambar 4.4 Slot Analog <i>Input</i>	26
Gambar 4.5 Saklar Digital <i>Input</i>	27
Gambar 4.6 Slot Digital <i>Output</i>	27
Gambar 4.7 Sensor <i>eTape</i>	28
Gambar 4.8 Penampang Sensor <i>eTape</i>	28
Gambar 4.9 Sensor Pt100	29
Gambar 4.10 Blok Diagram <i>Programmable Transmitter</i>	30
Gambar 4.11 Pengkabelan 2-wire PR 5333	30
Gambar 4.12 <i>Solenoid Valve</i> dengan suplai DC.....	30
Gambar 4.13 <i>Relay</i> DPDT	31
Gambar 4.14 <i>Switching Power Supply</i>	32
Gambar 4.15 <i>Window "Create New Project"</i>	33
Gambar 4.16 <i>Window</i> Pemilihan <i>Function Block</i>	33
Gambar 4.17 Diagram Alir Pembuatan <i>Function Block</i>	34
Gambar 4.18 <i>Funtion block starting system</i>	34

Gambar 4.19 <i>Sequence Tables</i>	35
Gambar 4.20 <i>Function Block</i> Pengendalian Sistem Keseluruhan	35
Gambar 4.21 Diagram Alir Pembuatan <i>Trend</i>	36
Gambar 4.22 Pengisian <i>Trend</i>	36
Gambar 4.23 Diagram Alir Pembuatan <i>Graphic</i>	37
Gambar 4.24 <i>Graphic</i> sistem	37
Gambar 5.1 Rangkaian Pengujian Pt100 dan <i>Transmitter</i>	38
Gambar 5.2 Program Pengujian Temperatur	39
Gambar 5.3 Grafik Karakteristik Pt100 kelas A.....	40
Gambar 5.4 Grafik Hubungan Waktu terhadap Kenaikan Temperatur	41
Gambar 5.5 Grafik Hubungan Waktu terhadap Kenaikan Temperatur pada tinggi 3 cm	41
Gambar 5.6 Rangkaian Pengujian <i>Solenoid Valve</i> dan <i>eTape Sensor</i>	42
Gambar 5.7 Program Pengujian <i>Level</i>	43
Gambar 5.8 Grafik Hubungan Waktu <i>solenoid valve</i> dan pembacaan tinggi oleh sensor	43
Gambar 5.9 Grafik Penunjukkan % DCS dan tinggi air	44
Gambar 5.10 Grafik Penunjukkan resistansi <i>eTape</i> dan tinggi air	45
Gambar 5.11 Grafik Keluaran Temperatur	46
Gambar 5.12 Grafik Respon Aksi Pengendalian.....	48
Gambar 5.13 Grafik Keluaran <i>Level</i>	49
Gambar 5.14 <i>Function Block</i> Kontrol multivariabel Temperatur & <i>Level</i>	51



ABSTRAK

Instrumentasi pengontrolan telah berkembang pesat, salah satu instrumentasi pengontrolan yang paling banyak digunakan dalam dunia industri ialah *DCS (Distributed Control System)*. Teknik pengontrolan DCS mampu meningkatkan performasi dan mampu mengendalikan sistem dengan *multi-input* maupun *multi-output*. Penerapan aplikasi DCS dilakukan pada suatu pemanas (*heater*) dengan daya 190 watt, yaitu dengan melakukan pengontrolan multivariabel. Kontrol multivariabel dilakukan pada dua variabel kontrol, antara lain variabel temperatur dan variabel *level*. *Plant* yang diatur berupa tangki *heater*.

Temperatur air akan dikontrol pada suhu 60° celcius, walaupun suhu pemanas mencapai titik maksimum $98,8^{\circ}$ celcius. *Level* air akan dikontrol untuk menambahkan air dalam tangki sebagai media pendingin jika terjadi kenaikan suhu tidak sesuai *setpoint* dan agar air tidak melebihi tinggi tangki 12 cm.

Analisis dilakukan untuk mengamati performasi yang diberikan sistem. Pengujian menunjukkan *settling time* sebesar 10 menit, 24 detik. Selama *sampling data* 18 menit, 04 detik, *error* kenaikan suhu pada *range* 4,00% – 4,17% dan *error* penurunan suhu pada *range* 2,67% – 4,67%. Dalam proses terjadi *error* akibat kenaikan suhu, namun *error* tersebut dapat dikendalikan oleh DCS. Pemrograman pengendalian menggunakan *block control default* PID DCS dengan *Proporsional* = 100, *Integral* = 20, dan *Derivatif* = 0.

Kata kunci: *Distributed Control System*, pemanas, multivariabel, temperatur, *level*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penguapan (*evaporization*) adalah peristiwa perubahan wujud benda dari cair menjadi gas. Contohnya, air yang dipanaskan. Dalam proses penguapan air diperlukan energi kalor untuk memanaskan air. Kalor adalah tenaga yang mengalir dari sebuah benda ke sebuah benda lain karena adanya perbedaan temperatur diantara kedua benda tersebut. Salah satu perangkat elektronik yang menerapkan kalor dalam penguapan ialah pemanas atau *heater*.

Pemanas atau *heater* adalah suatu bahan yang mampu menghasilkan energi panas bila diberi tegangan AC/ DC. Pemanas (*Heater*) mampu memanaskan air menjadi air panas. Perpindahan panas dalam *heater* terjadi secara konveksi. Konveksi terjadi saat perpindahan panas dari suatu tempat ke tempat lain akibat perpindahan bahannya sendiri.

Teknologi pengontrolan telah berkembang pesat dari awal penemuannya hingga sekarang. Teknik pengontrolan manual dengan perangkat elektronik analog telah berkembang menjadi pengontrolan otomatis yang modern dengan perangkat digital atau kombinasi perangkat analog dan digital. Penggunaan kontrol modern dalam industri disebabkan karena sistem yang semakin kompleks dan memerlukan ketelitian yang tinggi. Sistem - sistem yang kompleks mempunyai multi masukan - multi keluaran dan parameternya berubah terhadap waktu. Penyesuaian antara persyaratan performansi sistem kontrol yang semakin berat, semakin kompleksnya sistem, dan kemudahan perhitungan pada komputer, maka teori kontrol modern yang merupakan pendekatan baru dalam analisis dan disain sistem kontrol yang kompleks dikembangkan sejak tahun 1960. Perangkat pengontrol pun telah berkembang dari *relay*, kontrol PID, *PLC (Programmable Logic Controller)* hingga *DCS (Distributed Control System)*.

Pada dunia industri teknologi pengontrolan DCS telah diterapkan pada *plant-plant* berskala besar, seperti *boiler*, *heat exchanger*, dan *furnace*. Proses yang terjadi pada *boiler* melibatkan proses pemanasan dan penguapan. Untuk lebih memahami proses pengendalian DCS pada proses penguapan, dibuatlah *mini-plant* proses dengan pemanas elektrik. *Mini-plant* ini membantu dalam proses pembelajaran dikarenakan keterbatasan untuk mengamati *plant-plant* yang besar. Tetapi, penerapan pengontrolan temperatur air panas yang terdapat pada pemanas tidak dapat diamati dengan satu variabel kontrol saja.

Pembuatan *mini-plant* pengontrol temperatur air panas akan dikontrol dua variabel masukan, yaitu temperatur dan *level*. Pengontrol dilakukan secara multivariabel MISO (*multi-input single-output*), di mana terdapat dua variabel masukan dan satu keluaran. Teknologi *Distributed Control System* akan memudahkan pengontrol multivariabel dalam simulasi suatu sistem pemanas, sehingga didapatkan temperatur air panas sesuai dengan nilai yang diinginkan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah pada skripsi ini ialah sebagai berikut:

- 1) Apa parameter fisis yang dikontrol dalam sistem pemanas (*heater*).
- 2) Bagaimana penerapan kontrol multivariabel antara temperatur dan *level* dalam sistem pemanas (*heater*).
- 3) Bagaimana proses kontrol modern DCS dengan variabel temperatur dan *level* pada pemanas.
- 4) Bagaimana merancang sistem pemanas yang dikontrol melalui DCS.

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan dalam skripsi ini dibatasi oleh hal – hal sebagai berikut:

- 1) Kontrol multivariabel yang diterapkan ialah MISO, meliputi variabel *input* temperatur dan *level*.
- 2) Pemanasan menggunakan perangkat pemanas elektronik dengan rentang panas 0° – $98,8^{\circ}$ celcius.
- 3) Pemanas elektrik memiliki dimensi tinggi 12 cm, diameter 13,5 cm, dan daya tampung 1,64 liter, serat menyerap daya 190 Watt, 220 Volt AC, frekuensi 50 Hz.
- 4) Suhu air panas *heater* dikendalikan pada 60° celcius.
- 5) Pengukuran tidak mengukur tekanan dalam *heater*.
- 6) Pengukuran tidak mengukur laju aliran air pada keluaran *solenoid valve*.
- 7) *Settling time* yang untuk *steady state* selama 10 menit, 24 detik.
- 8) Pengontrolan menggunakan perangkat Yokogawa DCS Centum VP.

1.4 Tujuan

Merancang suatu alat pemanas untuk menjaga suhu air dalam *plant* (tangki *heater*) yang dikontrol Yokogawa DCS Centum VP dengan memanfaatkan pengontrolan

multivariabel antara temperatur dan *level*, sehingga didapatkan suhu air panas yang diinginkan.

1.5 Sistematika Pembahasan

Penyusunan skripsi ini terdiri atas enam bab dengan sistematika penyusunan laporan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan tentang latar belakang, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan, dan sistematika pembahasan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tinjauan pustaka yang digunakan sebagai teori penunjang dan landasan teori yang mendukung penulisan.

BAB III METODOLOGI PENULISAN

Menguraikan tentang proses-proses yang dilakukan dari pertama sampai terakhir untuk mencari data - data penelitian dan metode penelitian yang digunakan.

BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Menjelaskan tentang perancangan dan pembuatan alat yang meliputi prinsip kerja alat, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Menguraikan tentang proses *try and error* pengambilan data dengan memilih lokasi yang sesuai dengan bahasan masalah dan proses analisis yang meliputi pengujian per blok sistem dan pengujian sistem secara keseluruhan yang merujuk pada kesimpulan.

BAB VI PENUTUP

Berisi tentang uraian kesimpulan dan saran yang diperlukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

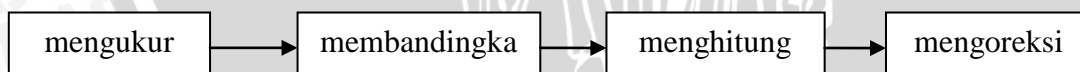
Untuk memudahkan dalam memahami cara kerja sistem yang dirancang maupun dasar - dasar perencanaan dari sistem yang dibuat, maka perlu adanya penjelasan dan uraian mengenai teori penunjang yang digunakan dalam penulisan skripsi ini.

Teori penunjang yang digunakan dalam bab ini, antara lain:

- Sistem Pengendalian dan Loop Pengendalian
- Sistem Multivariabel
- Variabel – Variabel Instrumentasi yang Diukur dan Dikontrol
- Pemanas (*Heater*)
- Sensor *Level*
- Sensor *Temperature*
- *Transmitter*
- Katup Kontrol
- DCS (*Distributed Control System*)

2.1 Sistem Pengendalian

Sistem pengendalian berfungsi untuk mengendalikan jalannya proses agar variabel proses yang sedang diukur dapat dikendalikan dan diatur sesuai dengan nilai yang dikehendaki (*setpoint*). Gambar 2.1 memberikan kegiatan yang dilakukan dalam pengukuran, antara lain:



Gambar 2.1 Diagram Proses Pengukuran

1. Mengukur yaitu mengukur proses variabel, kemudian sinyal diubah menjadi sinyal standar.
2. Membandingkan yaitu membandingkan antara *process variabel* (PV) dengan *setpoint value* (SV).
3. Menghitung yaitu menghitung perbedaan antara PV dengan SV, hasilnya disebut *error*.
4. Mengoreksi yaitu setelah mendapat nilai *error* maka dikoreksi untuk menentukan perubahan pada *final element*.

Sistem kontrol mempunyai beberapa persyaratan umum, antara lain:

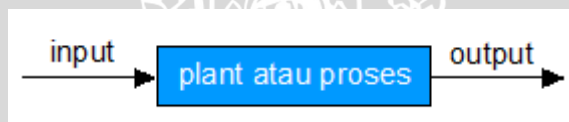
- Setiap sistem kontrol harus stabil.
- Sistem kontrol harus mempunyai kestabilan relatif yang layak.
- Kecepatan respon harus cukup cepat dan menunjukkan peredaman yang layak.
- Suatu sistem kontrol juga harus mampu memperkecil kesalahan sampai nol atau sampai pada suatu harga yang dapat ditoleransi.

2.2 Loop Pengendalian

Secara umum bentuk *loop* sistem pengendalian dibagi menjadi dua macam, yaitu:

2.2.1 Sistem Pengendalian *Loop* Terbuka (*Open Loop Control System*)

Sistem pengendalian *loop* terbuka adalah sistem pengendalian yang keluarannya tidak dapat mempengaruhi aksi dari pengendaliannya. Jadi, pada sistem ini keluaran dari kontrolernya tidak diukur atau diumpanbalikkan untuk dibandingkan dengan masukannya (K. Ogata, 1985), seperti ditampilkan dalam Gambar 2.2.

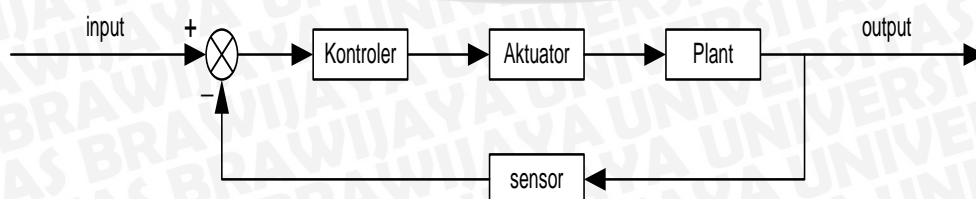


Gambar 2.2 Blok Diagram Sistem *Loop* Terbuka

Salah satu contoh sistem *loop* terbuka adalah sistem pengaturan temperatur ruangan. Untuk mendapatkan temperatur yang diinginkan, operator menggunakan pengalamannya untuk mengeset daya yang dibutuhkan sistem agar keluaran sistem yang berupa temperatur ruangan sesuai dengan temperatur ruangan yang diinginkan.

2.2.2 Sistem Pengendalian *Loop* Tertutup (*Close Loop Control System*)

Sistem pengendalian *loop* tertutup adalah sistem pengendalian yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengendaliannya (K. Ogata, 1985). Sinyal kesalahan yang bekerja yaitu antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik yang disajikan ke kontroler disajikan sedemikian rupa untuk mengurangi kesalahan dan membawa keluaran sistem ke nilai yang dikehendaki. Blok diagram sistem *loop* tertutup ditampilkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Blok Diagram *Loop* Tertutup

Contohnya *thermostat* pada ruangan untuk menjalankan atau mematikan alat pemanas atau pendingin agar suhu tetap nyaman. Biasanya berupa pengukur tidak langsung seperti pengukur *level* dengan radar dan ultrasonik. Di dalam pengendalian *loop* tertutup terdapat tiga macam metode pengendalian, yaitu:

a. *Feed Back Control System*

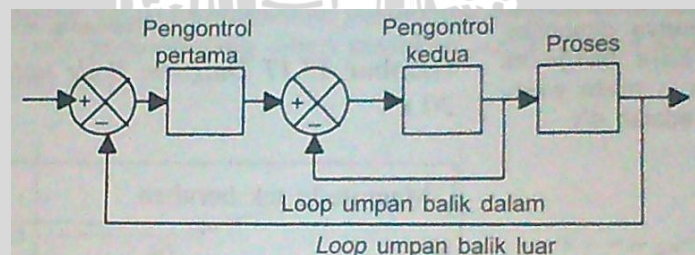
Feed back control system adalah sistem pengendalian dimana besaran proses yang diatur dan diukur (PV) dibandingkan dengan nilai yang dikehendaki (SV) dan perbedaannya digunakan sebagai dasar untuk mengeliminir perbedaan yang ada (membuka dan menutup *control valve*).

b. *Feed Forward Control System*

Pada metode ini beban proses pengaturan diukur kemudian dibandingkan dengan beban normal dan bila ada perbedaan, maka perbedaan tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan aksi antisipasi agar tidak terjadi penyimpangan pada *primary* proses variabel yang diatur.

c. *Cascade Control System*

Kontrol *cascade* adalah kontrol yang melibatkan penggunaan dua buah pengontrol dengan keluaran dari pengontrol pertama merupakan titik pengaturan bagi pengontrol kedua. Loop umpan balik untuk salah satu pengontrol berada di dalam loop umpan balik untuk pengontrol yang lain, seperti yang ditampilkan dalam Gambar 2.4. Sistem seperti ini dapat menghasilkan perbaikan karakteristik respon sistem terhadap gangguan yang muncul (W. Bolton, 2006: 290).

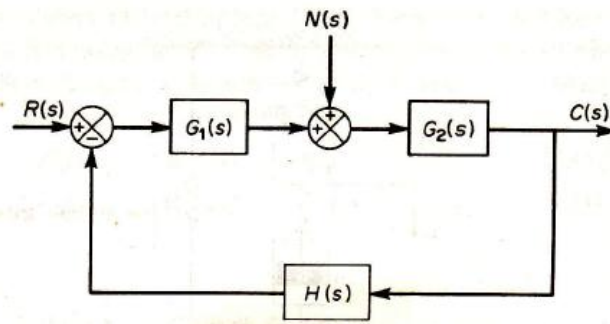


Gambar 2.4 Kontrol Kaskade

Kontrol kaskade meliputi penggabungan dua kontroler menjadi satu yang difungsikan secara bersamaan dan dikontrol secara bersama pula.

2.3 Sistem Multivariabel

Sistem yang memiliki muti-masukan dan multi-keluaran disebut sistem multivariabel. Sistem semacam ini memiliki m masukan dan n keluaran (K. Ogata, 1985).



Gambar 2.5 Sistem dengan dua masukan dan satu keluaran

Sistem yang ditampilkan dalam Gambar 2.5 mempunyai dua masukan, yaitu masukan acuan dan masukan gangguan, dan satu keluaran.

2.4 Variabel – Variabel Instrumentasi yang Diukur dan Dikontrol

2.4.1 Temperature

Pengukuran *temperature* digunakan untuk mendeteksi gejala perubahan *temperature*/ panas/ suhu pada suatu dimensi benda atau dimensi ruang tertentu. Temperatur adalah besaran relatif, tergantung pada acuan yang digunakan. Berbagai besaran temperatur menggunakan suatu acuan sebagai harga dasarnya. Beberapa sifat fisika benda yang digunakan sebagai acuan pengukuran temperatur diberikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel Acuan Pengukuran Temperatur

Acuan	Temperatur (° C)
Titik didih Hidrogen (H)	-252.78
Titik didih Nitrogen (N)	-195.81
Titik beku Air raksa (Hg)	-38.87
Titik beku Air (H ₂ O)	0
Titik didih Air (H ₂ O)	100
Titik didih Sulfur (S)	444.60
Titik cair Perak (Ag)	950.5
Titik cair Emas (Au)	1063.0

2.4.2 Level

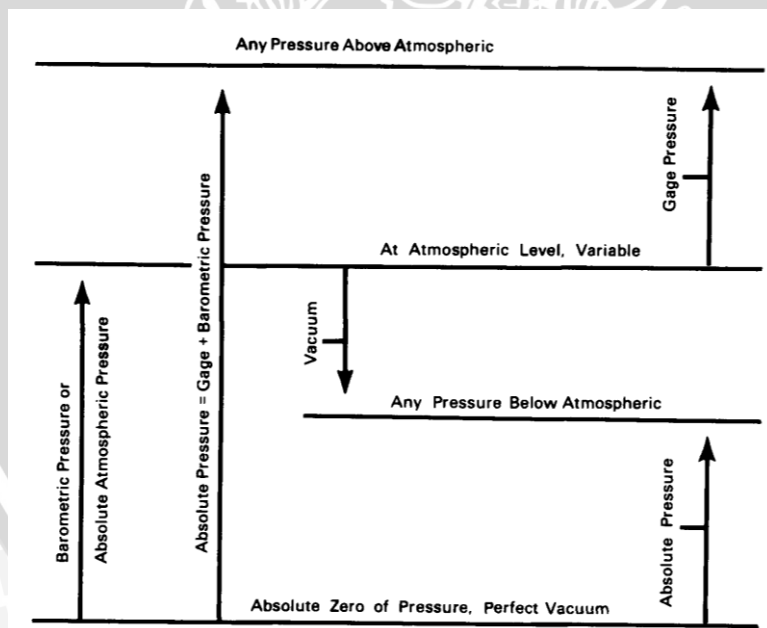
Pengukuran *level* bertujuan untuk mengetahui tinggi permukaan dari suatu material yang diukur di dalam sebuah wadah. Kondisi operasi yang harus diketahui dalam pengukuran *level* adalah:

- Level range*
- Fluida characteristic*
- Efek korosif
- Apakah fluida mempunyai kecenderungan efek *coat* atau menempel pada dinding *vessel* atau *measuring device*.
- Apakah fluida tersebut *turbulent* disekitar area pengukuran.

Secara normal tidak ada kesulitan berarti di dalam mengukur *level* fluida bersih dan *nonviscous*, namun untuk material *slurry* atau material dengan *viscous* yang berat dan solid, akan banyak menimbulkan masalah.

2.4.3 Pressure

Pressure atau tekanan adalah gaya yang bekerja persatuan luas, dengan demikian satuan tekanan identik dengan satuan tegangan (*stress*). Alat ukur tekanan disebut sebagai *Manometer*. Pada umumnya tekanan fluida yang diukur di industri proses adalah cairan dan gas. Terdapat empat terminologi penting yang biasa digunakan tentang ukuran atau pengukuran tekanan seperti yang ditampilkan dalam Gambar 2.6, yaitu:



Gambar 2.6 Terminologi Tekanan

- Absolute Pressure* (tekanan absolut)

Gaya yang bekerja pada satuan luas, tekanan ini dinyatakan dan diukur terhadap tekanan NOL.

- Gauge Pressure* (tekanan relatif)

Tekanan yang dinyatakan dan diukur relatif terhadap tekanan atmosfer. Jadi tekanan relatif adalah selisih antara tekanan absolut dengan tekanan atmosfer.

(1 atmosfer = 760 mmHg = 14.7 psig)

- c. *Vacum Pressure* (tekanan hampa)

Tekanan yang lebih rendah dari tekanan atmosfer.

- d. *Differential Pressure* (tekanan differensial)

Tekanan yang diukur terhadap tekanan yang lain.

2.4.4 Flow

Pengukuran aliran fluida sangat penting di dalam suatu industri proses seperti kilang minyak (*refinery*), pembangkit listrik (*power plant*), dan industri kimia (*petrochemical*). Pada industri proses seperti ini, memerlukan penentuan kuantitas dari suatu fluida (*liquid*, gas atau *steam*) yang mengalir melalui suatu titik pengukuran, baik di dalam saluran yang tertutup (*pipe*) maupun saluran terbuka (*open channel*). Kuantitas yang ditentukan adalah laju aliran volume (*volume flow rate*), laju aliran massa (*mass flow rate*), kecepatan aliran (*flow velocity*).

2.5 Pemanas (*Heater*)

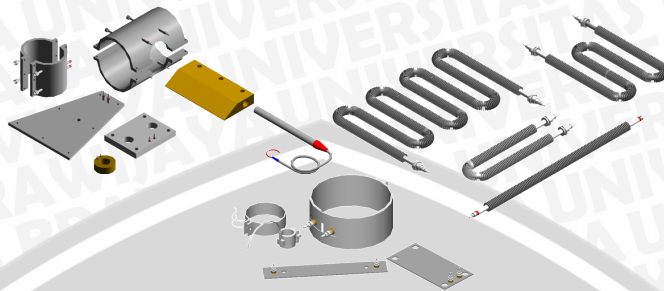
Pemanas atau *heater* adalah suatu bahan yang mampu menghasilkan energi panas bila diberi tegangan bolak – balik maupun tegangan searah. Bahan – bahan yang paling banyak digunakan untuk pembuatan elemen pemanas listrik terdiri atas campuran:

- Krom – Nikel
- Krom – Nikel – Besi
- Krom – Besi – Alumunium

Kawat untuk elemen pemanas listrik harus memenuhi syarat – syarat sebagai berikut:

1. Harus tahan lama pada suhu yang dikehendaki.
2. Mekanis harus cukup kuat pada suhu yang dikehendaki.
3. Koefisien muai harus kecil, sehingga perubahan bentuknya pada suhu yang dikehendaki tidak terlalu besar.
4. Tahanan jenis harus tinggi.
5. Koefisien suhu harus kecil, sehingga arus kerja sedapat mungkin konstan.

Bahan yang digunakan sebagian besar ditentukan oleh suhu maksimum yang dikehendaki. Logam – logam campuran tersebut di atas dapat digunakan sampai 1000°C - 1250°C. Ilustrasi pemanas elektronik ditampilkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Elemen Pemanas

Sumber: www.indonetwork.co.id

Sebagai penyangga panas maka diperlukan isolasi. Bahan Isolasi kawat pemanas tidak boleh mengadakan reaksi kimia dengan bahan kawatnya pada suhu penggunaan. Syarat ini terutama penting untuk bahan – bahan isolasi keramik seperti porselen (Safrian Noor H., 2010: 12).

2.6 Sensor Level

Sensor *level* merupakan elemen yang langsung mengadakan kontak dengan obyek ketinggian air yang diukur. Sensor *level* mengubah besaran fisis tinggi menjadi besaran listrik. Sensor *level* berfungsi sebagai transduser yang mengubah besaran *level* (ketinggian air) menjadi besaran listrik. Sensor *level* harus mempunyai kepekaan terhadap perubahan *level* (ketinggian air) yang akan diukur. Salah satu contoh sensor *level*, yaitu *eTape liquid level sensor*, ditampilkan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Sensor level Air

Sensor *eTape* ialah sensor cairan yang mengukur secara kontinu ketinggian air untuk cairan non - korosif. Sensor ini bekerja dengan teknologi cetakan elektronik yang memproses secara langsung sirkuit fungsional. Ketika cairan merendam bagian sensor *eTape*, akibat tekanan hisrostatik terjadi perubahan resistansi yang sesuai dengan jarak dari puncak sensor ke permukaan cairan/ fluida. Sensor *eTape* menunjukkan *output* resistif yang berbanding terbalik dengan ketinggian cairan: semakin rendah *level* cairan, semakin tinggi resistansi keluaran; semakin tinggi *level* cairan, semakin rendah resistansi keluaran.

Sensor *eTape* dapat difungsikan sebagai variabel resistor. Jangkauan ketinggian sensor ini dari 0 – 30 cm (0 – 14,1 inchi) dengan perubahan kenaikan per centimeter sebesar 59 Ω / cm pada tingkat toleransi \pm 10%. Untuk range temperatur kerja pada -9° C sampai dengan 65° C (*eTape Continuous Liquid Level Sensor datasheet*, milonetech.com)

2.7 Sensor Temperatur

Sensor temperatur ialah elemen yang langsung mengadakan kontak dengan obyek suhu yang diukur. Sensor temperatur berfungsi untuk mengubah besaran fisis temperatur yang diukur menjadi besaran listrik. Salah satu contoh sensor temperatur ialah sensor suhu Pt100, ditampilkan dalam Gambar 2.9.

Sensor Pt100 merupakan salah satu jenis sensor suhu yang terkenal dengan keakurasiannya. Pt100 termasuk golongan RTD (*Resistive Temperature Detector*) dengan koefisien suhu positif, yang berarti nilai resistansinya naik seiring dengan naiknya suhu. Pt100 terbuat dari logam platinum, oleh karenanya namanya diawali dengan “Pt”. Disebut Pt100 karena sensor dikalibrasi pada suhu 0° C pada resistansi 100 ohm.



Gambar 2.9 Sensor Jenis RTD

Sumber: alixepress.com

2.8 Transmitter

Transmitter merupakan peralatan instrumentasi yang mengubah *sensing element* dari sensor ke besaran sinyal standar sehingga sinyal dapat dibaca (*indicator*), dicatat (*recorder*), dan mampu diterjemahkan oleh *controller*. Sinyal *output* sebagai olahan dari

transmitter ada dua macam yaitu pneumatik dan elektrik. Sistem transmisi pneumatik adalah transmisi menggunakan udara bertekanan untuk mengirimkan sinyal, sedangkan sistem transmisi elektrik adalah transmisi menggunakan sinyal elektrik untuk mengirimkan sinyal. Untuk mentransmisikan sinyal dari *transmitter* ke *controller* dalam transmisi elektrik, *transmitter* melakukan pengkondisi sinyal terlebih dahulu agar sesuai spesifikasinya (arus, tegangan). *Range* yang digunakan untuk transmisi ini adalah 4 – 20 mA atau 1 – 5 Vdc.

Salah satu alat instrumentasi yang menerapkan transmisi elektrik pada *transmitter* ialah PRetop 5333 *Programmable Transmitter* yang ditampilkan dalam Gambar 2.10.



Gambar 2.10 PRetop 5333 Programmable Transmitter

PRetop 5333 mampu melakukan pengukuran linear dengan masukan Pt100, Pt1000, Ni100, Ni1000, dan perubahan resistansi. *Transmitter* ini mampu mengkonversikan perubahan linier resistansi dari sensor suhu ke dalam sinyal arus standar industri 4 – 20 mA (PR 5333 2-wire programmable Transmitter datasheet, 2012).

2.9 Katup Kontrol

Control Valve secara bahasa dapat diartikan katup kontrol. Katup kontrol ialah *final element* dalam proses kontrol. *Final element* merupakan alat terakhir dari suatu pengaturan yang secara langsung mengontrol besaran proses agar berada pada nilai yang dikehendaki sesuai dengan perintah dari kontroler. *Final element* dari suatu pengaturan adalah *control valve* yang berfungsi untuk mewujudkan sinyal keluaran kontroler menjadi suatu aksi yang dapat mengembalikan kondisi proses ke harga yang dikehendaki. *Control valve* bekerja tergantung dari *input* yang diterima, yang berasal dari *output controller*.

Katup kontrol digunakan untuk menentukan arah aliran fluida di dalam sistem, mengontrol tekanan, serta mengontrol laju aliran. Tipe – tipe katup semacam ini disebut sebagai katup kontrol tekanan, katup kontrol aliran, dan katup kontrol direksional. Katup kontrol dikoreksi disebut sebagai katup posisi terbatas karena hanya memiliki dua posisi yaitu terbuka penuh atau tertutup penuh sehingga merupakan peranti *on/ off*, digunakan

untuk mengarahkan aliran fluida pada suatu lintasan. Katup ini ekuivalen dengan saklar listrik yang memiliki kondisi *on* atau *off*.

Katup kontrol direksional banyak digunakan dalam sistem kontrol sebagai elemen untuk menyalakan ataupun memadamkan tekanan hidrolik atau pneumatik, yang selanjutnya melalui sebuah aktuator, dapat digunakan untuk mengontrol pergerakan dari suatu benda tertentu. Katup kontrol direksional pada saat menerima sinyal eksternal yang dapat berupa sinyal mekanis, listrik. Atau pun tekanan, akan mengubah arah, menghentikan, atau memulai aliran fluida pada beberapa bagian dari suatu rangkaian pneumatik/ hidrolik.

Simbol dasar untuk katup kontrol adalah sebuah kotak bujur sangkar. Untuk katup kontrol direksional, digunakan dua atau lebih kotak bujur sangkar, dimana masing – masing kotak bujur sangkar merepresentasikan posisi pensaklaran yang dapat dilakukan terhadap katup. Katup – katup kontrol direksional dideskripsikan oleh banyaknya gerbang dan banyaknya posisi. Jadi katup 2/2 mempunyai 2 buah gerbang dan 2 posisi (W. Bolton, 2006: 131). Gambar 2.11 menunjukkan metode pensaklaran katup.



Gambar 2.11 Katup Kontrol direksional 2/2:

P mengindikasikan gerbang suplai tekanan dan **A** untuk gerbang sinyal keluran.

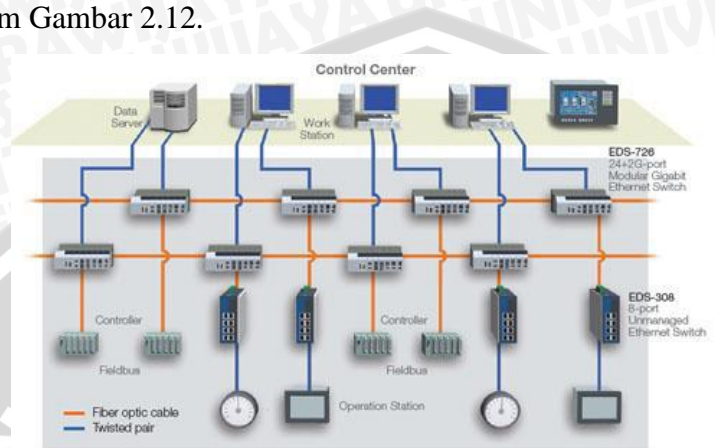
Salah satu bentuk katup kontrol direksional ialah *solenoid valve* atau katup elektrik. *Solenoid valve* merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan/ selenoida. *Solenoid valve* ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. Tugas dari *solenoid valve* adalah untuk mematikan, *release*, *dose*, *distribute* atau *mix fluids*.

2.10 DCS (*Distributed Control System*)

DCS (*Distributed Control System*) adalah pengembangan sistem kontrol dengan menggunakan komputer dan alat elektronik lainnya agar didapat suatu pengontrolan satu atau lebih dari satu loop sistem yang terpadu dan dapat dilakukan oleh semua orang dengan

cepat dan mudah. Alat ini dapat digunakan untuk mengontrol proses dalam skala menengah sampai besar.

DCS merupakan suatu sistem yang digunakan untuk proses kontrol yang berorientasi *continuous* atau *batch* proses seperti, industri semen, makanan minuman, kimia, pembangkit listrik, obat – obatan , besi – baja, kertas. Bagian – bagian jaringan DCS secara umum ditampilkan dalam Gambar 2.12.

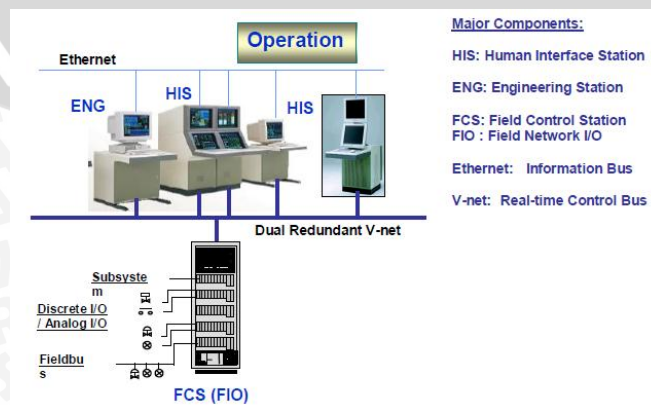


Gambar 2.12 Bagian – Bagian dalam Jaringan DCS

DCS terhubung dengan *field instrument* dan sensor – sensor menggunakan *setpoint* pengontrolan. Contoh utama dalam pengontrolan menggunakan *setpoint* adalah mengatur *pressure*, *flow fluida* dengan memakai penggerak *control valve*. Tiap DCS memakai *software* pengaturan dengan sistem integrasi antara konfigurator kontroler, HMI dan konfigurator lain, sehingga meskipun terlihat terpisah – pisah tetapi merupakan satu kesatuan konfigurasi sistem kontrol. Setiap DCS umumnya terdiri dari satu sistem *office station* yang berdiri sendiri, dan semua fitur dari kontroler dapat diakses semaksimal mungkin.

2.10.1 Arsitektur DCS

Arsitektur DCS dapat dilihat pada Gambar 2.13, secara garis besar terdiri dari tiga bagian utama, yaitu:



Gambar 2.13 Arsitektur DCS Yokogawa

- HIS (*Human Interface Station*)

Unit ini dipergunakan untuk memonitor dan mengoperasikan suatu proses termasuk menampilkan proses variabel, parameter kontrol dan *alarm* yang diperlukan oleh pengguna untuk mengetahui kondisi operasi serta status dalam *plant*.

- *Process Connection Devices*

Process Connestion Devices atau disebut juga FCS (*Field Control Station*) yang berfungsi sebagai peralatan *controller* (*control station & monitoring station*) terdiri dari modul – modul CPU (*Processor*), *I/O Module*, *Communication Module* dan *Power Supply Module*, dll.

- *Data Communication Facilities*

Data Communication Facilities berfungsi sebagai media komunikasi data secara *real time* antara *station – station* yang terhubung pada *communication-bus* (*data-highway*), terutama antara *control station*, *monitoring station* dengan *operator station*.

2.10.2 Prinsip Kerja DCS

Secara garis besar operasi pengendalian proses menggunakan DCS adalah variabel – variabel proses di lapangan yang diukur secara analog dan dikirim ke suatu stasiun kontrol lapangan. Disini variabel terukur yang sinyalnya masih bersifat analog (4 – 20 mA/ 1 - 5 Vdc) yang diubah menjadi sinyal digital yang kemudian diolah bersama – sama *setpoint* yang diberikan oleh suatu algoritma program pengendali tertentu.

Algoritma bertindak sebagai kontroler dari sistem. Hasil perhitungan merupakan sinyal digital yang dimanipulasi oleh sistem yang kemudian dikirim ke lapangan untuk menggerakkan aktuator guna melaksanakan perubahan yang diperlukan pada variabel proses. Variabel termanipulasi yang dihasilkan kontroler sebelum dikirim ke lapangan diubah menjadi sinyal analog dan dikondisikan sehingga sesuai dengan peralatan aktuator yang digunakan.

2.10.3 Fungsi DCS

Berikut ini adalah fungsi dari DCS, yaitu:

- DCS berfungsi sebagai alat untuk melakukan kontrol suatu loop sistem dimana dalam satu loop bisa terjadi beberapa proses kontrol.

- Berfungsi sebagai pengganti alat – alat kontrol manual dan otomatis yang terpisah-pisah menjadi suatu kesatuan sehingga lebih mudah untuk pemeliharaan dan penggunaannya.
- Sarana pengumpul data dan pengolahan data agar didapat suatu proses yang benar – benar diinginkan.

2.10.4 Kelebihan dari sistem DCS

Berikut ini adalah beberapa kelebihan DCS, yaitu:

- Fungsi kontrol terdistribusi
- Sistem *redundancy* tersedia di setiap *level*
- Modifikasi *interlock* sangat mudah
- Informasi variabel proses dapat ditampilkan sesuai dengan keinginan *user*
- *Maintenance* dan *troubleshooting* menjadi lebih mudah.

2.10.5 Komponen - Komponen DCS

Secara umum komponen dari DCS terdiri dari 5 komponen dasar yaitu: *Operator Station, Control module, History Module, Data Historian dan I/O module.*

a. *Operator station*

Operator station merupakan tempat dimana *user* melakukan pengawasan atau proses *monitoring* yang berjalan. *Operator station* digunakan sebagai *interface* dari sistem secara keseluruhan atau biasa juga dikenal dengan kumpulan dari beberapa HIS (*Human Interface Station*). Bentuk HIS berupa komputer biasa yang dapat mengambil data dari *control station*. *Operator station* dapat memunculkan variabel proses, parameter kontrol, dan alarm yang digunakan *user* untuk mengambil status operasi. *Operator station* juga dapat digunakan untuk menampilkan *trend data, messages,* dan data proses.

b. *Control module*

Control module merupakan bagian utama dari DCS. *Control module* adalah pusat kontrol atau sebagai otak dari seluruh pengendalian proses. *Control module* melakukan proses komputasi algoritma dan menjalankan ekspresi logika. Pada umumnya *control module* berbentuk *blackbox* yang terdapat pada panel atau *cabinet* dan dapat ditemui di *control room*. *Control*

module biasanya menggunakan *mode redundant* untuk meningkatkan kehandalan kontrol.

Fungsi dari *control module* adalah mengambil *input* variabel yang akan dikontrol. Nilai variabel tersebut akan dikalkulasi. Hasil dari kalkulasi ini akan dibandingkan dengan *setpoint* yang sudah ditentukan. *Setpoint* ini adalah nilai yang diharapkan sebuah proses. Jika hasil kalkulasi berbeda dengan set point, nilai tersebut harus dimanipulasi sehingga mencapai *setpoint* yang sudah ditentukan. Hasil manipulasi nilai akan dikirim ke modul *input* atau *output* dan diteruskan ke aktuator.

c. *History module*

Alat ini mirip dengan *harddisk* pada komputer. Alat ini digunakan untuk menyimpan konfigurasi DCS dan juga konfigurasi semua titik di pabrik. Alat ini juga bisa digunakan untuk menyimpan *file – file* grafik yang ditampilkan di konsol dan banyak sistem saat ini mampu menyimpan data – data operasional sistem.

d. *Data Historian*

Biasanya berupa perangkat lunak yang digunakan untuk menyimpan variabel – variabel proses, *setpoint* dan nilai-nilai keluaran. Perangkat lunak ini memiliki kemampuan laju *scan* (saat ini yang tercepat sebesar 1 ms) yang tinggi dibandingkan *History module*.

e. *I/O Module*

I/O Module merupakan *interface* antara *control module* dengan *field instrument*. *I/O module* berfungsi menangani *input* dan *output* dari suatu nilai proses, mengubah sinyal digital ke sinyal analog dan sebaliknya. Modul *input* mendapatkan nilai dari *transmitter* dan memberikan nilai proses kepada FCU untuk diproses, sedangkan FCU mengirimkan *manipulated value* kepada modul *output* untuk dikirim ke aktuator. Setiap *field instrument* pasti memiliki pengalamatan dan memiliki penamaan di *I/O module* (PT. Yokogawa Indonesia, 2008).

BAB III

METODE PENELITIAN

Perancangan pengontrolan multivariabel temperatur air panas *heater* mengacu pada rumusan masalah. Kajian dalam skripsi ini merupakan penelitian yang bersifat aplikatif, yaitu merancang suatu sistem pengendalian menggunakan *DCS (Distributed Control System)*.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk merealisasi perancangan alat secara umum secara berikut:

- Penentuan spesifikasi alat
- Pengujian dan analisis

3.1 Penentuan spesifikasi alat

Perencanaan alat yaitu dengan menentukan spesifikasi alat kemudian melakukan perancangan sesuai spesifikasi yang telah ditentukan dengan memperhatikan data-data komponen serta membuat blok diagram rangkaian. Setelah melakukan perancangan alat, maka dilakukan tahapan realisasi pembuatan alat. Pembuatan alat meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

Perancangan perangkat keras ialah proses pembuatan blok diagram sistem secara lengkap, penentuan dan perhitungan komponen yang akan digunakan, lalu merakit perangkat keras masing – masing blok.

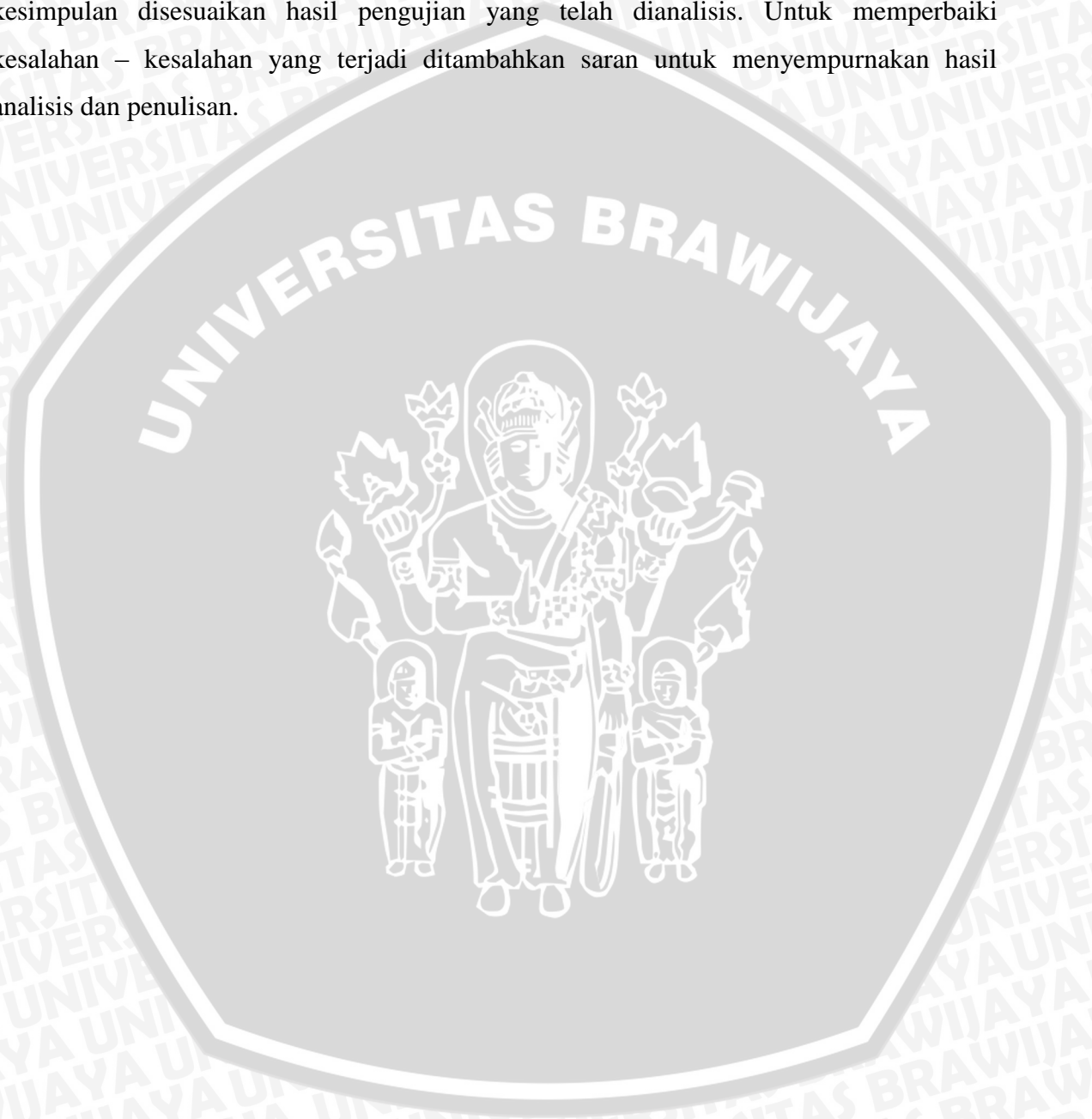
Setelah mengetahui spesifikasi perangkat keras yang dirancang, maka dibutuhkan perangkat lunak untuk mengendalikan dan mengatur kerja alat tersebut. Perancangan perangkat lunak menggunakan perangkat pemrograman yang terdapat pada *HIS DCS Centum VP*. Parameter spesifikasi yang diperoleh dari hasil perhitungan kemudian diterapkan ke dalam *DCS Centum VP* lalu diprogram sehingga didapatkan suatu keseluruhan sistem yang dikendalikan.

3.2 Pengujian dan analisis

Untuk memastikan bahwa perancangan sesuai dengan direncanakan maka dilakukan pengujian perangkat keras dan perangkat lunak, serta hasil pengujian akan dianalisis. Pengujian perangkat keras dilakukan per blok rangkaian maupun keseluruhan sistem. Penguji ini dilakukan untuk menyesuaikan nilai tegangan dan arus yang diizinkan bekerja dalam komponen berdasarkan data sekunder komponen, rangkaian pengkonversi resistansi

menjadi arus 4 – 20 mA yang diambil dari *datasheet* komponen elektronika, dan pengujian keseluruhan untuk mengetahui pengendalian kerja alat (sistem) setelah mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak.

Setelah hasil pengujian didapatkan, tahap berikutnya melakukan analisis. Proses analisis membantu pengambilan kesimpulan dari peralatan yang dibuat. Pengambilan kesimpulan disesuaikan hasil pengujian yang telah dianalisis. Untuk memperbaiki kesalahan – kesalahan yang terjadi ditambahkan saran untuk menyempurnakan hasil analisis dan penulisan.



BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

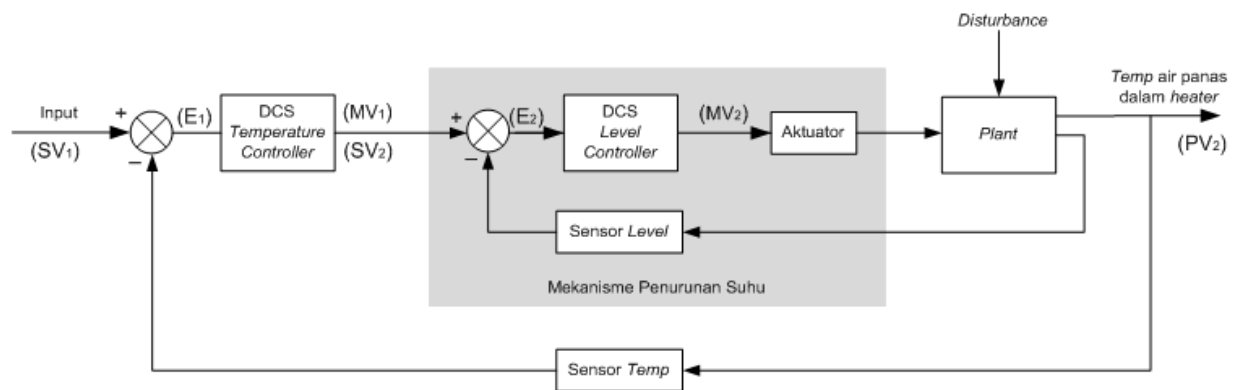
Perancangan alat ini dilakukan secara bertahap dalam bentuk blok sehingga akan memudahkan dalam analisis pada setiap bloknnya maupun analisis secara keseluruhan.

Perancangan ini terdiri dari:

- Cara kerja Sistem.
- Spesifikasi alat.
- Perancangan perangkat keras terdiri atas perancangan elektrik dan komunikasi DCS (*Distributed Control System*) CENTUM VP, sensor *level* (ketinggian), sensor temperatur, rangkaian modul I/O, *solenoid valve*, *transmitter*, *heater*, dan alat – alat yang digunakan pada sistem.
- Perancangan perangkat lunak terdiri atas perancangan *project* DCS CENTUM VP dan perancangan pemrograman.

4.1 Cara Kerja Sistem

Cara kerja sistem pengendalian temperatur air pada *heater* secara singkat ditampilkan dalam blok diagram Gambar 4.1.



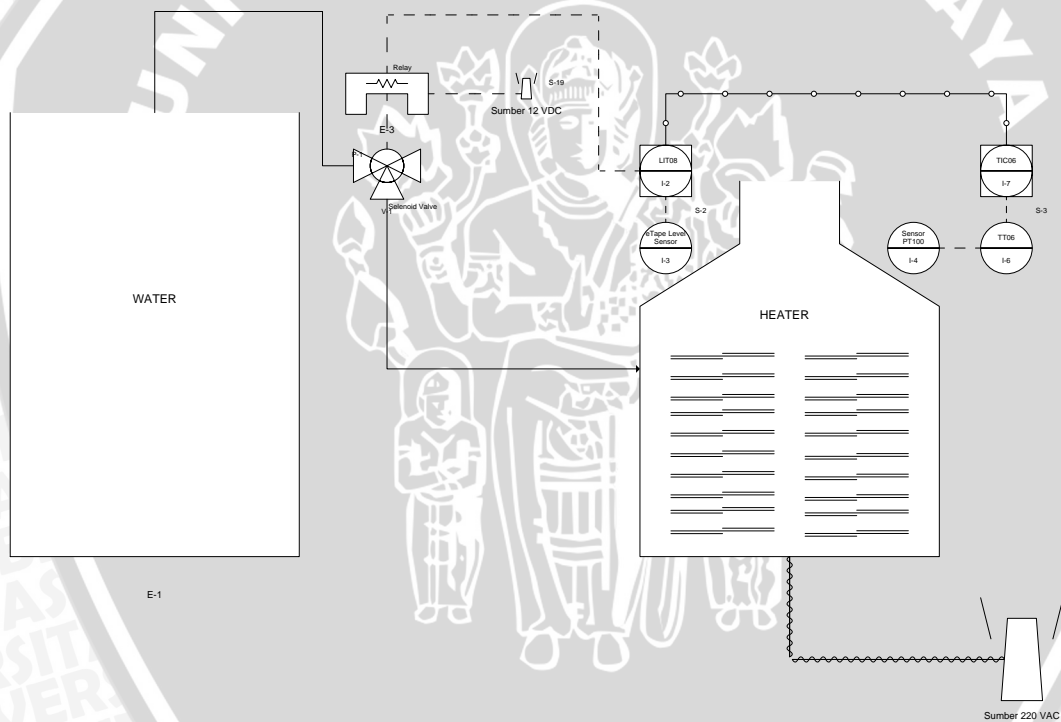
Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem Pengaturan Temperatur Air Panas Heater

Keterangan Gambar 4.1:

- *Setpoint* pada sistem ialah suhu yang diinginkan sebesar 60° celcius, *Setpoint* sistem berasal dari penentuan SV pada *face plate* di program CENTUM VP.
- Kontroler yang digunakan sebanyak dua macam yaitu, *DCS Temperature Controller* dan *DCS Level Controller*.
- *Plant* berupa objek fisik yang dikendalikan dalam sistem, ialah tangki *heater*.

- Aktuator berupa *solenoid valve*. Aktuator akan memanipulasi nilai yang ditentukan hingga didapatkan dikendalikan.
- Sensor digunakan untuk memantau objek fisis yang kontrol, meliputi sensor temperatur Pt100 dan sensor *level eTape*.
- *Disturbance* adalah gangguan pada sistem yang didapatkan pada pengukuran dan pengujian, yaitu berupa gangguan eksternal: penempatan sistem pada suhu lingkungan 20° celcius (sistem ditempatkan di bawah suhu normal 27° C).
- *Output* ialah nilai yang didapatkan hasil dari pengendalian, yaitu temperatur air yang dipanaskan dalam tangki *heater*.

Untuk lebih memahami prinsip kerja pengendalian dalam sistem ini, diberikan (P & ID) *Piping & Instrumentation Diagram* dalam Gambar 4.2. Prinsip kerja sistem pengendalian multivariabel temperatur air panas *heater* ini, dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 4.2 P & ID Sistem Pengaturan Temperatur Air Panas *Heater*

Tahap *starting*:

- Aktifkan *input* digital DI 1-1 dengan menyalakan saklar.
- Saat *input* digital aktif, maka *output* digital SELENOID pun aktif dengan mengeluarkan sinyal 24 Vdc dan ikut mengaktifkan TM01 pada DCS.
- Keluaran *output* sinyal digital 24 Volt dihubungkan dengan *relay* DPDT (*Double Pole Double Throw*), selain itu dihubungkan pula tegangan 12 Vdc

dan masukan *solenoid valve*. *Relay* ini berfungsi sebagai *switching* tegangan 12 Volt untuk mengaktifkan *solenoid valve*.

- Ketika TM01 selesai melakukan perhitungan selama 38 detik, maka pada tabung *heater* terdapat ketinggian air 3 cm.

Setelah tahap *starting* selesai, selanjutnya tahap pengontrolan, yaitu:

- Tampilkan *faceplate* TT08, LT06, dan HC01 pada DCS.
- Ubah menu pengendalian TT08 menjadi AUT dan memasukkan nilai SV (*Setpoint Value*) pada suhu 60° celcius.
- Ubah menu pengendalian HC01 menjadi AUT.
- Saklar *heater* yang di *supply* tegangan 220 VAC diaktifkan.
- Ubah menu pengendalian LT06 menjadi CAS.
- Dalam beberapa waktu pemanas elektronik akan memanaskan suhu air pada *heater*. Pembacaan suhu ini dipantau melalui sensor temperatur Pt100 yang dihubungkan dengan *transmitter*. Karena keluaran Pt100 tidak dapat dibaca langsung oleh DCS, maka *temperature transmitter* mengubah keluaran resistansi Pt100 menjadi 4 – 20 mA. Selain itu, *transmitter* juga mengubah keluaran Pt100 menjadi linear dengan itu pembacaan sensor sama atau linear dengan suhu sebenarnya.
- Hasil pembacaan sensor temperatur dan temperatur *transmitter* mengirimkan sinyal elektik 4 – 20 mA ke modul *input* analog DCS. Pembacaan sensor tersebut dapat dipantau melalui PV (*Process Value*) TT08.
- Pada “t” detik suhu air dalam tabung *heater* (PV) akan mencapai *setpoint*.
- Karena karakteristik *heater* yang terus memanaskan hingga suhu 98,8° celcius.
- Pada waktu melebihi “t” detik suhu air dalam tabung *heater* (PV) melebihi SV.
- Ketika $SV \neq PV$ maka TT08 mengeluarkan sinyal kontrol melalui MV (*Manipulated Variabel*) TT08.
- Pada pengontrolan multivariabel, nilai MV TT08 akan menjadi SV LT06 (MV TT08 = SV LT06). Saat suhu air sebenarnya melebihi *setpoint*, nilai PV TT08 > SV TT08. Pembacaan *level* air dilakukan oleh sensor *eTape* dengan menghubungkan keluaran sensor secara langsung ke modul *input* analog dan diubah menjadi 4-20 mA dalam DCS.
- Ketika $SV \leq PV$ maka LT06 mengeluarkan sinyal kontrol melalui MV (*Manipulated Variabel*) LT06.

- Sinyal kontrol dikeluarkan melalui *output* digital yang kemudian menggerakkan *solenoid valve* untuk membuka ataupun menutup kran elektrik.
- Sinyal kontrol akan mengendalikan agar perubahan suhu kembali sesuai nilai *setpoint* dengan ketinggian *level* air yang terkontrol.

Aksi pengontrolan merupakan *reverse acting*. Jika temperatur *heater* melebihi nilai *setpoint* yang ditentukan, maka indikasi temperatur tinggi akan diterima oleh *temperature indicator control* pada DCS. Nilai manipulasi pada temperatur akan menjadi *setpoint* untuk *level*, sehingga *level heater* akan ditambah dengan membuka kran. Sedangkan jika temperatur *heater* kurang dari nilai *setpoint* yang ditentukan, maka indikasi temperatur rendah akan diterima oleh *temperature indicator control* pada DCS. Nilai manipulasi pada temperatur akan menjadi *setpoint* untuk *level*, sehingga *level heater* akan dibuat tetap dengan menutup kran dan memanaskan sesuai *setpoint*.

Pengaturan temperatur air panas *heater* dengan DCS menggunakan *mode CAS* (*cascade*) untuk pengontrol *level* dan *mode AUT* (*Automatic*) pada pengontrolan temperatur. Nilai manipulasi untuk pengontrolan temperatur *heater* didapatkan dengan membandingkan nilai manipulasi temperatur *heater* dengan nilai *level* pada *heater* di lapangan.

4.2 Spesifikasi Alat

Spesifikasi sistem kontrol multivariabel temperatur air panas *heater* dengan Yokogawa DCS Centum VP, meliputi:

- ❖ Pemanas elektrik (*heater*) memiliki *range* pemanasan 0 – 98,8° celsius dengan ketinggian 12 cm, daya listrik 190 watt, dan daya tampung 1,64 liter yang disuplai sumber AC 220 Volt.
- ❖ Pembacaan *level* menggunakan *eTape liquid level sensor*. Kenaikan *level* air ini berdasarkan perubahan resistansi akibat terendamnya batang sensor. Pada sistem ketinggian air pada *range* 0 – 12 cm. Keluaran sensor *eTape* selanjutnya dihubungkan ke *input* analog DCS dengan koneksi *2-wire*. *Range* 0 – 12 cm dikonversikan menjadi sinyal arus 4 – 20 mA.
- ❖ Pembacaan perubahan suhu air dilakukan oleh sensor Pt100. Sensor ini tidak dapat langsung dihubungkan dengan DCS, tetapi hubungan dengan perangkat pengubah sinyal.
- ❖ Keluaran Sensor Pt100 berupa resistansi dihubungkan dengan *temperature transmitter* melalui koneksi *3-wire*. Sebelumnya *transmitter* diprogram terlebih

dahulu dengan *range* suhu $-50^{\circ} - 150^{\circ}$ celcius. Proses rangkaian dalam *transmitter* ini akan membuat pembacaan sensor Pt100 linear. Dengan ini keluaran *transmitter* akan memberikan nilai suhu linear pada *range* $-50^{\circ} - 150^{\circ}$ celcius. Keluaran *transmitter* dihubungkan dengan *input* analog DCS dengan koneksi *2-wire*. *Range* $-50^{\circ} - 150^{\circ}$ celcius dikonversikan menjadi sinyal arus 4 – 20 mA.

- ❖ Sinyal kontrol dieksekusi oleh *solenoid valve* yang bersifat *on – off* dengan *supply* 12 Vdc, melalui koneksi *2-wire*.
- ❖ Setelah ditentukan spesifikasi alat sesuai dengan konsep sistem yang dikendalikan, lalu dihubungkan melalui I/O DCS untuk dikontrol. Setelah I/O alat terhubung dengan media pengontrol, kemudian dilakukan pemrograman pada *function block*, *trend* dan *graphic* DCS.

4.3 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Berdasarkan diagram blok perancangan alat yang telah disusun, perancangan perangkat keras meliputi perancangan elektrik dan komunikasi DCS (*Distributed Control System*) CENTUM VP, sensor *level* (ketinggian), sensor temperatur, rangkaian modul I/O, *solenoid valve*, *transmitter*, *heater*, dan alat – alat yang digunakan pada sistem. Di bawah ini adalah penjelasan komponen penyusun keseluruhan alat.

4.3.1 Yokogawa DCS Centum VP (*Vigilant Plant*)

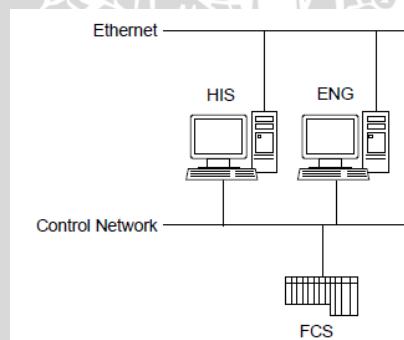
DCS Centum VP merupakan perangkat pengontrol modern terintegrasi yang digunakan pada dunia instrustri. DCS mampu mengontrol sistem yang kompleks dan bekerja secara *real-time*. Secara garis besar komponen penyusun DCS Centum PV ditampilkan dalam Gambar 4.3, terdiri atas:

- FCS (*Field Control Station*)
FCS memiliki kehandalan tinggi sebagai media pengontrol. FCS melakukan pengontrol secara komputasi (fungsi waktu) untuk setiap *function block*, *input/output* dari proses sistem, dan *software input/output*. *Hardware* FCS berupa lemari tipe kabinet yang terdiri dari FCU (*field control unit*) *node* dan komunikasi modul *input/output*.
- HIS ((*Human Interface Station*)
Centum VP menggunakan PC tipe desktop untuk *control function* yang dikenal sebagai *Human Machine Interface*. HIS terdiri atas serangkaian *software* untuk pemrograman yang digunakan untuk pengontrolan dan *monitoring* sistem.

- ENG (*Engineering Station*)

ENG atau dikenal sebagai EWS (*Engineering Work Station*) ialah sebuah komputer yang digunakan untuk konfigurasi dan pemeliharaan sistem. Sebuah komputer dapat difungsikan secara bersamaan sebagai HIS maupun ENG. Pada EWS, *engineer* dapat melakukan fungsi rekayasa, simulasi, dan pengembangan sistem tanpa mengganggu proses yang dilapangan.
- *Generic Subsystem Gateway* (GSGW)
- *Systems Integratipon OPC Station* (SIOS)
- *Unifield Gateway Station* (UGS)
- *Advanceds Process Control Station* (APCS)
- *Communication Gateway Unit* (CGW)
- *Bus Converter* (BCV)
- AVR (*V net Router*) dan *Control Network* (Vnet/IP, V net)

AVR menghubungkan, mentransmisikan, dan menerima komunikasi kontrol Vnet IP dan *domain* Vnet antara FCS, HIS, dan ENG. Sehingga dimungkinkan pengontrolan dan proses *monitoring* antar *domain*.
- *Layer 2 Switch* (L2SW) dan *Layer 3 Switch* (L3SW)
- *Digital Field Networks*
- *Network-based Control System* (STARDOM)
- *Safety Instrumented System* (ProSafe - RS)



Gambar 4.3 Komponen Penyusun DCS CENTUM VP

Spesifikasi DCS Centum VP seperti yang ditampilkan dalam Gambar 4.3 mampu melakukan *monitoring* terhadap 8.000 *tags* (inisialisasi proses) dan mampu dihubungkan hingga 256 *station*. Centum VP bekerja secara *redundant*, dengan kata lain DCS ini memiliki masing – masing dua buah *Power Supply*, baterai, komunikasi *bus*. Hal ini dilakukan untuk menjaga kehandalan, kecepatan respon, maupun keselamatan. Sistem *redundant* ialah dua buah perangkat sistem yang bekerja secara

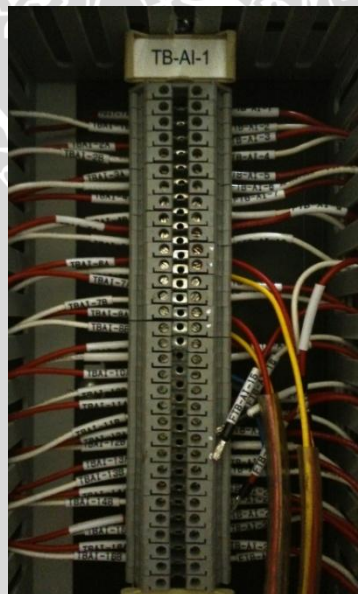
bersama – sama untuk menjaga kinerja sistem, dimana jika salah satu sistem *error* maka kinerja sistem dilakukan oleh perangkat yang berkerja normal tanpa mengganggu proses. Terdapat perangkat yang bekerja sebagai *master* dan *back-up* pada sistem ini.

4.3.2 Rangkaian modul I/O DCS

Modul I/O merupakan perangkat yang terpasang pada FCS di DCS Centum VP. Terdapat 8 *slot* I/O pada DCS yang dapat dikonfigurasi dengan modul analog maupun modul digital. Pada perancangan skripsi ini, hanya digunakan *Input* modul analog, *Input* modul digital dan *Output* modul digital, yaitu:

✚ Modul Analog AAI541

Merupakan modul *input* analog dengan 16 *slot* masukan dengan spesifikasi masukan berupa variabel resistor ataupun 4 – 20 mA. Pada perancangan digunakan dua buah slot masukan, ditampilkan dalam Gambar 4.4 yakni *slot* nomor 6 untuk masukan berupa *etape level sensor* dengan perubahan variabel resistor dan *slot* nomor 8 untuk masukan *transmitter temperature* dengan nilai 4 – 20 mA.



Gambar 4.4 Slot Analog *Input*

✚ Modul Digital ADV151

Merupakan modul *input* digital dengan 32 kontak *input* dengan nilai keluaran saat bernilai “1” ialah 24 Vdc dengan arus 4,1 mA, sedangkan saat bernilai “0” ialah 0 volt. Pada perancangan digunakan satu kontak masukan, ditampilkan dalam Gambar 4.5 yakni kontak pertama untuk *starting system*.



Gambar 4.5 Saklar Digital Input

✚ Modul Digital ADV551

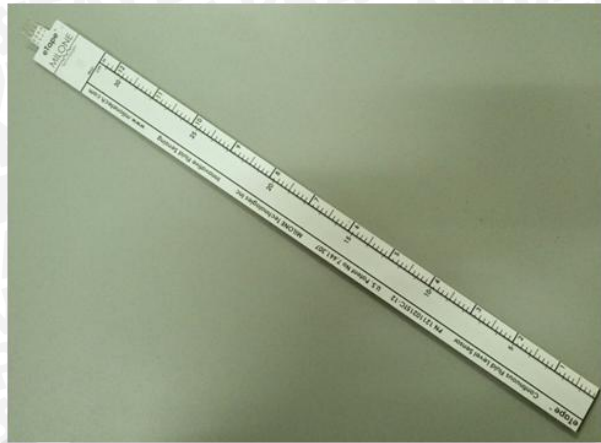
Merupakan modul *output* digital dengan 32 kontak *output* dengan nilai keluaran saat bernilai “1” ialah 24 VDC dengan arus 100 mA, sedangkan saat bernilai “0” ialah 0 volt. Pada perancangan digunakan satu kontak keluaran, ditampilkan dalam Gambar 4.6 yakni kontak pertama yang keluarannya dihubungkan ke *relay*.



Gambar 4.6 Slot Digital Output

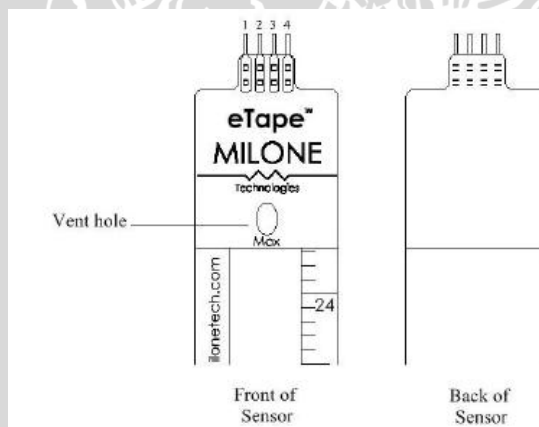
4.3.3 *eTape Level Sensor*

Sensor *eTape* digunakan untuk mengukur ketinggian air pada *heater*. Pada dasarnya sensor ini digunakan untuk mengukur ketinggian air yang naik secara kontinyu. Sensor *eTape* hanya dapat melakukan kontak langsung dengan objek yang diukur berupa cairan non – korosif, seperti air tawar. Gambar 4.7 menunjukkan sensor yang digunakan dalam sistem.



Gambar 4.7 Sensor *eTape*

Sensor ini bekerja dengan teknologi cetakan elektronik yang memproses secara langsung sirkuit fungsional. Ketika cairan merendam bagian sensor *eTape*, akibat tekanan hidrostatik terjadi perubahan resistansi yang sesuai dengan jarak dari puncak sensor ke permukaan cairan/ fluida. Puncak sensor ditampilkan dalam Gambar 4.8. Sensor *eTape* menunjukkan *output* resistif yang berbanding terbalik dengan ketinggian cairan: semakin rendah *level* cairan, semakin tinggi resistansi keluaran; semakin tinggi *level* cairan, semakin rendah resistansi keluaran.



Gambar 4.8 Penampang Sensor *eTape*

Sensor *eTape* dapat difungsikan sebagai variabel resistor. Jangkauan ketinggian sensor ini dari 0 – 30 cm (0 – 14,1 inchi) dengan perubahan kenaikan per centimeter sebesar $59 \Omega / \text{cm}$ pada tingkat toleransi $\pm 10\%$. Saat cairan kosong nilai resistansi sebesar 1.998Ω sedangkan saat cairan penuh nilai resistansi sebesar 400Ω . Untuk *range* temperatur kerja pada -9°C sampai dengan 65°C . Meskipun sensor ini mampu mengukur hingga ketinggian air 30 cm, dalam pengukuran skripsi ini sensor hanya digunakan pada *range* 0 – 12 cm (12 cm adalah tinggi maksimal pengukuran).

4.3.4 Pt100 Temperature Sensor

Komponen yang melakukan kontak langsung dengan suhu air panas *heater* yang diukur adalah sensor Pt100. Sensor ini digunakan untuk aplikasi *monitoring* suhu cairan ataupun benda padat lainnya. Pembacaan kenaikan suhu oleh sensor berdasarkan perubahan resistansi. Ketika sensor menunjukkan suhu 0° celsius, maka resistansi sebanding 100 Ω. Saat terjadi kenaikan pembacaan suhu, maka resistansi Pt100 pun naik secara linear.

Sensor Pt100 merupakan sensor jenis RTD (*Resistance Temperature Detector*). Kelompok sensor RTD mendeteksi suhu berdasarkan nilai tahan pada metal pembentuknya. RTD digunakan pada Pt100 terbuat dari platinum, ditampilkan dalam Gambar 4.9. Sensor Pt100 memiliki jangkauan pengukuran dari -200° celcius sampai dengan 850° celcius. Perubahan resistansi rata – rata sebesar 0.3729Ω/°C.

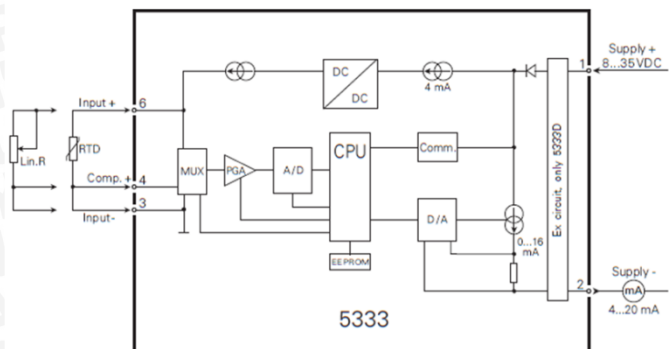


Gambar 4.9 Sensor Pt100

4.3.5 PR 5333 Programmable Temperature Transmitter

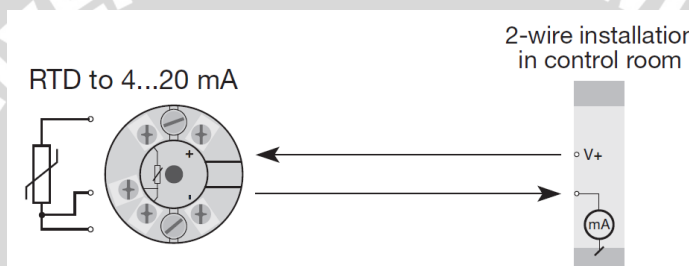
Sesuai namanya *Programmable Transmitter*, maka sebelum penggunaannya diperlukan pemrograman terlebih dahulu (pemrograman dilakukan oleh *vendor*) mengenai *range* pembacaan *transmitter* terhadap perubahan resistansi ataupun RTD. Pemrograman ini sesuai kebutuhan pengukuran temperatur dengan maksimum atau minimum *range* tergantung jenis sensor temperatur yang gunakan. Akurasi pengukuran sebesar ±0.1%.

PR 5333 bekerja untuk mengkonversi keluaran sensor Pt100 atau Ni100 menjadi nilai resistansi yang linear. Lalu, nilai tersebut diproses dalam rangkaian *transmitter* menjadi keluar standart industri 4 – 20 mA. Dalam aplikasinya PR 5333 memerlukan sumber 24 Vdc (*range supply* yang dianjurkan 8 – 35 Vdc) sesuai rangkaian blok diagram pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Blok Diagram Programmable Transmitter

Gambar 4.11 menampilkan instalasi pengkabelan PR 5333. Masukan menggunakan komunikasi 3-wire dan keluaran menggunakan kabel 2-wire. Keluaran transmitter langsung dihubungkan ke media pengontrol DCS.



Gambar 4.11 Pengkabelan 2-wire PR 5333

4.3.6 Solenoid Valve in – out 1/4"

Prinsip kerja dari solenoid valve yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapat suplai tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston bertekanan yang berasal dari supply (service unit). Saat piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran A dari solenoid valve akan keluar udara yang berasal dari P atau supply, seperti ditampilkan dalam Gambar 4.12. Pada umumnya solenoid valve mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.



Gambar 4.12 Solenoid Valve dengan suplai DC

Gambar 4.12 menunjukkan *solenoid valve* dengan sumber DC sebesar 12/ 24 Volt dengan arus beban 1 A, *body valve* terbuat dari nylon. Konfigurasi *valve* ialah 2/2 *normally closed valve*. *Solenoid valve* ini memiliki katup 2/2, katup ini memiliki 2 buah gerbang, yaitu gerbang masukan atau keluaran dan 2 posisi, ada aliran dan tidak ada aliran. Katup ini hanya bersifat *on – off*. Pada gerbang masukan memiliki diameter ¼” dan pada gerbang keluaran berdiameter ¼”. Katup kontrol ini digerakkan oleh selenoid yang membutuhkan sumber listrik. Kecepatan aliran mencapai 10 LPM (*Liters Per Minute*), namun *flow water* tidak dapat dikontrol.

4.3.7 Elektrik *Heater*

Elektrik *heater* dalam skripsi ini berupa pemanas listrik yang dicatu dengan sumber AC. Tegangan yang perlukan 220 Volt AC, frekuensi 50 Hz, dan menyerap daya sebesar 190 Watt.

Pemanas tersebut memiliki dimensi tinggi 12 cm, diameter 13,5 cm, dan daya tampung 1,64 liter. Bahan penyusun *heater* berupa *standless steel* berbentuk tabung dengan bagian bawah sedikit mengerucut, memiliki tutup dengan corong berdiameter 1,5 cm. Corong ini berfungsi untuk mengurangi tekanan dalam *heater*. Kemampuan memberikan panas oleh *heater* pada *range* 0 – 98,8° celcius. Namun, untuk memanaskan air suhu awal sebesar 24° celcius.

4.3.8 OMRON LY2J

OMRON LY2J merupakan *relay* dengan catu sumber DC. *Relay* adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan dengan sumber listrik dan sebuah komponen elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama, yakni elektromagnet berupa koil dan mekanikal yang berupa seperangkat kontak saklar/ *switch*. *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Gambar 4.13 menunjukkan *Relay* 24 Volt jenis DPDT (*Double Pole Double Throw*).

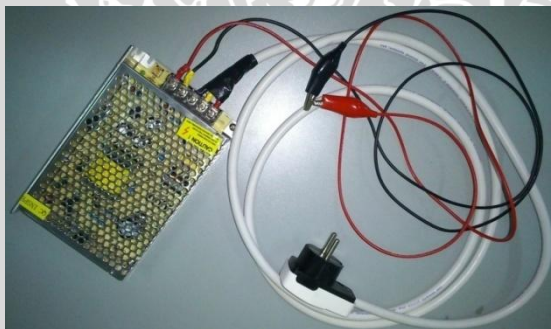


Gambar 4.13 *Relay* DPDT

Jenis DPDT termasuk *relay* yang memiliki 8 terminal, di antaranya 6 terminal yang merupakan 2 pasang *relay* SPDT (*Single Pole Double Throw* dengan 3 terminal saklar) yang dikendalikan sebuah koil, sedangkan 2 terminal lainnya untuk koil. *Relay* ini bekerja jika besi (*iron core*) yang dililit oleh kumparan koil yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut dialiri arus listrik dengan tegangan 24 VDC, maka timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik *armature* untuk berpindah posisi sebelumnya NC (*Normally Close*) ke posisi baru NO (*Normally Open*) sehingga menjadi saklar yang menghantarkan arus listrik di posisi baru. Posisi dimana *armature* tersebut berada sebelumnya akan menjadi *open* atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *armature* akan kembali lagi ke posisi awal.

4.3.9 *Switching Power Supply* 12 Volt – 5 Ampere

Sesuai dengan penamaanya yang terdapat kata “*switching*”, *switching power supply* ini berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Tegangan yang mampu diubah ialah 110/ 220 VAC $\pm 15\%$ menjadi tegangan 12 VDC dengan arus 5 Ampere. Untuk mengkabelan terlihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 *Switching Power Supply*

Kabel yang dihubungkan ke sumber listrik terdiri dari 3 kabel, yaitu *Line*, *Netral*, dan *Ground*. Sedangkan kabel keluaran terdiri dari dua kabel V+ dan V-.

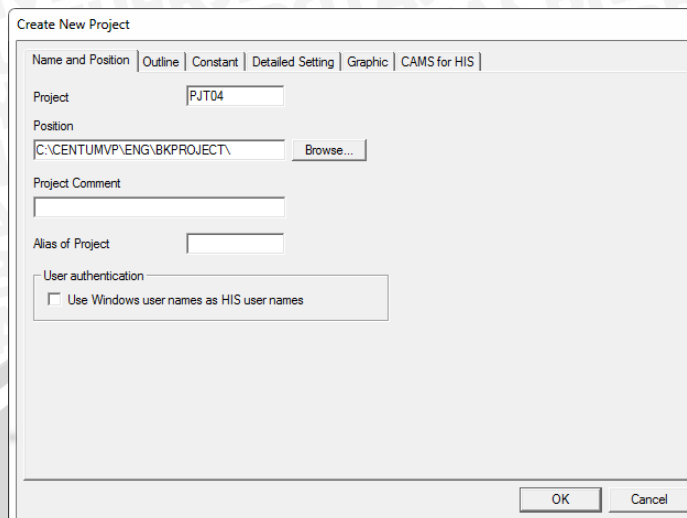
4.4 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak ini berfokus pada penggunaan *software* yang terdapat pada DCS Centum VP, meliputi:

- *Function Block*
- *Trend*
- *Graphic*

Sebelum membuat program tersebut diatas maka diperlukan *project* sebagai tempat tersimpannya semua parameter modul-modul dan *station-station* yang digunakan oleh DCS. Untuk membuat *project* baru, pada "*System View*" klik kanan folder "SYSTEM

VIEW" pilih "Create New" kemudian "project" pada menu berikutnya maka akan muncul window "Create New Project" akan muncul, seperti dalam Gambar 4.15.

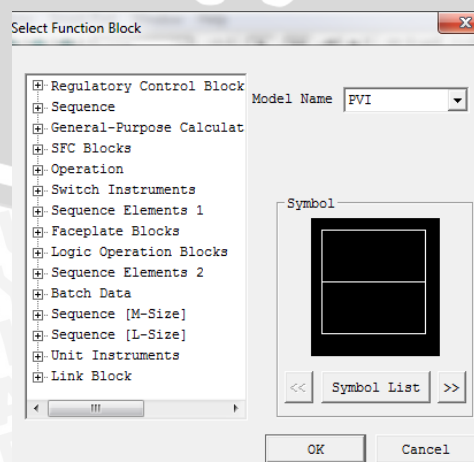


Gambar 4.15 Window "Create New Project"

Pada window tersebut terdapat beberapa tab seperti yang terlihat dalam Gambar 4.15. Project akan selesai dibuat setelah setting parameter dilakukan dan tombol "OK" diklik.

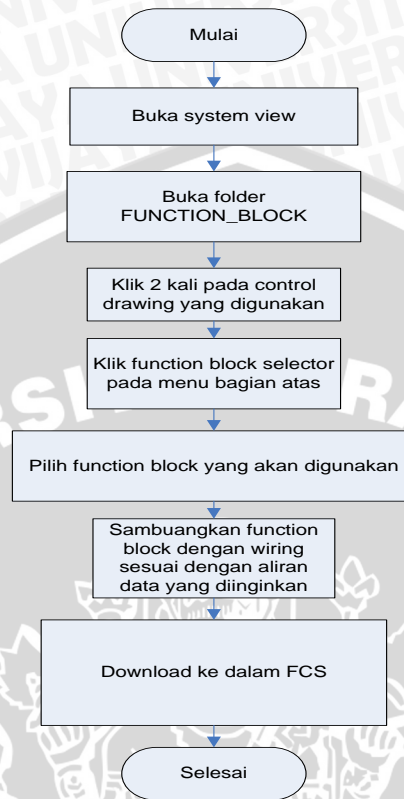
4.4.1 Pembuatan Function Block

Function block merupakan kumpulan blok – blok yang konfigurasi secara bersama sehingga terbentuk suatu narasi pengontrolan yang digunakan memantau proses dan melakukan pengendalian. Kumpulan blok – blok dalam function block terdapat pada Control Drawing Builder yang digunakan untuk mempermudah pembuatan fungsi-fungsi kontrol pada DCS. Melalui control drawing builder operasi seperti deklarasi input dan output, penentuan aliran data, serta pengolahan data dilakukan secara grafis dengan function block. Dalam satu control drawing dapat digunakan hingga 100 function block. Beberapa jenis function block yang dapat digunakan bisa dilihat dalam Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Window Pemilihan Function Block

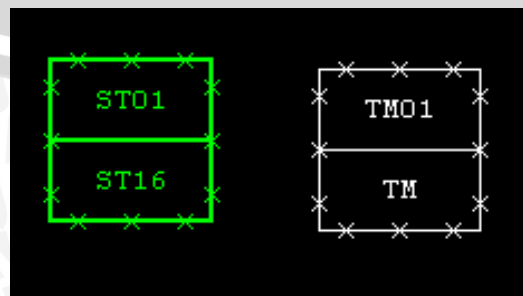
Skema aliran data yang dibuat dalam *control drawing builder* menentukan hasil keluaran dari DCS. Alur pembuatannya seperti yang terlihat di *flowchart* dalam Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Diagram Alir Pembuatan *Function Block*

4.4.1.1 *Fuction Block Starting System*

Fungsi pembuatan block *starting* ini ialah untuk mengisi tabung *heater* sebelum dinyalakan. Sangat tidak dimungkinkan untuk menyalakan pemanas elektrik jika tidak ada air didalamnya, karena dapat membuat elemen pemanas rusak dan tabung *heater* memuai. Dalam proses *starting* dirancang agar saat *input* digital dinyalakan secara manual, maka *output* digital mengeluarkan sinyal kontrol untuk menggerakkan *solenoid valve*. *Funtion block starting system* ditampilkan dalam Gambar 4.18.



Gambar 4.18 *Funtion block starting system*

Selain untuk menyalakan *solenoid valve*, *output* digital juga mengaktifkan *timer* pada HIS selama 38 detik, dengan program ditampilkan dalam Gambar 4.19

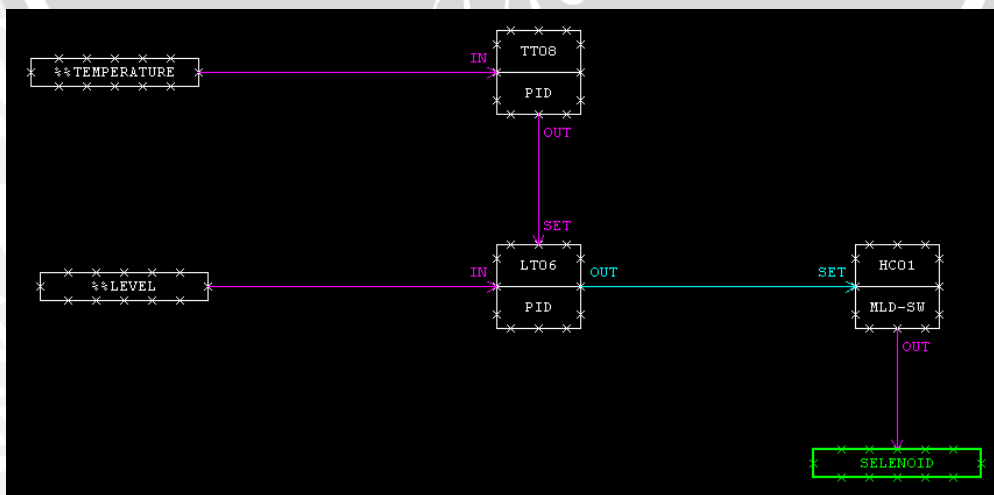
No.	Tag name	Data item	Data	1	5	9	13	17	21	25	2
CO1	A.PV	ON		Y							
CO2	SOLENOID.PV	ON		Y							
CO3	TM01.BSTS	CTUP		Y							
CO4											
CO5											
CO6											
AD1	SOLENOID.PV	H		Y	N						
AD2	TM01.OP	START		Y							
AD3											
AD4											
AD5											
AD6											
AD7											
AD8											
AD9											
A10											
A11											

Gambar 4.19 Sequence Tables

Waktu *timer* sebanding dengan 3 cm ketinggian air dalam tabung *heater* sesuai pengujian. Saat *timer* selesai menghitung, *solenoid valve* pun akan mati dan didapatkan kondisi awal ketinggian air untuk penyalan *heater*. Lalu proses dilanjutkan pada tahap berikutnya.

4.4.1.2 Function Block Pengendalian Sistem Keseluruhan

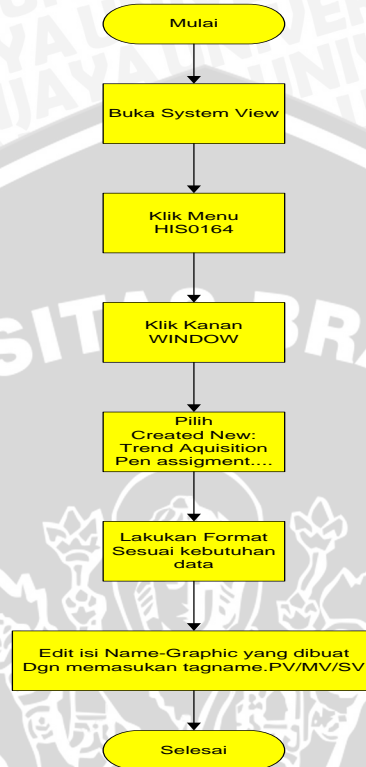
Block pengendalian sistem keseluruhan melibatkan kontrol multivariabel. *Function block* ditampilkan dalam Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Function Block Pengendalian Sistem Keseluruhan

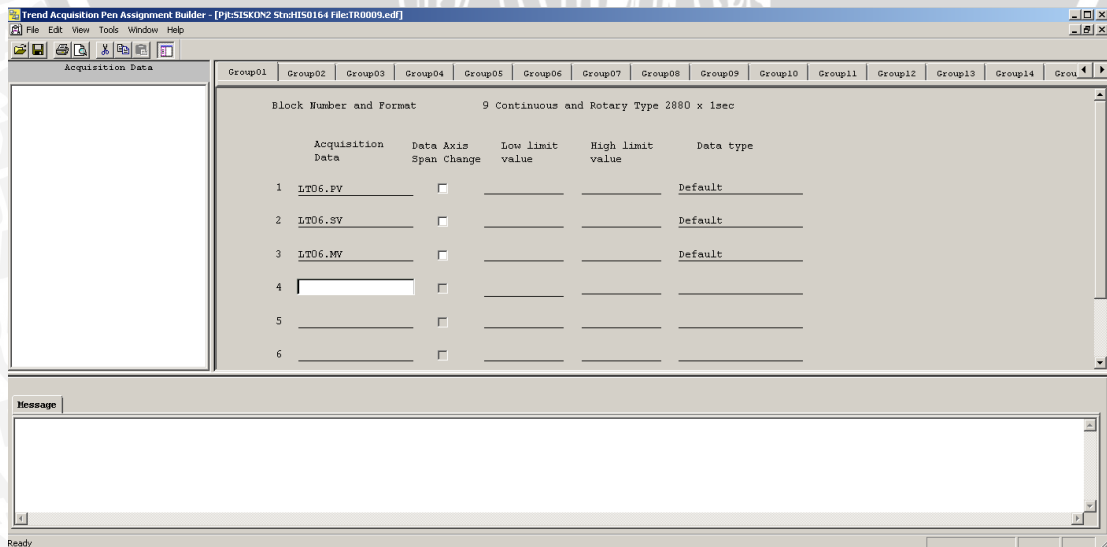
4.4.2 Pembuatan Trend

Trend ialah *software* pada Centum VP untuk proses *sampling data* yang kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik. Alur pembuatannya seperti yang terlihat di *flowchart* dalam Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Diagram Alir Pembuatan Trend

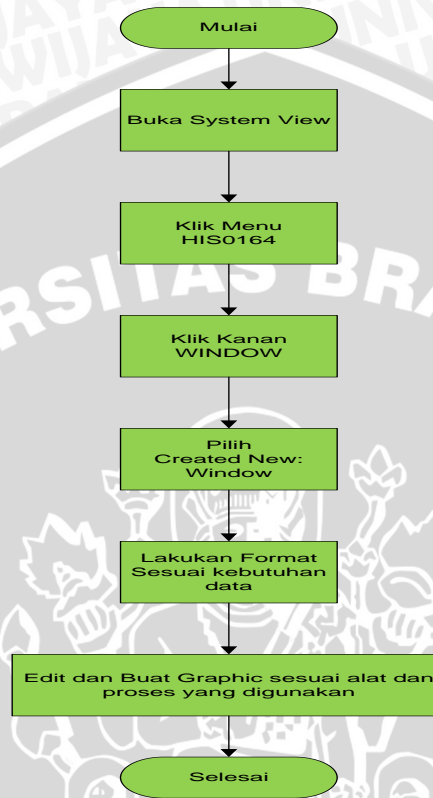
Pada Centum VP terdapat 50 *trend block*, dimana tiap *block* memiliki 16 grup dan tiap grup dapat diisi hingga 8 *sampling data*. Gambar 4.22 menampilkan pembuatan *trend* sistem.



Gambar 4.22 Pengisian Trend

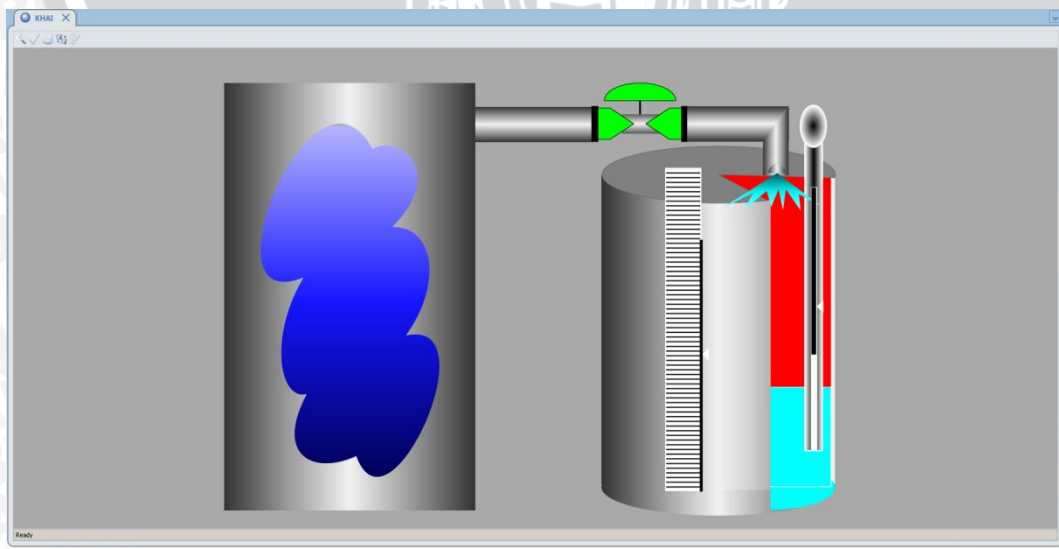
4.4.3 Pembuatan *Graphic*

Pembuatan *Graphic* bertujuan untuk membuat animasi perangkat sesungguhnya pada *software*, sehingga saat pengontrolan proses yang terjadi pada sistem dan alat dapat diamati pada HIS. Untuk membuat *Graphic* pada DCS dapat mengikuti *flowchart* dalam Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Diagram Alir Pembuatan *Graphic*

Gambar 4.24 menampilkan *Graphic* dalam sistem.



Gambar 4.24 *Graphic* sistem

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Tujuan pengujian sistem ini adalah untuk menentukan apakah alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perancangan. Pengujian pada sistem ini meliputi pengujian setiap blok maupun pengujian secara keseluruhan. Pengujian setiap blok ini dilakukan untuk menemukan letak kesalahan dan mempermudah analisis pada sistem apabila alat tidak bekerja sesuai dengan perancangan.

5.1 Pengujian Sensor Pt100 dan *Transmitter*

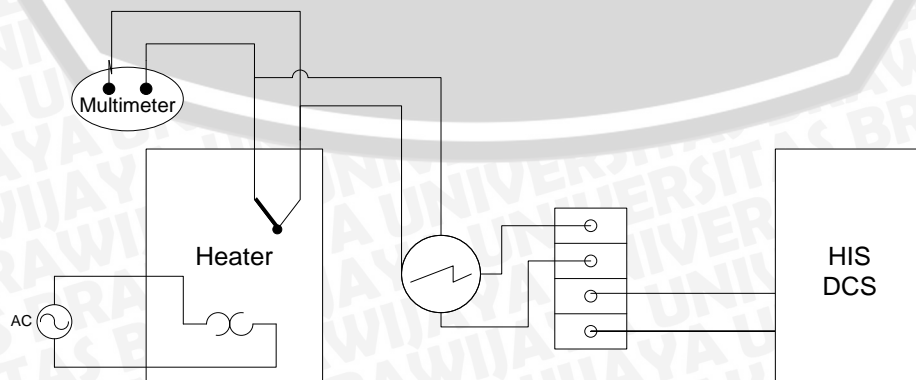
a. Tujuan

- Mengetahui tingkat kelinieran *temperature transmitter* terhadap sensor Pt100 dalam pembacaan temperatur air dalam *heater*.
- Mengetahui waktu yang diperlukan *heater* untuk memanaskan air melalui pengukuran sensor Pt100.

b. Peralatan yang digunakan

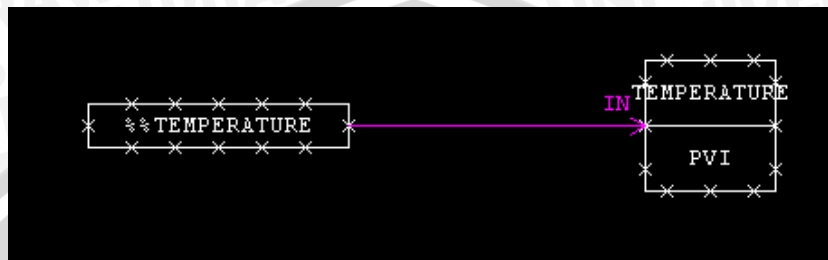
- PR 5333 *Programmable Temperature Transmitter*
- Sensor Pt100
- *Heater* 220 VAC/ 190 Watt
- Modul *Input Analog*
- Multimeter
- Air
- Termometer air raksa
- Program DCS

c. Langkah Pengujian



Gambar 5.1 Rangkaian Pengujian Pt100 dan *Transmitter*

- 1) Rangkai peralatan sesuai Gambar 5.1.
- 2) Isi tabung *heater* dengan air hingga penuh (untuk pengujian pertama) dan isi tabung *heater* dengan ketinggian air 3 cm (untuk pengujian kedua).
- 3) Hubungkan multimeter dengan keluaran sensor Pt100.
- 4) *Download* isi program *function block* dalam Gambar 5.2 untuk pengamatan temperatur melalui HIS DCS menuju FCS DCS.



Gambar 5.2 Program Pengujian Temperatur

- 5) Nyalakan sumber listrik *heater*.
 - 6) Mencatat resistansi keluaran sensor Pt100 melalui pengukuran multimeter.
 - 7) Mengamati respon keluaran melalui *faceplate* HIS DCS.
 - 8) Membandingkan hasil pengukuran suhu melalui sensor dan termometer air raksa.
- d. Hasil Pengujian dan Analisis

Melalui hasil pengukuran dengan multimeter didapatkan resistansi Pt100 saat suhu 100° celcius sama dengan 138,5 Ω dan saat suhu 98,8° celcius sama dengan 138,2 Ω. Nilai tersebut jika dibandingkan dengan *datasheet*, maka sensor Pt100 yang digunakan merupakan Pt100 kelas A (memiliki akurasi ±0,06 Ω) dengan grafik karakteristik dalam Gambar 5.3.

Perhitungan dalam persamaan 5.1 menunjukkan fungsi persamaan resistansi Pt100 terhadap perubahan suhu.

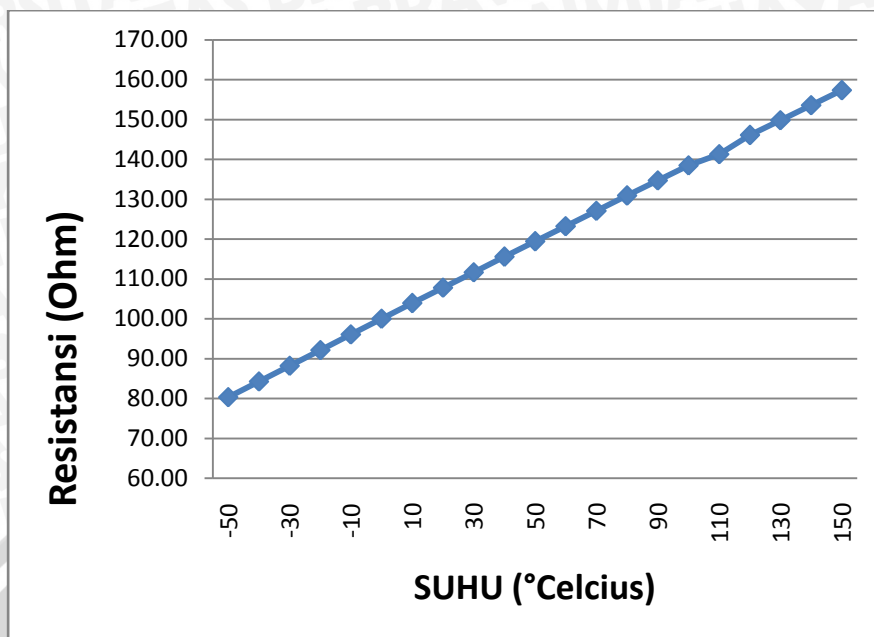
$$\frac{R_{Pt100} - 100}{138.5 - 100} = \frac{suhu - 0}{100 - 0}$$

$$\frac{R_{Pt100} - 100}{38.5} = \frac{suhu}{100}$$

$$R_{Pt100} - 100 = 0,385xsuhu$$

$$R_{Pt100} = 100 + (0,385xsuhu).....(5.1)$$





Gambar 5.3 Grafik Karakteristik Pt100 kelas A

Pt100 yang digunakan pada skripsi ini dihubungkan dengan *temperature transmitter* yang telah diprogram dengan range pengukuran suhu -50° celcius sampai dengan 150° celcius. Pengukuran melalui Pt100 dan *transmitter* dibatasi pada range tersebut. Berdasarkan *datasheet* Pt100 kelas A, didapatkan nilai kenaikan resistansi dengan *range* pengukuran diberikan dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Nilai Resistansi range -50° sampai dengan 150° celcius

SUHU (°C)	Resistansi (Ohm)
-50	80,31
-40	84,27
-30	88,22
-20	92,16
-10	96,09
0	100,00
10	103,90
20	107,79
30	111,67
40	115,54
50	119,40
60	123,24
70	127,08
80	130,90
90	134,71
100	138,51
110	141,29

SUHU (°Celcius)	Resistansi (Ohm)
120	146,07
130	149,83
140	153,58
150	157,33

Untuk mengetahui lamanya *heater* memanaskan air diberikan grafik hubungan waktu terhadap kenaikan temperatur. Gambar 5.4 menunjukkan grafik saat *heater* diisi penuh air.



Gambar 5.4 Grafik Hubungan Waktu terhadap Kenaikan Temperatur

Melalui pengamatan grafik Gambar 5.4 didapatkan bahwa karakteristik *heater* mampu memanaskan air hingga suhu maksimum 98,8° celcius. Suhu awal untuk memanaskan air sebesar 24,9° celcius (pada skripsi ini digunakan air pada suhu 24 - 26° celcius). Waktu yang digunakan untuk memanaskan air dengan *heater* yang terisi penuh membutuhkan waktu selama 40 menit, 07 detik.

Selain itu diuji pula lamanya *heater* memanaskan air dengan ketinggian 3 cm yang diberikan grafik hubungan waktu terhadap kenaikan temperatur dalam Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Waktu terhadap Kenaikan Temperatur pada tinggi 3 cm

Dari grafik Gambar 5.5 terlihat waktu yang digunakan untuk memanaskan air pada ketinggian 3 cm hingga suhu maksimum $98,8^{\circ}$ celcius selama 10 menit, sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 60° celcius selama 4 menit, 13 detik. Pengujian pada tinggi air 3 cm dan suhu 60° celcius diperlukan untuk mengetahui waktu refrensi dalam pengendalian, karena suhu dalam pengendalian dikontrol pada 60° celcius meskipun suhu *heater* terus naik hingga maksimum.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor Pt100 berkerja dengan baik dan mampu membaca kenaikan suhu, *temperature transmitter* mampu membaca keluaran Pt100 dan mentransmisikan sinyal 4 – 20 mA kedalam *input* DCS. Penunjukkan suhu melalui Pt100 dan *transmitter* ialah linier, hal ini terlihat melalui penunjukkan keluaran temperatur dengan *transmitter* dan pengukuran termometer ialah sama. Selain itu program DCS mampu memberikan tampilan hasil pengukuran melalui *faceplate* dan *trend*.

5.2 Pengujian Selenoid Valve dan Sensor Level

a. Tujuan

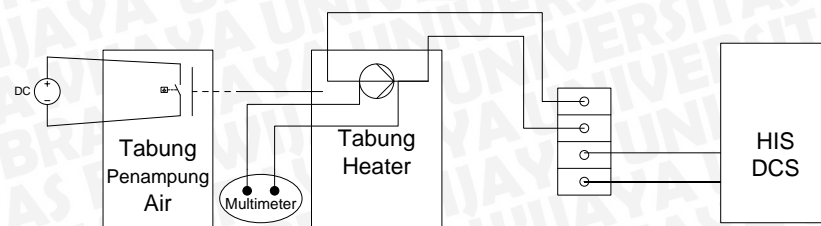
- Mengetahui tingkat kelinieran sensor *level* (ketinggian) terhadap kenaikan air dalam *heater*.
- Mengetahui waktu yang diperlukan sensor *level* untuk mengisi tabung *heater*.

b. Peralatan yang digunakan

- *eTape Level Sensor*
- *Selenoid Valve*
- Tabung *Heater* tinggi 12 cm
- Modul *Input Analog*
- Multimeter
- Air
- Program DCS

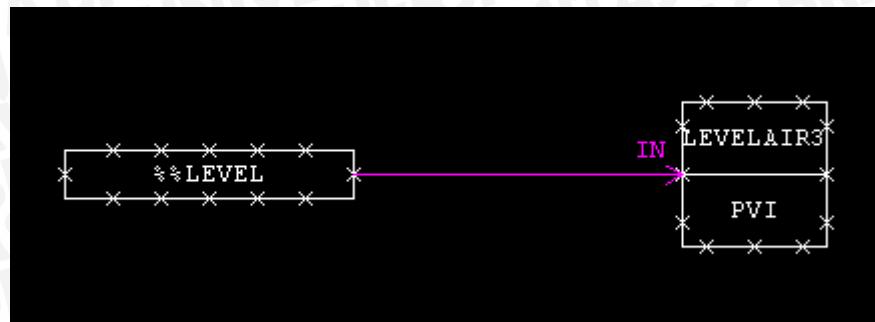
c. Langkah Pengujian

- 1) Rangkai peralatan sesuai Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Rangkaian Pengujian Selenoid Valve dan *eTape Sensor*

- 2) Hubungkan multimeter dengan keluaran sensor *eTape*.
- 3) *Download* isi program *function block* dalam Gambar 5.7 untuk pengamatan *level* melalui HIS DCS menuju FCS DCS.



Gambar 5.7 Program Pengujian *Level*

- 4) Isi tabung *heater* dengan air hingga penuh (untuk pengujian pertama) dan isi tabung *heater* dengan ketinggian air 3 cm (untuk pengujian kedua) melalui *solenoid valve* dengan mengaktifkan saklar secara manual.
 - 5) Mencatat resistansi keluaran sensor Pt100 melalui pengukuran multimeter.
 - 6) Mengamati respon keluaran melalui *faceplate* HIS DCS.
- d. Hasil Pengujian dan Analisis

Sensor *eTape* mampu mengukur ketinggian air hingga tinggi maksimum 30 cm, namun dalam skripsi ini ketinggian air maksimum ditentukan pada tinggi 11 cm saja. Hal ini dikarenakan tinggi *heater* hanya 12 cm. Gambar 5.8 berikut menampilkan hubungan waktu *solenoid valve* mengisi tabung *heater* dengan pembacaan sensor *level*.



Gambar 5.8 Grafik Hubungan Waktu *solenoid valve* dan pembacaan tinggi oleh sensor

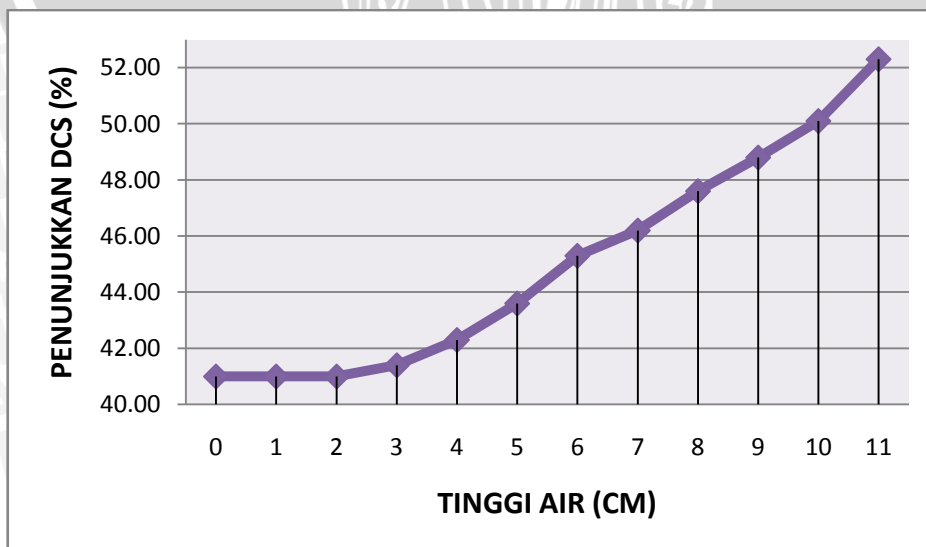
Dari grafik Gambar 5.8 dapat dilihat waktu yang dibutuhkan *solenoid valve* untuk mengisi penuh tabung *heater* selama 3 menit, 28 detik, dengan kenaikan tinggi awal (0 – 3 cm) tidak linier.

Untuk pemanasan awal *heater* saat $t = 0$ detik dibutuhkan air pada ketinggian tertentu untuk dipanaskan, penentuan ketinggian air ini dapat dianalisis melalui grafik Gambar 5.8. Pada grafik terlihat waktu untuk mengisi tabung *heater* dari kondisi kosong menuju 3 cm ialah 37 detik, tetapi saat DCS mengeluarkan sinyal kontrol digital menuju *solenoid valve* memiliki *delay time* 1 detik. Dengan referensi ini ditetapkan waktu pada *timer* TM01 DCS saat *starting* selama 38 detik. Selain itu dilihat pula kenaikan air hingga 3 cm tidak linear hal ini ditampilkan melalui perubahan resistansi dan penunjukkan *faceplate* DCS dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hubungan tinggi air terhadap DCS dan Penunjukkan Resistansi

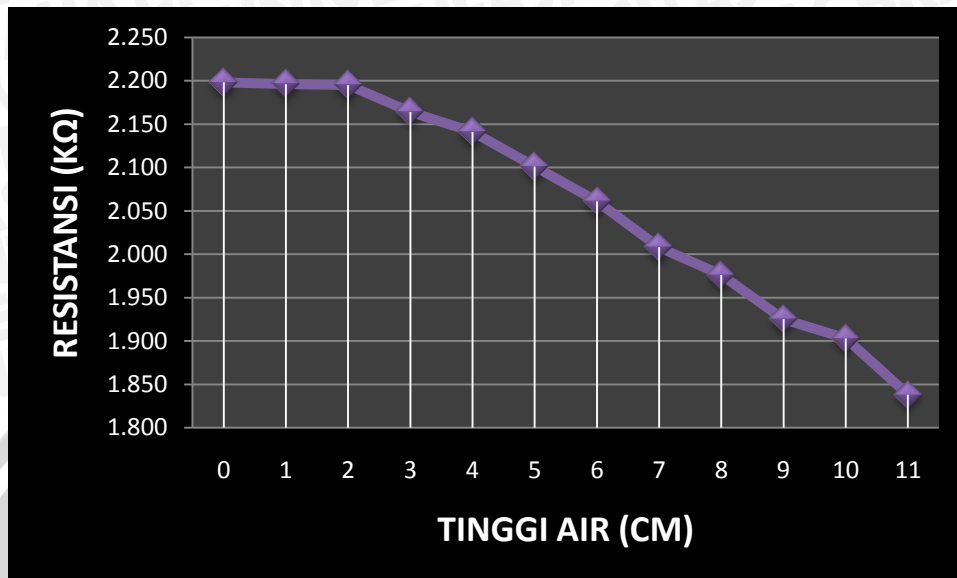
TINGGI AIR (CM)	PENUNJUKKAN DCS (%)	RESISTANSI (KΩ)
0	41,00	2,198
1	41,00	2,196
2	41,00	2,195
3	41,40	2,164
4	42,30	2,141
5	43,60	2,101
6	45,30	2,061
7	46,20	2,008
8	47,60	1,976
9	48,80	1,925
10	50,10	1,903
11	52,30	1,838

Nilai tidak linier penunjukkan DCS terlihat pada tinggi air 0 – 3 cm dalam Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Grafik Penunjukkan % DCS dan tinggi air

Oleh sebab itu penentuan tinggi air 3 cm pada starting sistem dipilih agar kelinieran kenaikan dari 3 cm hingga 11 cm tidak terganggu saat proses pengendalian. Tampilan linier kenaikan resistansi sensor dari 3 cm hingga 11 ditampikan dalam Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Grafik Penunjukkan resistansi *eTape* dan tinggi air

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor *eTape* berkerja dengan baik dan mampu membaca kenaikan ketinggian, meskipun pada ketinggian awal hingga 3 cm nilai resistansi dan pembacaan DCS tidak linear, serta mampu mentransmisikan sinyal 4 – 20 mA kedalam *input* DCS. Selain itu program DCS mampu memberikan tampilan hasil pengukuran melalui *faceplate* dan *trend*.

5.3 Pengujian Sistem Keseluruhan

a. Tujuan

- Mengetahui respon sistem dengan konstanta blok pengontrolan PID *default* DCS Centum VP
- Mengetahui t_s (*settling time*) sistem untuk mencapai *setpoint* sebesar 60° celcius.
- Mengetahui pengaruh *error* terhadap respon pengendalian sistem.

b. Peralatan yang digunakan

- *eTape Level Sensor*
- PR 5333 *Programmable Temperature Transmitter*
- Sensor Pt100
- *Heater* tinggi 12 cm - 220 VAC/ 190 Watt
- Modul *Input Analog & Output Digital*
- *Solenoid Valve*

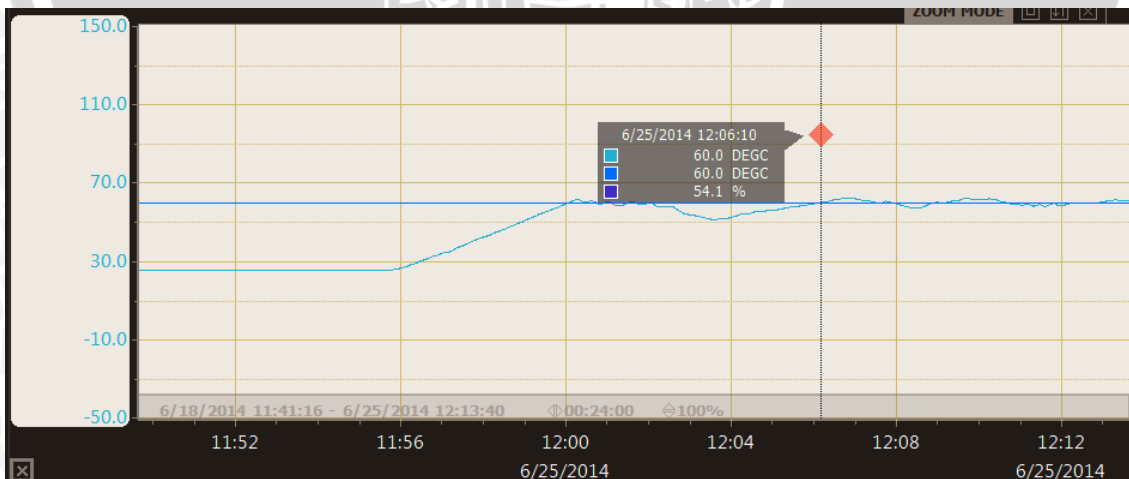
- Tabung Penampung
- *Distributed Control System* (DCS Centum VP)
- *Relay* OMRON LY2J
- *Power Supply Switching* 12 Volt – 5A
- Kabel penghubung
- Program DCS

c. Langkah Pengujian

- 1) Langkah pengujian ini dilakukan dengan cara membuat pengontrolan sistem menggunakan blok *default kontroller* PID pada *Function Block*. Setelah itu program di *download* melalui HIS ke FCS DCS.
- 2) Merangkai seluruh perangkat keras sesuai perancangan sistem.
- 3) Mengubah *mode* pengontrolan HC01 (*High Control – Tagname 01*) menjadi AUT dengan MV (*Manipulate Variabel*) = 100%
- 4) Mengubah *mode* pengontrolan LT06 (*Level Transmitter – Tagname 06*) menjadi CAS (*cascade*).
- 5) Mengubah *mode* pengontrolan TT08 (*Temperature Transmitter – Tagname 08*) menjadi AUT dengan menetapkan nilai SV (*Setpoint Value*) = 60° Celcius.
- 6) Mengamati respon dan proses sistem

d. Hasil Pengujian dan Analisis

Grafik respon pengendalian terhadap temperatur air panas diberikan dalam Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Grafik Keluaran Temperatur

Grafik pada Gambar 5.11 menampilkan waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai *steady state* (*settling time*) ialah 10 menit, 24 detik dari suhu awal air 25,3° celcius hingga suhu yang dikendalikan 60° celcius, dan terdapat *error* yang

disebabkan kenaikan pemanasan *heater* yang terus - menerus hingga membuat suhu air naik.

Perhitungan persentase besarnya *error* diberikan dalam persamaan 5.2:

$$\% \text{ Error} = \frac{(\text{Besar Error}) - (\text{nilai steady state})}{\text{nilai steady state}} \times 100\% \dots\dots\dots(5.2)$$

Untuk perhitungan persentase *error* pada data *error* ke - 1, sebagai berikut:

- Kenaikan temperatur = 62,5° celcius

$$\% \text{ Error} = \frac{(62,5) - (60)}{60} \times 100\% = \frac{2,5}{60} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = 4,17 \%$$

- Penurunan temperatur = 57,2° celcius

$$\% \text{ Error} = \frac{(57,2) - (60)}{60} \times 100\% = \frac{-2,8}{60} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = - 4,67 \%$$

Tanda negatif (-) pada - 4,67 % menunjukkan bahwa besarnya *error* 4,67 % mengakibatkan penurunan suhu akibat pendinginan yang diberikan oleh air yang keluar melalui *selenoid valve*. Hasil perhitungan *error* yang terjadi selama *sampling data* 18 menit, 04 detik secara lengkap diberikan dalam Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Error yang terjadi selama Pengujian

<i>error</i> ke-	Suhu <i>error</i> Maksimum		Waktu Mencapai <i>Steady</i> Kembali	Kenaikan <i>Level</i>	Suhu <i>error</i> Minimum	
	°Celcius	Persentasi (%)			°Celcius	Persentasi (%)
<i>error</i> 1	62,5	4,17	37 detik	2,50%	57,2	-4,67
<i>error</i> 2	62,4	4,00	29 detik	1,00%	58,4	-2,67

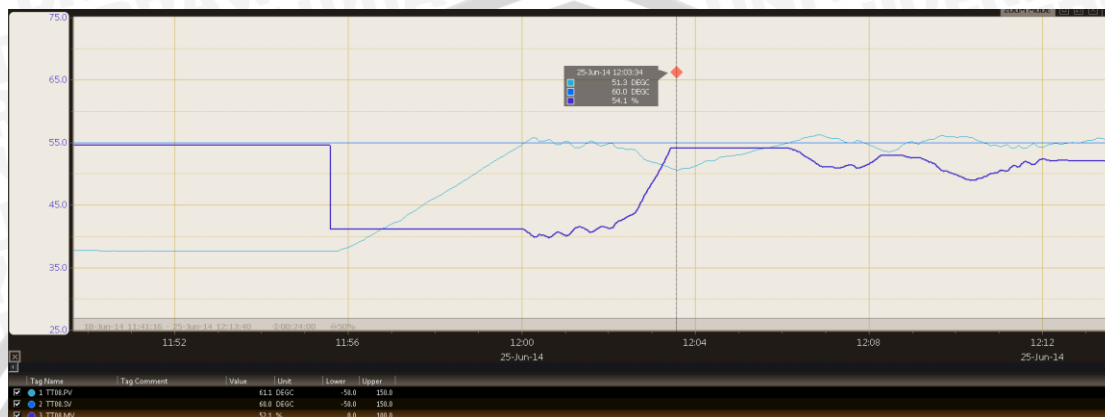
Dari Tabel 5.3 diamati bahwa *error* kenaikan suhu yang terjadi selama proses semakin kecil. Respon sistem semakin cepat yang terlihat dari respon sinyal kontrol memberikan kenaikan *level* yang semakin kecil. Penurunan suhu pada proses pendinginan dapat dikendalikan dan *error* penurunan suhu semakin kecil selama proses.

Pada pengujian *error* pertama, setelah mencapai *steady state* suhu air *heater* terus naik hingga suhu 62,5° celcius dengan persentasi *error* 4,17%, namun pengontrolan DCS mampu membuat temperatur air panas kembali pada nilai *steady state* selama 37 detik dan menurunkan suhu menjadi 57,2° celcius. Penurunan suhu ini terjadi karena *selenoid valve* aktif, lalu mengisi tabung *heater* dengan menaikkan



tinggi air pada nilai 2,50%. Meskipun *error* terjadi kembali pada waktu *sampling* 13 menit, 28 detik, aksi pengontrolan DCS mampu menurunkan nilai *error* dan mengembalikan dalam nilai *steady state*. *Error* yang terjadi akibat karakteristik pemanas yang terus memanaskan hingga suhu maksimum pemanas mampu diminimumkan selama proses sistem.

Untuk aksi pengontrolan pada temperatur diberikan dalam grafik Gambar 5.12.



Gambar 5.12 Grafik Respon Aksi Pengendalian

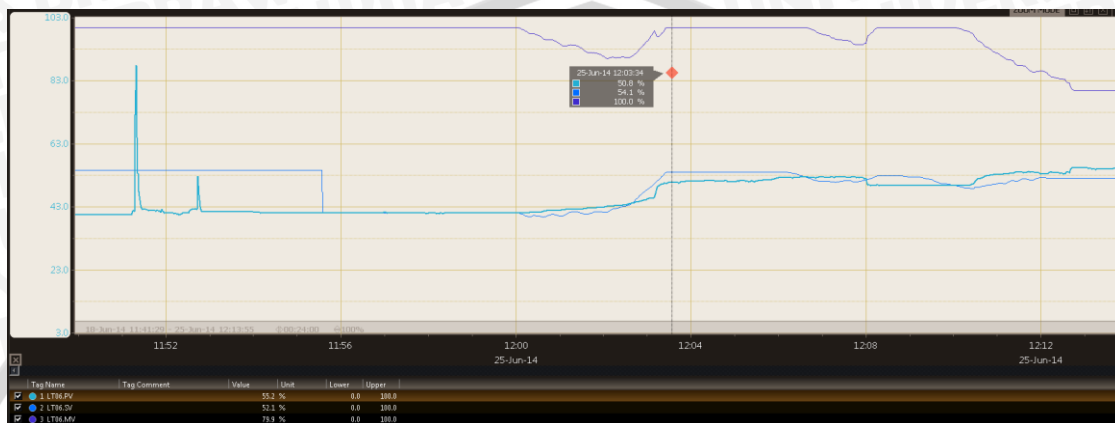
Starting sistem mengisi tabung *heater* selama 38 detik hingga ketinggian 3 cm. Tinggi sebesar 3 cm ini sebanding dengan 410 ml. Kenaikan tiap 1 cm dalam tabung sebanding dengan 136 ml. *Alarm* pada DCS diatur untuk memberikan peringatan jika suhu air panas melebihi toleransi 5% (63° celcius) dan *alarm* pun akan berbunyi jika *level* air mendekati ambang batas tinggi *heater*.

Sesaat sebelum mencapai *steady state*, pada sistem terdapat *error* transien. Nilai *error* transien mencapai puncak pada suhu $61,4^{\circ}$ celcius dan menurun hingga suhu $51,3^{\circ}$ celcius. Saat *sampling data* selama 7 menit, 50 detik, terjadi penurunan suhu air dalam *heater* walaupun *solenoid valve* tidak aktif. Hal ini terjadi karena dalam proses terdapat *delay*. Pada kondisi sebelum *sampling data* selama 7 menit, 50 detik telah *solenoid valve* aktif, nilai temperatur beresilasi pada nilai $\pm 0,5^{\circ}$ celcius dari nilai *steady state*. Dalam kondisi osilasi selama 35 detik tersebut *solenoid valve* aktif dan mengisi tabung *heater*. Akibat air yg mengisi tabung *heater* menyebabkan suhu air panas mengalami penurunan hingga mencapai suhu $51,3^{\circ}$ celcius. Setelah selang waktu 2 menit, 35 detik, maka sistem mencapai nilai *steady state*.

Pengendalian temperatur air panas *heater* ini merupakan pengendalian multivariabel sehingga antara variabel temperatur dan *level* saling mempengaruhi. Jika pengendalian temperatur dirancang agar sistem dapat mencapai dan menetap pada nilai *steady state* pada 60° celcius dengan batasan toleransi 5%, walaupun terdapat

error. Sedangkan pengendalian *level* diberikan agar memanipulasi nilai temperatur jika temperatur melebihi nilai *setpoint* (mendinginkan suhu), sehingga *level* air bertambah dengan takaran sesuai perubahan suhu, *level* air dapat terpantau selama pengujian, dan untuk pengendalian agar *level* air tidak melebihi tinggi maksimum *heater* yang digunakan.

Grafik respon pengendalian pada *level* diberikan dalam Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Grafik Keluaran *Level*

Pada pengendalian multivariabel pada sistem digunakan *default control* PID DCS dengan nilai *Proporsional* = 100, *Integral* = 20, dan *Derivatif* = 0. *Block* kontroler PID pada DCS melakukan komputasi sesuai rumus:

$$MV(t) = \frac{100}{PB} \left(E(t) + \frac{1}{TI} \int E(t)dt + TD \frac{dE(t)}{dt} \right) \dots\dots\dots(5.3)$$

dengan

$$E(t) = PV(t) - SV(t) \dots\dots\dots(5.4)$$

keterangan:

MV(t) : *Manipulated variable*

E(t) : *Deviasi*

PV(t) : *Process variable*

SV(t) : *Setpoint value*

PB : *Proportional Band (%)*

TI : *Integral Time (s)*

TD : *Derivative Time (s)*

PB, TI, dan TD adalah parameter yang bisa diubah atau dilakukan *tuning* pada *block* kontroler PID. Pada *display* di HIS, PB dituliskan dengan P, TI dengan I, dan TD dengan D. Nilai P berkisar 0 - 100%, nilai I 0,1 - 10.000s dan nilai D 0-10.000s.

Untuk memudahkan pemahaman aksi pengendalian multivariabel ini didefinisikan SV1, PV1, dan MV1 untuk respon temperatur. Sedangkan SV2, PV2, dan MV2 untuk respon ketinggian. Setiap perubahan nilai PV1 terhadap SV1 akan direspon oleh aksi MV1, dimana nilai $MV1 = SV2$. Jika terjadi perubahan antara PV2 terhadap SV2, maka nilai MV2 akan memanipulasi derajat temperatur dengan membuka atau menutup *solenoid valve*. Tabel 5.4 menunjukkan aksi pengendalian dan hubungan antar variabel respon.

Tabel 5.4 Hubungan Variabel Respon

Kondisi Temperatur	MV1 Temperatur	SV2 Level	Aksi Pengontrolan (MV2 Level)	PV2 Level
$PV1 < SV1$	Tidak Mengalami Perubahan Nilai	SV2 = MV1 Temperatur	100% Valve Tertutup	$PV2 = SV2$ (Nilai PV2 & SV2 tidak berubah)
$PV1 < SV1$	MV1 Naik	SV2 Naik	100% Valve Tertutup	$PV2 < SV2$
$PV1 = SV1$	Tidak Mengalami Perubahan Nilai	SV2 = MV1 Temperatur	100% Valve Tertutup	$PV2 < SV2$ (Nilai PV2 & SV2 tidak berubah)
$PV1 > SV1$	MV1 Turun	SV2 Turun	Valve Membuka	$PV2 > SV2$
$PV1 > SV1$	MV1 Turun	SV2 Turun	Valve Membuka	$PV2 = SV2$

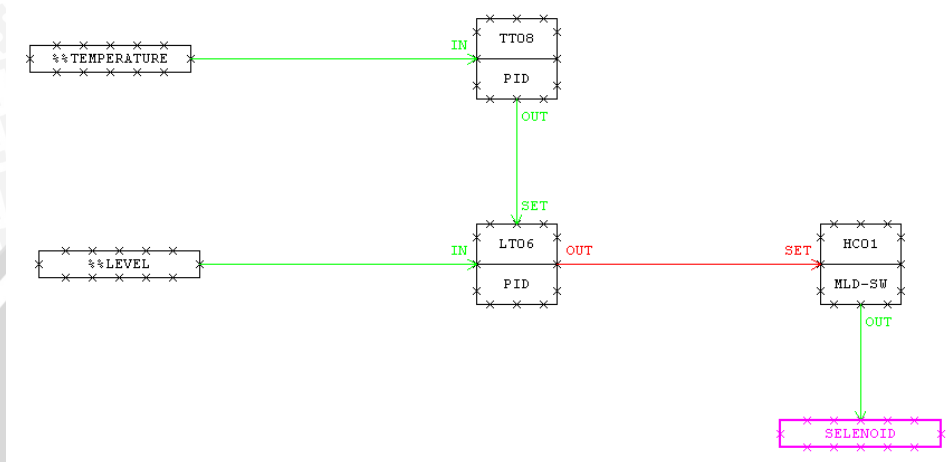
Keterangan Tabel 5.4:

- ❖ SV1 merupakan *setpoint* yang ditetapkan sebesar 60° celcius.
- ❖ PV1 merupakan nilai pengukuran pada temperatur *heater*, melalui sensor Pt100.
- ❖ MV1 merupakan aksi pengontrol dan perhitungan komputasi yang nilainya mempengaruhi nilai SV2.
- ❖ SV2 ialah *setpoint* yang ditetapkan dan berubah sesuai dengan nilai MV1.
- ❖ PV2 ialah nilai pengukuran pada *level air heater*, melalui sensor *eTape*.
- ❖ MV2 ialah aksi pengontrolan untuk membuka atau menutup *solenoid valve*.

Pada hubungan variabel respon Tabel 5.4 diamati bahwa jika kondisi temperatur yang dikendalikan berada dibawah 60° celcius, maka tidak ada perubahan *level* dan *solenoid valve* tidak aktif. *Heater* akan terus memanaskan *level* air tersebut hingga mencapai suhu *setpoint*. Sedangkan jika temperatur yang dikendalikan berada diatas 60° celcius, maka *solenoid valve* akan aktif dan mengisi tabung *heater* dengan *level*

setinggi perubahan nilai MV2 (selisih antara PV2 dan MV1). Kenaikan *level* ini memiliki ukuran tertentu yang sesuai dengan SV2. Tujuan aktifnya *solenoid valve* ialah sebagai pendinginan akibat nilai temperatur air diatas suhu *setpoint*. Setelah pendingin air mengisi tabung *heater*, lalu *heater* akan memanaskan *level* air yang baru hingga mencapai suhu *setpoint*.

Function block sistem keseluruhan ditampilkan dalam Gambar 5.14.



Gambar 5.14 Function Block Kontrol multivariabel Temperatur & Level

Hasil pengujian ini menunjukkan sistem secara keseluruhan bekerja baik meskipun adanya *error* transien dan *error steady state*, dan *error - error* tersebut dapat dikendalikan oleh pengontrolan DCS. Komponen perangkat keras mampu bersinergi dan menghasilkan sistem pengendalian temperatur air panas *heater* dengan multivariabel MISO.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Hasil perancangan sistem yang telah diuji dan dianalisis disimpulkan bahwa:

1. Parameter fisis yang dikontrol pada sistem pengendalian multivariabel temperatur air panas *heater* dengan *Distributed Control System* Centum VP, meliputi temperatur dan *level*. Proses pengontrolan didefinisikan pada *function block* DCS.
2. Konstanta pengendalian menggunakan *block control default* PID DCS dengan P (*Proporsional*) = 100, I (*integral*) = 20, dan D (*Derivatif*) = 0.
3. Sistem memiliki *settling time* 10 menit, 24 detik. Sistem mampu mengurangi *error* yang diuji sebanyak dua kali selama *sampling data* 18 menit, 04 detik, dengan suhu *error* maksimum 4,17% dan suhu *error* minimum 4,67%. Pengendalian pada *level* memberikan respon waktu tercepat sebesar 29 detik untuk melakukan pendinginan akibat kenaikan suhu pemanas.
4. Perancangan sistem meliputi perancangan perangkat keras yang dihubungkan dengan modul *input/ output* pada FCS DCS dan perancangan perangkat lunak dengan memprogram *function block*, *trend*, dan *graphic* pada HIS DCS. Seluruh perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan bekerja dengan baik dan mampu bersinergi, sehingga memberikan respon sesuai pengendalian yang diinginkan.

6.2 Saran

Saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi, antara lain:

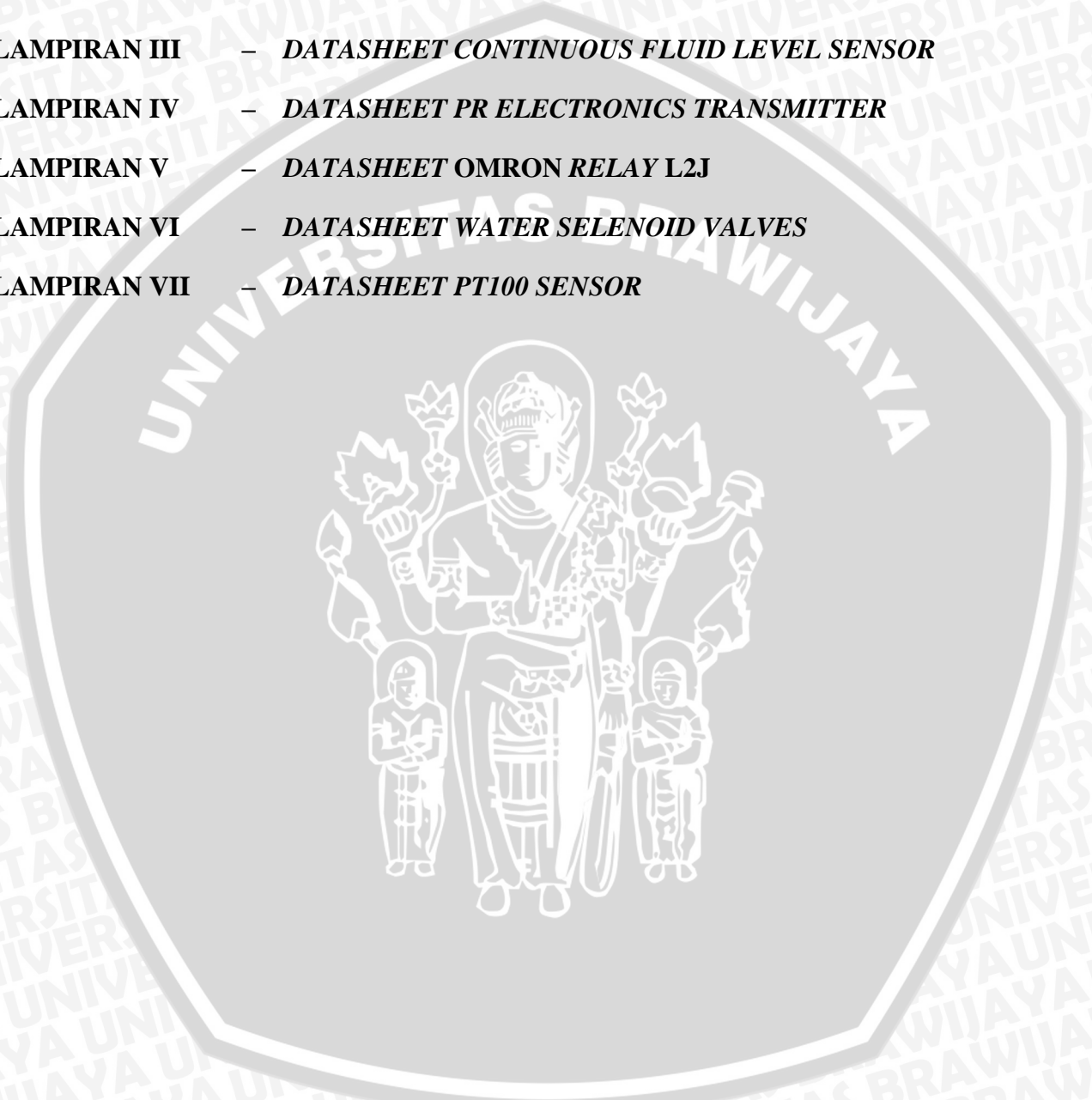
1. Ketinggian dan lebar tangki *heater* dapat ditingkatkan agar *sampling data* dan pengamatan *error* terhadap respon sistem lebih lama.
2. Pengembangan dapat dilakukan dengan menemukan fungsi alih sistem (*transfer function*) dan fungsi matematis *Distributed Control System*.
3. Pengembangan dapat dilakukan dengan menggunakan blok *control self-tuning* PID pada program DCS, sehingga metode pencarian konstanta pengontrolan menggunakan kaidah perhitungan sistem kontrol.
4. Pengontrol kontrol multivariabel dapat dikembangkan dengan menambahkan kran keluaran pada tangki *heater*, agar pengontrolan *level* dibuat konstan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, Dimas Okta. 2013. *Miniatur Alat Pengendalian Suhu Ruang Pengovenan Body Mobil Menggunakan Kontroler PID Berbasis PLC dengan Cascade*. Malang: Universitas Brawijaya, Jurusan Teknik Elektro.
- Bolton, W. 2004. *Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol (Judul asli: Instrumentation and Control Systems)*. Jakarta: Erlangga.
- Graha, R. Dimas Ditya. 2007. *Perancangan Sistem Kontrol Terdistribusi untuk Variabel Suhu Ruangan dan Level Air*. Malang: Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Haliday, David dan Resnick, Robert. 1985. *FISIKA, edisi ketiga jilid satu*, terjemahan Pantur Silaban Ph. D dan Drs. Erwin Sucipto M. Sc. Jakarta: Erlangga.
- Helfrick, Albert D. And William D. Cooper. 1997. *Modern Electronic Instrument and Measurement Techniques*. U.S.A: Prentice-Hall, Inc.
- Noor H., Safrian. 2010. *Perancangan Sistem Pengendalian Suhu dan Level Perawatan Air Panas Terhadap Bibit Tebu*. Malang: Universitas Brawijaya, Jurusan Teknik Elektro.
- Ogata, K. 1985. *Teknik Kontrol Automatik Jilid 1*. Terjemahan oleh Edi Laksono. Jakarta: Erlangga.
- Ogata, K. 1996. *Teknik Kontrol Automatik (edisi kedua)*. Terjemahan oleh Edi Laksono. Jakarta: Erlangga.
- Sears. Zemansky. 1982. *Fisika untuk Universitas I Mekanika. Panas. Bunyi*. Jakarta: Binacipta.
- Sulaeman, Cecep dan Kusnadi. 2011. *Kalibrasi Temperatur pada PT100 dan Thermocouple*. Depok: Politeknik Negeri Jakarta.
- Wilson, Jon S. 2005. *Sensor Technology Handbook*. U.S.A: Elsevier.
- Yokogawa Electric Corporation. 2008. *CENTUM VP Engineering Training Manual*. Japan: Education Center.
- Zen, Ahmad Doniarsyah. 2013. *Pengendalian Posisi Stamping Rod Berbasis Pneumatik Menggunakan DCS Centum VP*. Malang: Universitas Brawijaya, Jurusan Teknik Elektro.

LAMPIRAN

- LAMPIRAN I – FOTO ALAT
- LAMPIRAN II – P&I DIAGRAM SISTEM
- LAMPIRAN III – *DATASHEET CONTINUOUS FLUID LEVEL SENSOR*
- LAMPIRAN IV – *DATASHEET PR ELECTRONICS TRANSMITTER*
- LAMPIRAN V – *DATASHEET OMRON RELAY L2J*
- LAMPIRAN VI – *DATASHEET WATER SELENOID VALVES*
- LAMPIRAN VII – *DATASHEET PT100 SENSOR*



LAMPIRAN I

FOTO ALAT



Gambar 1. Tabung Heater



Gambar 2. Tabung Penampung Air



Gambar 3. Konfigurasi DCS Yokogawa Centum VP



Gambar 4. Slot Input/Output Module pada FCS DCS Centum VP



Gambar 5. Pengkabelan Perangkat Keras

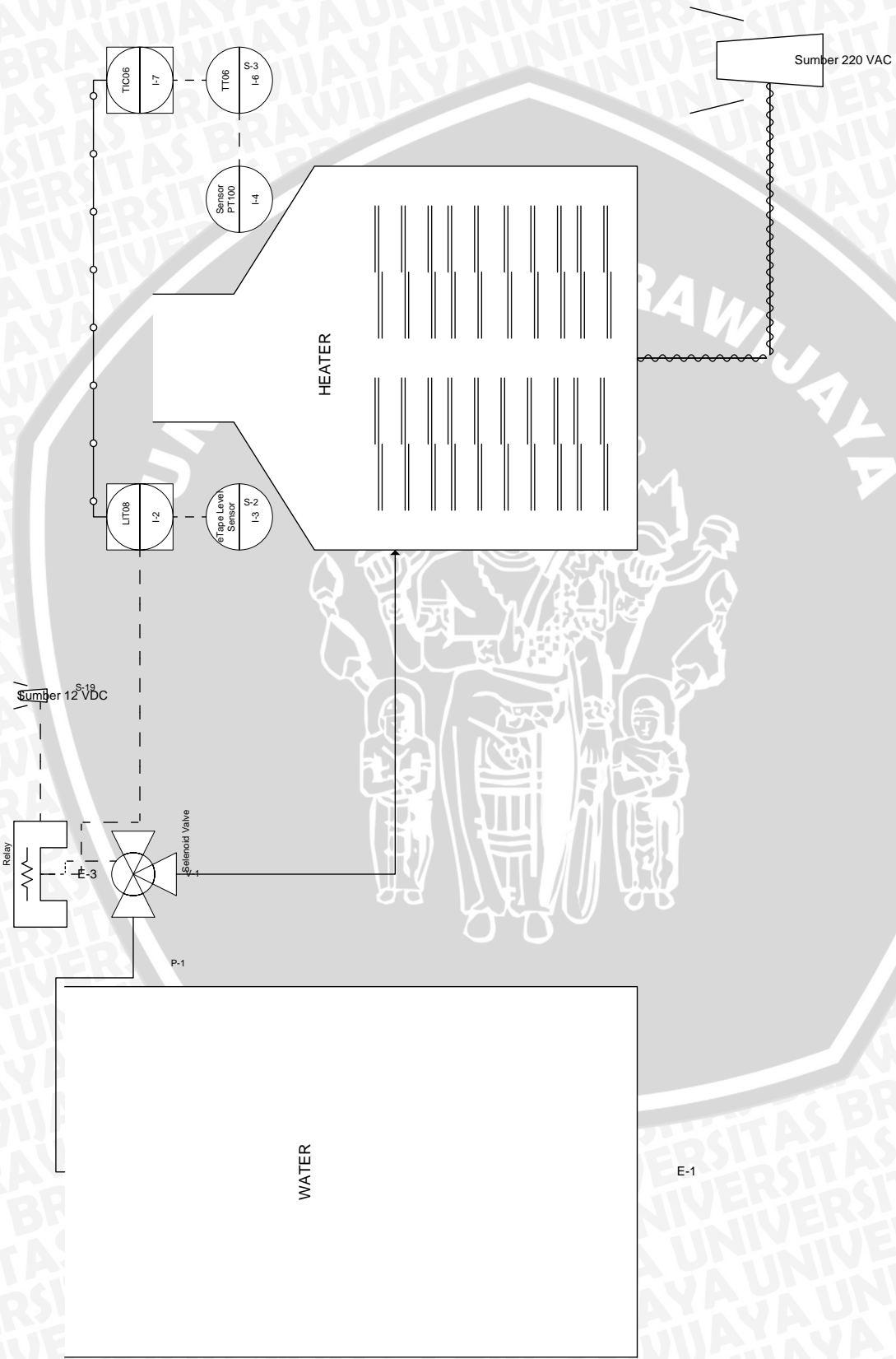


Gambar 6. Sistem Keseluruhan



LAMPIRAN II

PIPING & INSTRUMENTATION DIAGRAM



• Description

The eTape sensor is a solid state, continuous (multi-level) fluid level sensor for measuring levels in water, non-corrosive water based liquids and dry fluids (powders). The eTape sensor is manufactured using printed electronic technologies which employ additive direct printing processes to produce functional circuits.

• Theory of Operation

The eTape sensor's envelope is compressed by hydrostatic pressure of the fluid in which it is immersed resulting in a change in resistance which corresponds to the distance from the top of the sensor to the fluid surface. The eTape sensor provides a resistive output that is inversely proportional to the level of the liquid: the lower the liquid level, the higher the output resistance; the higher the liquid level, the lower the output resistance.

• Specifications

Sensor Length: 14.1" (358 mm)

Thickness: 0.015" (0.381mm)

Width: 1.0" (25.4 mm)

Active Sensor Length: 12.4" (315 mm)

Sensor Output: 2250Ω empty, 400Ω full, ±10%

Resistance Gradient: 150Ω /inch (59Ω/cm), ±10%

Resolution: < 0.01" (0.25 mm)

Actuation Depth: Nominal 1" (25.4 mm)

Reference Resistor (Rref): 2250Ω, ±10%

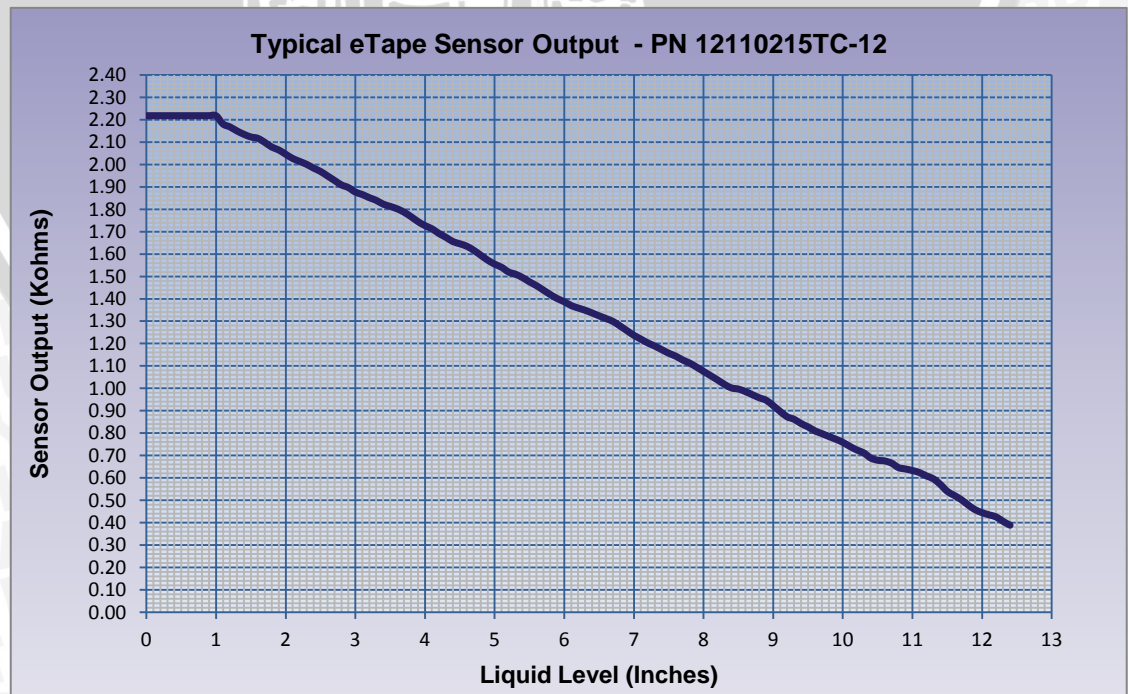
Connector: Crimpflex Solder Tabs

Temperature Range: 15°F - 150°F (-9°C - 65°C)

Power Rating: 0.5 Watts (VMax = 10V)

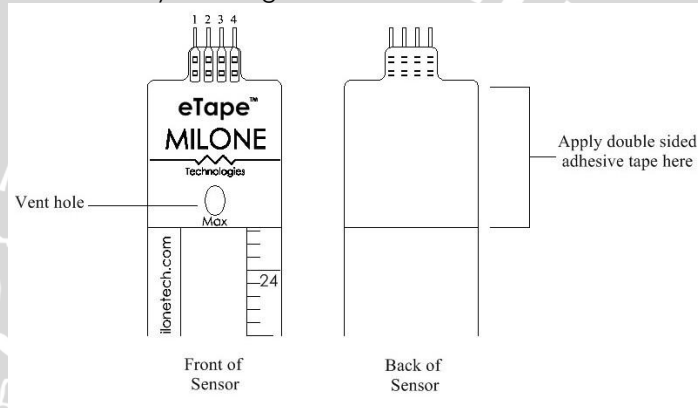
• Sensor Output

The eTape can be modeled as a variable resistor (400 – 2250 Ω ± 10%). The typical output characteristics of the eTape sensor are show in the figure below:

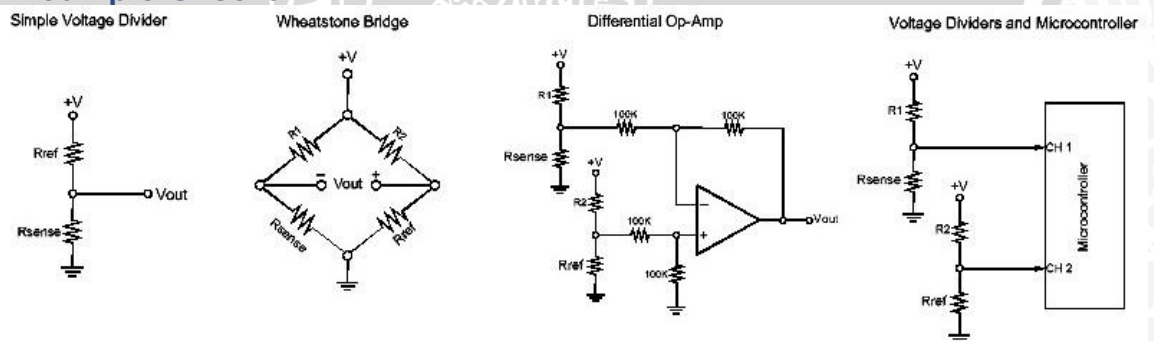


• Connection and Installation

Connect to the eTape by attaching alligator clips or by soldering leads to the crimp pin connectors with low temperature solder. Do not over heat with soldering iron. The inner two pins (pins 2 and 3) are the sensor output (R_{sense}). The outer pins (pins 1 and 4) are the reference resistor (R_{ref}) which can be used for temperature compensation. Suspend the eTape sensor in the fluid to be measured. To work properly the sensor must remain straight and must not be bent vertically or longitudinally. Double sided adhesive tape may be applied to the upper back portion of the sensor to adhere the sensor to the inside wall of the container to be measured. Only apply tape to the upper back portion of the sensor as shown in the figure below. If adhesive tape is applied to any other portion of the sensor it may not work properly. The vent hole located above the max line allows the eTape to equilibrate with atmospheric pressure. The vent hole is fitted with a hydrophobic filter membrane to prevent the eTape from being swamped if inadvertently submerged.



• Sample Circuits



• Custom Applications

The eTape sensor can be manufactured in custom lengths to fit any application. Contact Milone Technologies if you have an application that requires specific length, configuration or output characteristics.

• Technical Support

If you require technical support for the eTape liquid level sensor, please contact our technical support department by email at: techsupport@milonetech.com.

Innovative Fluid Sensing

MILONE
Technologies

PR



5 3 3 3

**2-Wire Programmable
Transmitter**

No. 5333V110-UK
From ser. no. 080629052



SIGNALS THE BEST

DK ▶ PR electronics A/S tilbyder et bredt program af analoge og digitale signalbehandlingsmoduler til industriel automation. Programmet består af Isolatorer, Displays, Ex-barrierer, Temperaturtransmittere, Universaltransmittere mfl. Vi har modulerne, du kan stole på i selv barske miljøer med elektrisk støj, vibrationer og temperaturudsving, og alle produkter opfylder de strengeste internationale standarder. Vores motto »Signals the Best« er indbegrebet af denne filosofi – og din garanti for kvalitet.

UK ▶ PR electronics A/S offers a wide range of analogue and digital signal conditioning devices for industrial automation. The product range includes Isolators, Displays, Ex Interfaces, Temperature Transmitters, and Universal Devices. You can trust our products in the most extreme environments with electrical noise, vibrations and temperature fluctuations, and all products comply with the most exacting international standards. »Signals the Best« is the epitome of our philosophy – and your guarantee for quality.

FR ▶ PR electronics A/S offre une large gamme de produits pour le traitement des signaux analogiques et numériques dans tous les domaines industriels. La gamme de produits s'étend des transmetteurs de température aux afficheurs, des isolateurs aux interfaces SI, jusqu'aux modules universels. Vous pouvez compter sur nos produits même dans les conditions d'utilisation sévères, p.ex. bruit électrique, vibrations et fluctuations de température. Tous nos produits sont conformes aux normes internationales les plus strictes. Notre devise »SIGNALS the BEST« c'est notre ligne de conduite - et pour vous l'assurance de la meilleure qualité.

DE ▶ PR electronics A/S verfügt über ein breites Produktprogramm an analogen und digitalen Signalverarbeitungsmodulen für die industrielle Automatisierung. Dieses Programm umfasst Displays, Temperaturtransmitter, Ex- und galvanische Signaltrenner, und Universalgeräte. Sie können unsere Geräte auch unter extremen Einsatzbedingungen wie elektrisches Rauschen, Erschütterungen und Temperaturschwingungen vertrauen, und alle Produkte von PR electronics werden in Übereinstimmung mit den strengsten internationalen Normen produziert. »Signals the Best« ist Ihre Garantie für Qualität!

2-WIRE PROGRAMMABLE TRANSMITTER

PRetop 5333

Contents

EC declaration of conformity	2
Application	3
Technical characteristics	3
Mounting / installation.....	3
Applications.....	4
Order: 5333	5
Electrical specifications.....	5
Connections	8
Block diagram	9
Programming.....	10
Mechanical specifications	11
Mounting of sensor wires.....	11
Appendix	12
ATEX Installation Drawing - 5333A.....	13
ATEX Installation Drawing - 5333D	14
FM Installation Drawing 5300Q532	16
CSA Installation Drawing 533XQC03	18

EC DECLARATION OF CONFORMITY

As manufacturer

**PR electronics A/S
Lerbakken 10
DK-8410 Rønde**

hererby declares that the following product:

**Type: 5333
Name: 2-Wire programmable transmitter**

is in conformity with the following directives and standards:

The EMC Directive 2004/108/EC and later amendments
EN 61326-1 : 2006

For specification of the acceptable EMC performance level, refer to the electrical specifications for the module.

The ATEX Directive 94/9/EC and later amendments

**EN 60079-0 : 2006, EN 60079-11 : 2007,
EN 60079-15 : 2005 and EN 60079-26 : 2007
EN 61241-0 : 2006 and EN 61241-11 : 2006
ATEX certificate: KEMA 10ATEX0003 X (5333A)
ATEX certificate: KEMA 03ATEX1535 (5333D)**

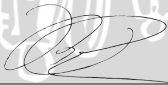
No changes are required to enable compliance with the replacement standards:

EN 60079-0 : 2009 and EN 60079-11 : 2012

Notified body

**KEMA Quality B.V. (0344)
Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem
P.O. Box 5185, 6802 ED Arnhem
The Netherlands**

Rønde, 24 September 2012


Kim Rasmussen
Manufacturer's signature

2-WIRE PROGRAMMABLE TRANSMITTER PRetop 5333

- *RTD or Ohm input*
- *High measurement accuracy*
- *3-wire connection*
- *Programmable sensor error value*
- *For DIN form B sensor head mounting*

Application

- Linearised temperature measurement with Pt100...Pt1000 or Ni100...Ni1000 sensor.
- Conversion of linear resistance variation to a standard analogue current signal, for instance from valves or Ohmic level sensors.

Technical characteristics

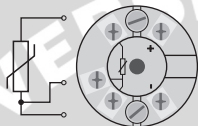
- Within a few seconds the user can program PR5333 to measure temperatures within all RTD ranges defined by the norms.
- The RTD and resistance inputs have cable compensation for 3-wire connection.

Mounting / installation

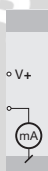
- For DIN form B sensor head mounting. In non-hazardous areas the 5333 can be mounted on a DIN rail with a special fitting.
- **NB:** As Ex barrier for 5333D we recommend 5104B, 5114B, or 5116B.

APPLICATIONS

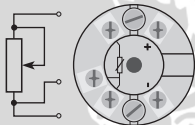
RTD to 4...20 mA



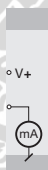
2-wire installation
in control room



Resistance to 4...20 mA



2-wire installation
in control room



Order: 5333

Type	Version
53333	Standard : A CSA, FM & ATEX : D

Electrical specifications

Specifications range:

-40°C to +85°C

Common specifications:

Supply voltage, DC

Standard..... 8...35 V

CSA, FM & ATEX..... 8...30 V

Internal consumption 25 mW...0.8 W

Voltage drop 8 VDC

Warm-up time..... 5 min.

Communications interface Loop Link

Signal / noise ratio Min. 60 dB

Response time (programmable)..... 0.33...60 s

Signal dynamics, input..... 19 bit

Signal dynamics, output..... 16 bit

Calibration temperature..... 20...28°C

Accuracy, the greater of general and basic values:

General values		
Input type	Absolute accuracy	Temperature coefficient
All	$\leq \pm 0.1\%$ of span	$\leq \pm 0.01\%$ of span / °C

Basic values		
Input type	Basic accuracy	Temperature coefficient
RTD	$\leq \pm 0.3^\circ\text{C}$	$\leq \pm 0.01^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$
Lin. R	$\leq \pm 0.2 \Omega$	$\leq \pm 20 \text{ m}\Omega / ^\circ\text{C}$

EMC immunity influence	$< \pm 0.5\%$ of span
------------------------------	-----------------------

Effect of supply voltage variation.....	≤ 0,005% of span / VDC
Vibration	IEC 60068-2-6 Test FC
Lloyd's specification no. 1.....	4 g / 2...100 Hz
Max. wire size.....	1 x 1.5 mm ² stranded wire
Humidity	< 95% RH (non-cond.)
Dimensions.....	Ø 44 x 20.2 mm
Protection degree (enclosure / terminal).....	IP68 / IP00
Weight	50 g

Electrical specifications, input:

RTD and linear resistance input:

RTD type	Min. value	Max. value	Min. span	Standard
Pt100	-200°C	+850°C	25°C	IEC 60751
Ni100	-60°C	+250°C	25°C	DIN 43760
Lin. R	0 Ω	10000 Ω	30 Ω	-----

Max. offset.....	50% of selec. max. value
Cable resistance per wire (max.).....	10 Ω
Sensor current.....	> 0.2 mA, < 0.4 mA
Effect of sensor cable resistance (3-wire).....	< 0.002 Ω / Ω
Sensor error detection	Yes

Output:

Current output:

Signal range	4...20 mA
Min. signal range.....	16 mA
Updating time.....	135 ms
Load resistance	≤ (V _{supply} - 8) / 0.023 [Ω]
Load stability.....	< ±0.01% of span / 100 Ω

Sensor error detection:

Programmable.....	3.5...23 mA
NAMUR NE43 Upscale	23 mA
NAMUR NE43 Downscale.....	3.5 mA

Of span = Of the presently selected range

Ex approval - 5333A:

KEMA 10ATEX0003 X.....	II 3 GD Ex nA [nL] IIC T4...T6 or II 3 GD Ex nL IIC T4...T6 or II 3 GD Ex nA [ic] IIC T4...T6 or II 3 GD Ex ic IIC T4...T6
ATEX Installation Drawing No.....	5333QA02

Ex / I.S. approval - 5333D:

KEMA 03ATEX1535.....	II 1 G Ex ia IIC T4 or T6 II 1 D Ex iaD
Max. amb. temperature for T4	85°C
Max. amb. temperature for T6	60°C
ATEX, applicable in zone.....	0, 1, 2, 20, 21 or 22
ATEX Installation Drawing No.	5333QA01
FM, applicable in.....	IS, Class I, Div. 1, Group A, B, C, D IS, Class I, Zone 0, AEx ia IIC
FM Installation Drawing No.....	5300Q502
CSA, applicable in.....	IS, Class I, Div. 1, Group A, B, C, D, Ex ia IIC IS, Class I, Zone 0, AEx ia IIC
CSA Installation Drawing No.	533XQC03

Marine approval:

Det Norske Veritas, Ships & Offshore Standard for Certification No. 2.4

GOST R approval:

VNIIM & VNIIFTRI, Cert. no. See www.prelectronics.com

Observed authority requirements:

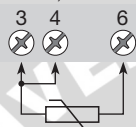
EMC 2004/108/EC	EN 61326-1
ATEX 94/9/EC.....	EN 60079-0, EN 60079-11, EN 60079-15, EN 60079-26, EN 61241-0, EN 61241-11
FM	3600, 3611, 3610
CSA, CAN / CSA.....	C22.2 No. 157, E60079-11, UL 913



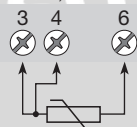
CONNECTIONS

Input:

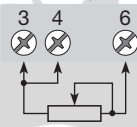
RTD, 2-wire



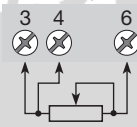
RTD, 3-wire



Resistance, 2-wire

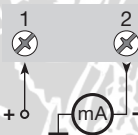


Resistance, 3-wire

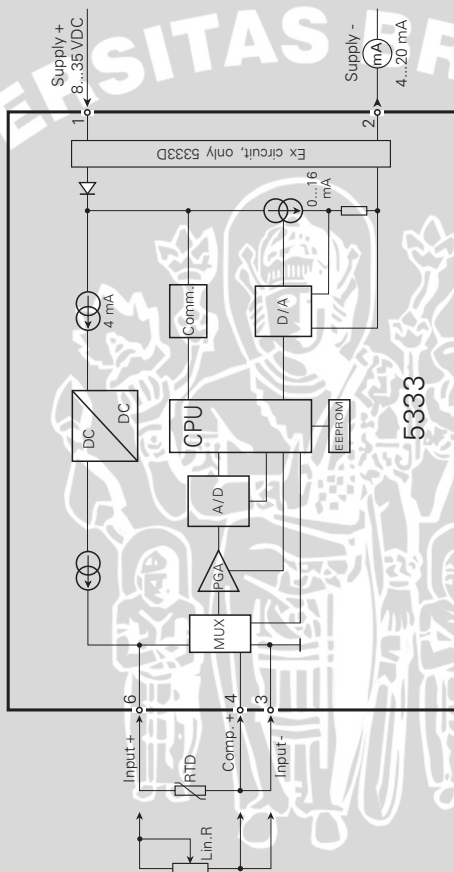


Output:

2-wire installation



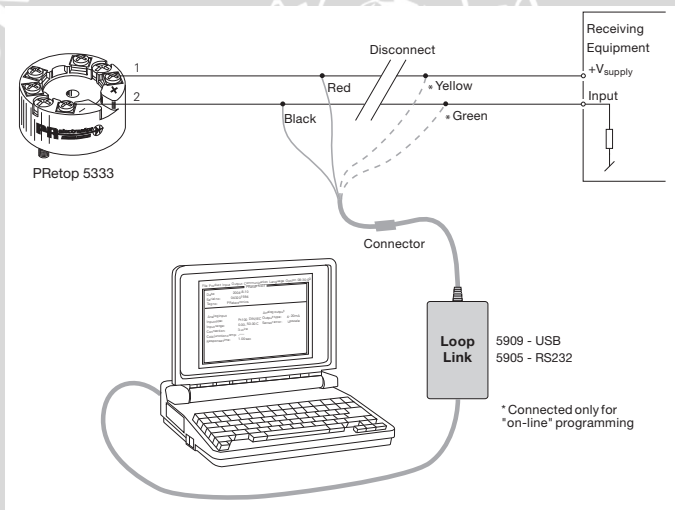
BLOCK DIAGRAM



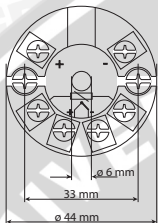
PROGRAMMING

- Loop Link is a communications interface that is needed for programming PRetop 5333.
- For programming please refer to the drawing below and the help functions in PReset.
- Loop Link is not approved for communication with modules installed in hazardous (Ex) areas.

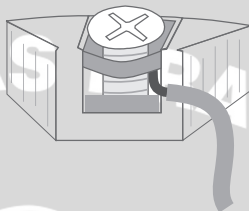
Order: Loop Link



Mechanical specifications



Mounting of sensor wires



Wires must be mounted between the metal plates.



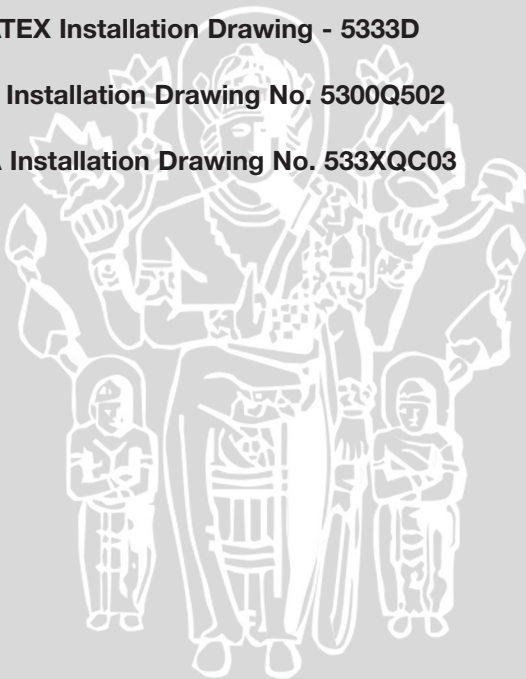
APPENDIX

ATEX Installation Drawing - 5333A

ATEX Installation Drawing - 5333D

FM Installation Drawing No. 5300Q502

CSA Installation Drawing No. 533XQC03



ATEX Installation drawing

For safe installation of 5333A the following must be observed. The module shall only be installed by qualified personnel who are familiar with the national and international laws, directives and standards that apply to this area.

Year of manufacture can be taken from the first two digits in the serial number.

ATEX Certificate KEMA 10ATEX0003 X

Marking



II 3 GD Ex nA [nL] IIC T6...T4
II 3 GD Ex nL IIC T6...T4

II 3 GD Ex nA [ic] IIC T6...T4
II 3 GD Ex ic IIC T6...T4

Standards

EN 60079-0 : 2006, EN 60079-11 : 2007, EN 60079-15 : 2005

T4: $-40 \leq T_a \leq 85^{\circ}\text{C}$
T6: $-40 \leq T_a \leq 60^{\circ}\text{C}$

Terminal: 3,4,6
Ex nA [nL]

Uo: 27 V
Io: 7.0 mA
Po: 45 mW
Lo: 35 mH
Co: 90 nF

Terminal: 1,2
Ex nA

U \leq 35 VDC
I = 4 - 20 mA

Terminal: 1,2
Ex nL or Ex ic

Ui = 35 VDC
Li = 10 μH
Ci = 1.0 nF

Special conditions for safe use

For use in a potentially explosive atmosphere of flammable gasses, vapours or mists, the transmitter shall be mounted in an enclosure providing a degree of protection of at least IP54 in accordance to EN60529.

For use in the presence of combustible dusts the transmitter shall be mounted in an enclosure providing a degree of protection of at least IP6X in accordance with o EN60529. The surface temperature of the enclosure shall be determined after installation of the transmitter.

For an ambient temperature $\geq 60^{\circ}\text{C}$, heat resistant cables shall be used with a rating of at least 20 K above the ambient temperature.

ATEX Installation drawing


5333

For safe installation of 5333D the following must be observed. The module shall only be installed by qualified personnel who are familiar with the national and international laws, directives and standards that apply to this area.

Year of manufacture can be taken from the first two digits in the serial number.

ATEX Certificate KEMA 03ATEX 1535

Marking



II 1 G Ex ia IIC T6..T4
II 1 D Ex iaD

Standards EN 60079-0 : 2006, EN 60079-11 : 2007, EN 60079-26 : 2007,
EN 61241-0 : 2006, EN 61241-11 : 2006

Hazardous area

Zone 0, 1, 2, 20, 21, 22

T4: $-40 \leq T_a \leq 85^\circ\text{C}$ T105 °C

T6: $-40 \leq T_a \leq 60^\circ\text{C}$ T80 °C

Terminal: 3,4,6

Uo: 27 VDC

Io: 7 mA

Po: 45 mW

Lo: 35 mH

Co: 90 nF

6

5

4

3

5333D

1

2

+

-

Non Hazardous Area

Barrier

Terminal: 1,2

Ui: 30 VDC

Ii: 120 mA

Pi: 0.84 W

Li: 10µH

Ci: 1.0nF

Installation notes:

In a potentially explosive gas atmosphere, the transmitter shall be mounted in an enclosure in order to provide a degree of protection of at least IP20 according to EN60529.

If the transmitter is installed in an explosive atmosphere requiring the use of equipment of category 1G and if the enclosure is made of aluminium, it must be installed such, that even in the event of rare incidents, ignition sources due to impact and friction, sparks are excluded; if the enclosure is made of non-metallic materials, electrostatic charging shall be avoided.

For installation in a potentially explosive dust atmosphere, the following instructions apply:

The transmitter shall be mounted in a metal enclosure form B according to DIN43729 that is providing a degree of protection of at least IP6X according to EN60529 that is suitable for the application and correctly installed.

Cable entries and blanking elements shall be used that are suitable for the application and correctly installed.

For an ambient temperature $\geq 60^{\circ}\text{C}$, heat resistant cables shall be used with a rating of at least 20 K above the ambient temperature.

The surface temperature of the enclosure is equal to the ambient temperature plus 20 K, for a dust layer with a thickness up to 5 mm

Installation Drawing 5300Q502.

Model 5331C, 5331D, 5333C and Hazardous (Classified) Location

Class I, Division 1, Groups A, B, C, D
Class II Division 1 Groups E, F, G or
Class I, Zone 0, IIC

Ambient temperature limits
T4: -40 to + 85 deg. Celcius
T6: -40 to + 60 deg. Celcius

Terminal 1, 2
Vmax or Uo: 30 V
Imax or Ii: 120 mA
Pmax or Pi: 0.84 W
Ci: 1 nF
Li: 10 uH

Terminal 3, 4, 5, 6
Only passive, or non-energy
storing devices such as RTD's
and Thermocouples may be
connected.



5333D Non Hazardous Location

Associated Apparatus
or Barrier
with
entity Parameters:

$UM \leq 250V$
 $Voc \text{ or } Uo \leq Vmax \text{ or } Ui$
 $Isc \text{ or } Io \leq Imax \text{ or } Ii$
 $Po \leq Pi$
 $Ca \text{ or } Co \geq Ci + Ccable$
 $La \text{ or } Lo \geq Li + Lcable$

This device must not be
connected to any associated
apparatus which uses or
generates more than 250 VRMS

Model 5335C, 5335D.

Hazardous (Classified) Location

Class I, Division 1, Groups A, B, C, D
Class II Division 1 Groups E, F, G or
Class I, Zone 0, IIC

Ambient temperature limits
T4: -40 to + 85 deg. Celcius
T6: -40 to + 60 deg. Celcius

Terminal 1, 2
Vmax or Uo: 30 V
Imax or Ii: 120 mA
Pmax or Pi: 0.84 W
Ci: 1 nF
Li: 10 uH

Terminal 3, 4, 5, 6
Vt or Uo: 9.6 V
It or Io: 28 mA
Pt or Po: 67.2 mW
Ca or Co: 3.5 uF
La or Lo: 35 mH



Non Hazardous Location

Associated Apparatus
or Barrier
with
entity Parameters:

$UM \leq 250V$
 $Voc \text{ or } Uo \leq Vmax \text{ or } Ui$
 $Isc \text{ or } Io \leq Imax \text{ or } Ii$
 $Po \leq Pi$
 $Ca \text{ or } Co \geq Ci + Ccable$
 $La \text{ or } Lo \geq Li + Lcable$

This device must not be
connected to any associated
apparatus which uses or
generates more than 250 VRMS

The entity concept.

The Transmitter must be installed according to National Electrical Code (ANSI-NFPA 70).

When installed in Class II locations the Transmitter shall be installed in an enclosure with a specified ingress protections of IP6X according to IEC60529 and Dust-tight conduit seals must be used.

Equipment that is FM-approved for intrinsic safety may be connected to barriers based on the ENTITY CONCEPT. This concept permits interconnection of approved transmitters, meters and other devices in combinations which have not been specifically examined by FM, provided that the agency's criteria are met. The combination is then intrinsically safe, if the entity concept is acceptable to the authority having jurisdiction over the installation.

The entity concept criteria are as follows:

The intrinsically safe devices, other than barriers, must not be a source of power. The maximum voltage $U_i(V_{MAX})$ and current $I_i(I_{MAX})$, and maximum power $P_i(P_{max})$, which the device can receive and remain intrinsically safe, must be equal to or greater than the voltage (U_o or V_{oc} or V_i) and current (I_o or I_{sc} or I_i) and the power P_o which can be delivered by the barrier.

The sum of the maximum unprotected capacitance (C) for each intrinsically device and the interconnecting wiring must be less than the capacitance (C_s) which can be safely connected to the barrier.

The sum of the maximum unprotected inductance (L) for each intrinsically device and the interconnecting wiring must be less than the inductance (L_s) which can be safely connected to the barrier.

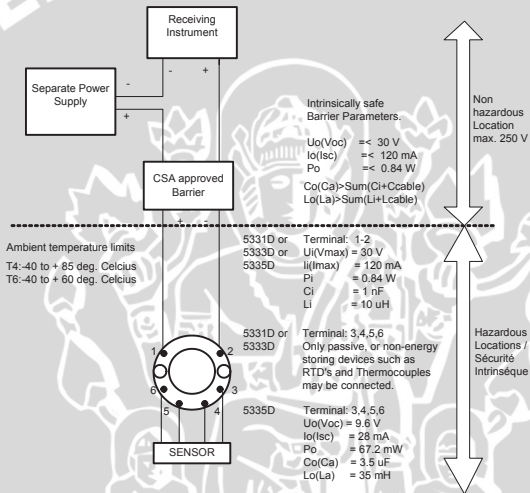
The entity parameters U_o, V_{oc} or V_i and I_o, I_{sc} or I_i , and C_s and L_s for barriers are provided by the barrier manufacturer.

CSA Installation Drawing 533XQC03.

5331D, 5333D and 5335D transmitters are intrinsically safe in Zone 0 Group IIC or Class I, Division 1, Group A,B,C,D when installed according to Installation Drawing.

1. Connections with separate power supply and receiver.

Output: Standard 4 – 20 mA loop

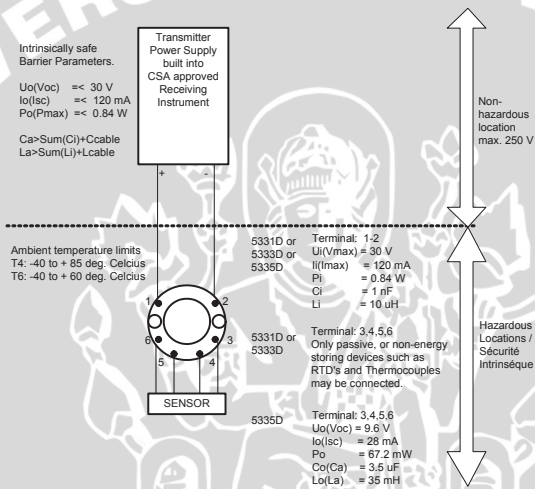


Warning:

Substitution of components may impair intrinsic safety.

The transmitters must be installed in a suitable enclosure to meet installation codes stipulated in the Canadian Electrical Code (CEC).

2. Connection with power supply and barrier built into receiver.
Output: Standard 4 - 20 mA loop



Warning:
Substitution of components may impair intrinsic safety.

The Transmitters must be installed in a suitable enclosure to meet installation codes stipulated in the Canadian Electrical Code (CEC).



Displays Programmable displays with a wide selection of inputs and outputs for display of temperature, volume and weight, etc. Feature linearisation, scaling, and difference measurement functions for programming via PReset software.

Ex interfaces Interfaces for analogue and digital signals as well as HART® signals between sensors / I/P converters / frequency signals and control systems in Ex zone 0, 1 & 2 and for some modules in zone 20, 21 & 22.



Isolation Galvanic isolators for analogue and digital signals as well as HART® signals. A wide product range with both loop-powered and universal isolators featuring linearisation, inversion, and scaling of output signals.



Temperature A wide selection of transmitters for DIN form B mounting and DIN rail modules with analogue and digital bus communication ranging from application-specific to universal transmitters.



Universal PC or front programmable modules with universal options for input, output and supply. This range offers a number of advanced features such as process calibration, linearisation and auto-diagnosis.



PR



www.preelectronics.fr
sales@preelectronics.fr



www.preelectronics.de
sales@preelectronics.de



www.preelectronics.es
sales@preelectronics.es



www.preelectronics.it
sales@preelectronics.it



www.preelectronics.se
sales@preelectronics.se



www.preelectronics.co.uk
sales@preelectronics.co.uk



www.preelectronics.com
sales@preelectronics.com



www.preelectronics.cn
sales@preelectronics.cn

Head office

Denmark
PR electronics A/S
Lerbakken 10
DK-8410 Rønne

www.preelectronics.com
sales@preelectronics.dk
tel. +45 86 37 26 77
fax +45 86 37 30 85

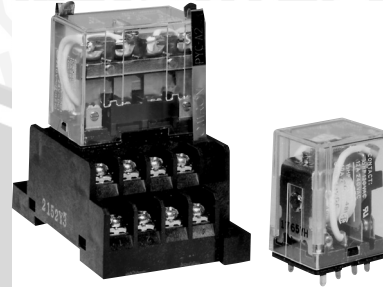


QUALITY SYSTEM AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM
DS/EN ISO 9001
DS/EN ISO 14001



General Purpose Relay LY

- Arc barrier equipped.
- High dielectric strength (2,000 VAC).
- Long dependable service life assured by Ag-Alloy contacts.
- Choose models with single or bifurcated contacts, LED indicator, diode surge suppression, push-to-test button, or RC circuit.
- UL, CSA, and TUV approvals on all standard LY Relays.
- CE marks included on non-PCB mount versions.



Ordering Information

To Order: Select the part number and add the desired coil voltage rating (e.g., LY1-DC6).

Type	Terminal	Contact form	Model			
			Single contact		Bifurcated contact	
			Standard bracket mounting	Upper mounting bracket	Standard bracket mounting	Upper mounting bracket
Standard	Plug-in/solder	SPDT	LY1	LY1F	—	—
		DPDT	LY2	LY2F	LY2Z	LY2ZF
		3PDT	LY3	LY3F	—	—
		4PDT	LY4	LY4F	—	—
	PCB	SPDT	LY1-0	—	—	—
		DPDT	LY2-0	—	LY2Z-0	—
		3PDT	LY3-0	—	—	—
		4PDT	LY4-0	—	—	—
LED indicator	Plug-in/solder	SPDT	LY1N	—	—	—
		DPDT	LY2N	—	LY2ZN	—
		3PDT	LY3N	—	—	—
		4PDT	LY4N	—	—	—
Diode surge suppression	Plug-in/solder	SPDT	LY1-D	—	—	—
		DPDT	LY2-D	—	LY2Z-D	—
		3PDT	LY3-D	—	—	—
		4PDT	LY4-D	—	—	—
LED indicator and diode surge suppression	Plug-in/solder	SPDT	LY1N-D2	—	—	—
		DPDT	LY2N-D2	—	LY2ZN-D2	—
		4PDT	LY4N-D2	—	—	—
RC circuit	Plug-in/solder	SPDT	LY1-CR	—	—	—
		DPDT	LY2-CR	—	LY2Z-CR	—
LED indicator and RC circuit	Plug-in/solder	SPDT	LY1N-CR	—	—	—
		DPDT	LY2N-CR	—	LY2ZN-CR	—

Note: 1. Types with specifications other than those listed are available. Contact your Omron Sales representative.

2. To order connecting sockets and mounting tracks, see "Accessories" section.

3. Relays with RC circuit are only available in AC coil voltages of 100 VAC or greater.

Type	Terminal	Contact form	Model			
			Single contact		Bifurcated contact	
			Standard bracket mounting	Upper mounting bracket	Standard bracket mounting	Upper mounting bracket
Push-to-test button	Plug-in/solder	SPDT	LY114	—	—	—
		DPDT	LY214	—	LY2Z12	—
		3PDT	LY314	—	—	—
		4PDT	LY414	—	—	—
LED indicator and push-to-test button	Plug-in/solder	DPDT	LY214N	—	LY2Z12N	—
		4PDT	LY414N	—	—	—

Note: 1. Types with specifications other than those listed are available. Contact your Omron Sales representative.
 2. To order connecting sockets and mounting tracks, see “Accessories” section.

■ Accessories

Connecting Sockets

To Order: Select the appropriate part numbers for sockets, clips, and mounting tracks (if required) from the following charts.

Track Mounted Sockets

Relay	Socket*	Relay hold-down clip		Mounting track
		Standard	RC circuit	
SPDT	PTF08A-E	PYC-A1	Y92H-3	PFP-100N/PFP-50N & PFP-M or PFP-100N2 PFP-S (Option spacer)
DPDT				
3PDT	PTF11A			
4PDT	PTF14A-E			

* Track mounted socket can be used as a front connecting socket.

Back Connecting Sockets

Relay	Solder terminal socket	Wire wrap terminal socket	Relay hold-down clip				Socket Mounting Plate			
			Standard	Push-to-test	RC circuit	Mtg. plate	1	10	12	18
SPDT	PT08	PT08QN	PYC-P	PYC-P2	PYC-1	PYC-S	PYP-1	—	—	PYP-18
DPDT										
3PDT	PT11	PT11QN					PTP-1-3	—	PTP-12	—
4PDT							PT14	PT14QN		

Note: Types PYP-18, PTP-12 and PTP-10 may be cut to any desired length.

Relay	PC terminal socket	Relay hold-down clip		
		Standard	Push-to-test	RC circuit
SPDT	PT08-0	PYC-P	PYC-P2	PYC-1
DPDT				
3PDT	PT11-0			
4PDT	PT14-0			

Specifications

Contact Data

Load	Single contact				Bifurcated contact	
	SPDT		DPDT, 3PDT, 4PDT		DPDT	
	Resistive load (p.f. = 1)	Inductive load (p.f. = 0.4) (L/R = 7 ms)	Resistive load (p.f. = 1)	Inductive load (p.f. = 0.4) (L/R = 7 ms)	Resistive load (p.f. = 1)	Inductive load (p.f. = 0.4) (L/R = 7 ms)
Rated load	15 A at 110 VAC 15 A at 24 VDC	10 A at 110 VAC 7 A at 24 VDC	10 A at 110 VAC 10 A at 24 VDC	7.5 A at 110 VAC 5 A at 24 VDC	5 A at 110 VAC 5 A at 24 VDC	4 A at 110 VAC 4 A at 24 VDC
Contact material	Ag-Alloy					
Carry current	15 A		10 A		7 A	
Max. operating voltage	250 VAC 125 VDC					
Max. operating current	15 A		10 A		7 A	
Max. switching capacity	1,700 VA 360 W	1,100 VA 170 W	1,100 VA 240 W	825 VA 120 W	550 VA 120 W	440 VA 100 W
Min. permissible load	100 mA, 5 VDC				10 mA, 5 VDC	

Coil Data

1- and 2-pole Types – AC

Rated voltage (V)	Rated current (mA)		Coil resistance (Ω)	Coil inductance (ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (VA, W)
	50 Hz	60 Hz		Armature OFF	Armature ON				
6	214.10	183	12.20	0.04	0.08	80% max.	30% min.	110%	Approx. 1.00 to 1.20 (60 Hz)
12	106.50	91	46	0.17	0.33				
24	53.80	46	180	0.69	1.30				
50	25.70	22	788	3.22	5.66				
100/110	11.70/12.90	10/11	3,750	14.54	24.60				Approx. 0.90 to 1.10 (60 Hz)
110/120	9.90/10.80	8.40/9.20	4,430	19.20	32.10				
200/220	6.20/6.80	5.30/5.80	12,950	54.75	94.07				
220/240	4.80/5.30	4.20/4.60	18,790	83.50	136.40				

1- and 2-pole Types – DC

Rated voltage (V)	Rated current (mA)	Coil resistance (Ω)	Coil inductance (ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (VA, W)
			Armature OFF	Armature ON				
6	150	40	0.16	0.33	80% max.	10% min.	110%	Approx. 0.90
12	75	160	0.73	1.37				
24	36.90	650	3.20	5.72				
48	18.50	2,600	10.60	21				
100/110	9.10/10	11,000	45.60	86.20				

- Note:**
- The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C (73°F) with tolerances of +15%, -20% for AC rated current, and ±15% for DC rated coil resistance.
 - The AC coil resistance and inductance are reference values at 60 Hz.
 - The performance characteristics are measured at a coil temperature of 23°C (73°F).
 - Class B coil insulation is available.

3-pole Type – AC

Rated voltage (V)	Rated current (mA)		Coil resistance (Ω)	Coil inductance (ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (VA, W)
	50 Hz	60 Hz		Armature OFF	Armature ON				
6	310	270	6.70	0.03	0.05	80% max.	30% min.	110%	Approx. 1.60 to 2.00 (60 Hz)
12	159	134	24	0.12	0.21				
24	80	67	100	0.44	0.79				
50	38	33	410	2.24	3.87				
100/110	15.90/18.30	13.60/15.60	2,300	10.50	18.50				
120	17.30	14.8	2,450	11.50	20.60				
200/220	10.50/11.60	9.00/9.90	8,650	34.80	59.50				
240	9.40	8	10,400	38.60	74.60				

3-pole Type – DC

Rated voltage (V)	Rated current (mA)		Coil resistance (Ω)	Coil inductance (ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (VA, W)
	50 Hz	60 Hz		Armature OFF	Armature ON				
6	234		25.70	0.11	0.21	80% max.	10% min.	110%	Approx. 1.40
12	112		107	0.45	0.98				
24	58.60		410	1.89	3.87				
48	28.20		1,700	8.53	13.90				
100/110	12.70/13		8,500	29.60	54.30				

4-pole Type – AC

Rated voltage (V)	Rated current (mA)		Coil resistance (Ω)	Coil inductance (ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (VA, W)
	50 Hz	60 Hz		Armature OFF	Armature ON				
6	386	330	5	0.02	0.04	80% max.	30% min.	110%	Approx. 1.95 to 2.50 (60 Hz)
12	199	170	20	0.10	0.17				
24	93.60	80	78	0.38	0.67				
50	46.80	40	350	1.74	2.88				
100/110	22.50/25.50	19/21.80	1,800	10.50	17.30				
120	19.00	16.40	2,200	9.30	19				
200/220	11.50/13.10	9.80/11.20	6,700	33.10	57.90				
240	11.00	9.50	9,000	33.20	63.40				

4-pole Type – DC

Rated voltage (V)	Rated current (mA)		Coil resistance (Ω)	Coil inductance (ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (VA, W)
	50 Hz	60 Hz		Armature OFF	Armature ON				
6	240		25	0.09	0.21	80% max.	10% min.	110%	Approx. 1.50
12	120		100	0.39	0.84				
24	69		350	1.41	2.91				
48	30		1,600	6.39	13.60				
100/110	15/15.90		6,900	32	63.70				

- Note:**
1. The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C (73°F) with tolerances of +15%, -20% for AC rated current, and ±15% for DC rated coil resistance.
 2. The AC coil resistance and inductance are reference values at 60 Hz.
 3. The performance characteristics are measured at a coil temperature of 23°C (73°F).
 4. Class B coil insulation is available.

Characteristics

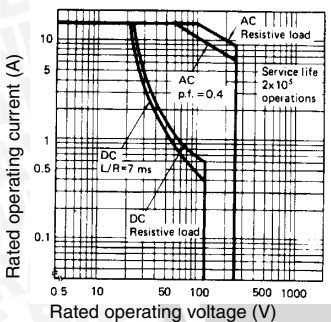
Contact resistance		50 mΩ max.
Operate time		25 ms max.
Release time		25 ms max.
Operating frequency	Mechanically	18,000 operations/hour
	Under rated load	1,800 operations/hour
Insulation resistance		100 MΩ min. (at 500 VDC)
Dielectric strength		2,000 VAC, 50/60 Hz for 1 minute 1,000 VAC, 50/60 Hz for 1 minute between contacts of same polarity
Vibration	Mechanical durability	10 to 55 Hz, 1.00 mm (0.04 in) double amplitude
	Malfunction durability	10 to 55 Hz, 1.00 mm (0.04 in) double amplitude
Shock	Mechanical durability	1,000 m/s ² (approx. 100 G)
	Malfunction durability	200 m/s ² (approx. 20 G)
Ambient temperature	Operating	LY1, LY2, LY3: -25° to 55°C; LY4: -25° to 40°C
Humidity		35 to 85% RH
Service Life	Mechanically	AC: 50 million operations min. (at operating frequency of 18,000 operations/hour) DC: 100 million operations min. (at operating frequency of 18,000 operations/hour)
	Electrically	See "Characteristic Data"
Weight		SPDT, DPDT: Approx. 40 g (1.41 oz), 3PDT: Approx. 50 g (1.76 oz) 4PDT: Approx. 70 g (2.47 oz)

Note: Data shown are of initial value.

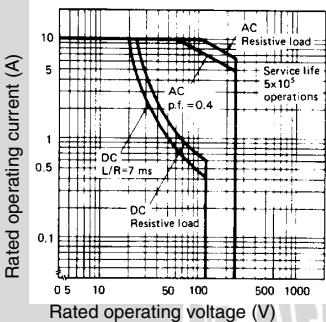
Characteristic Data

Maximum switching capacity

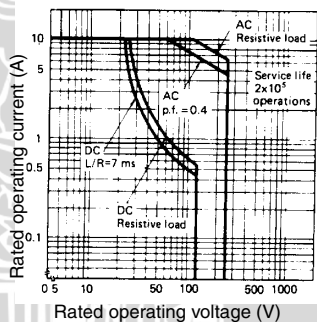
LY1



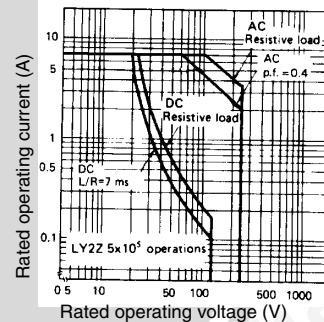
LY2



LY3, LY4

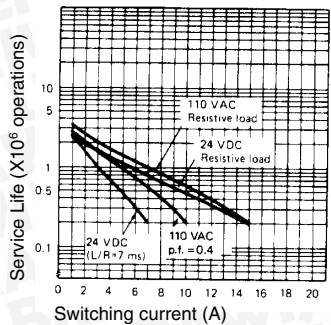


LY2Z

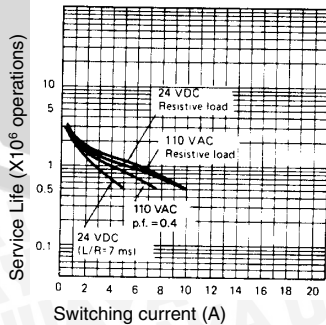


Electrical service life

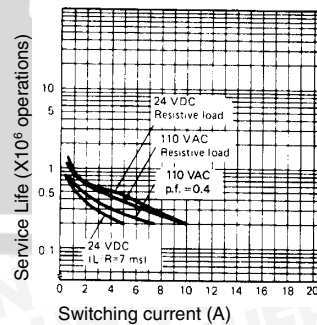
LY1



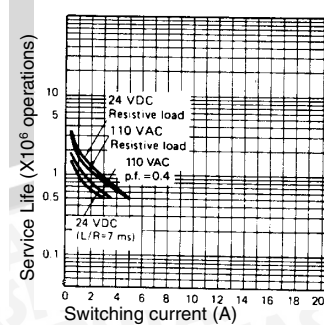
LY2



LY3, LY4



LY2Z

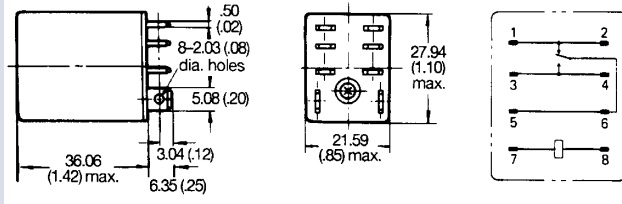


Dimensions

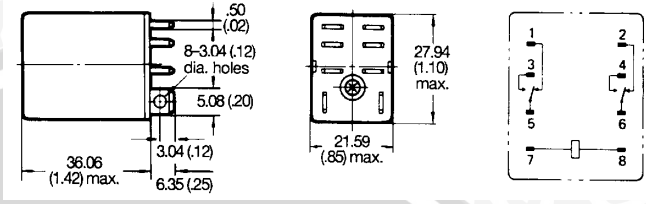
Unit: mm (inch)

Relays

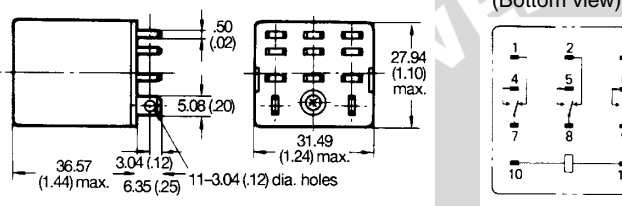
LY1



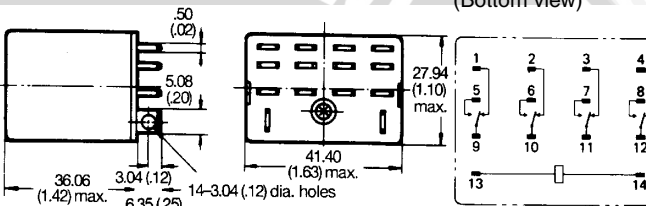
LY2



LY3

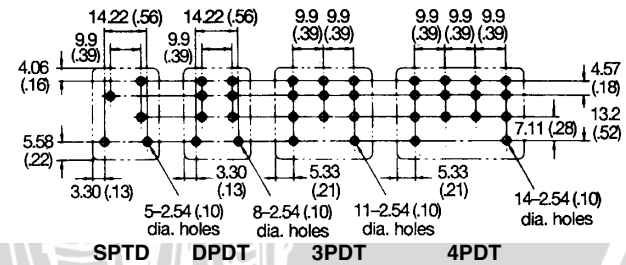
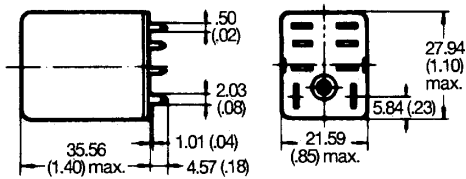


LY4



LY1-0, LY2-0, LY3-0, LY4-0

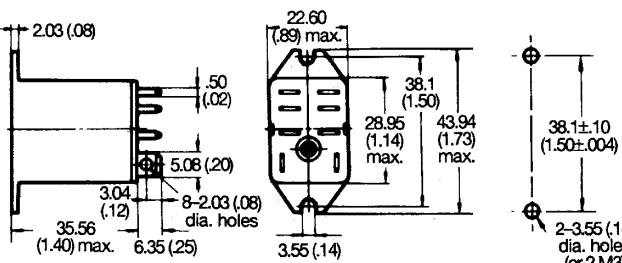
Mounting holes for LY1-0, LY2-0, LY3-0, LY4-0 (Bottom view)



Note: The above drawing shows LY2-0. With LY1-0, dimension "*" should read as eight 6.35 (.25).

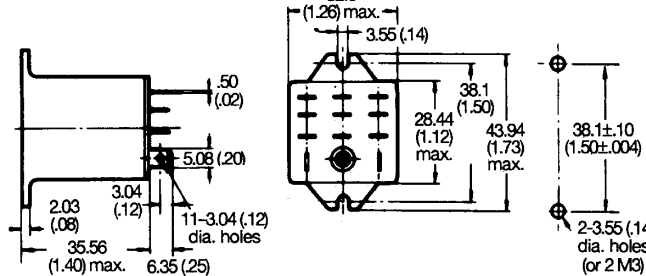
LY1F, LY2F

Mounting holes



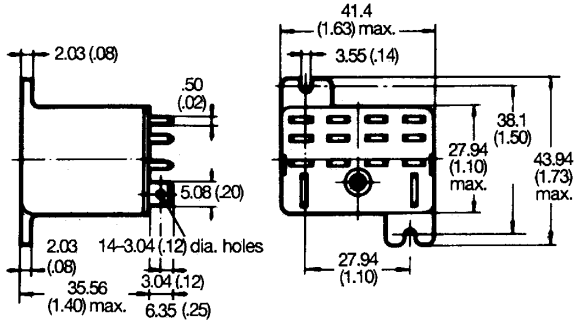
LY3F

Mounting holes

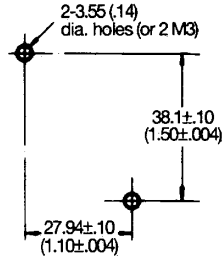


Note: The above drawing shows LY1F. With LY2F, dimension "*" should read as eight 3.05 mm (0.12 in) dia. holes.

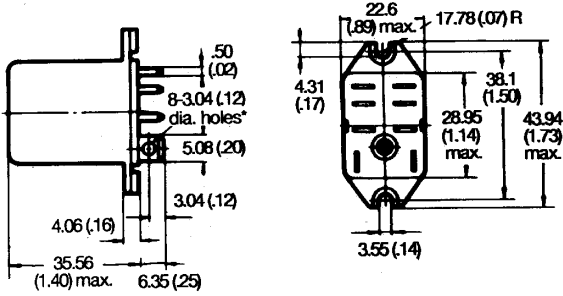
LY4F



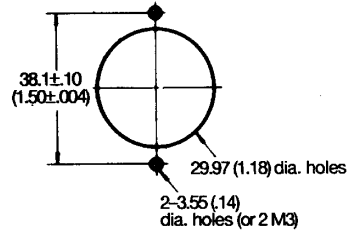
Mounting holes



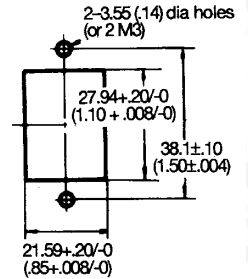
LY1S, LY2S



Round hole

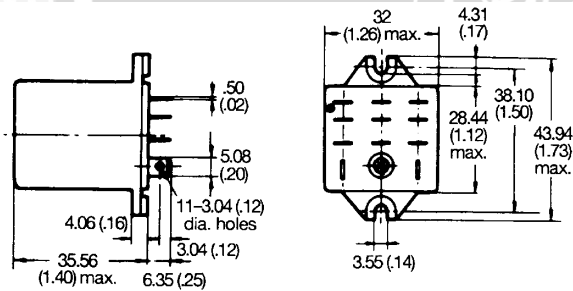


Rectangular hole

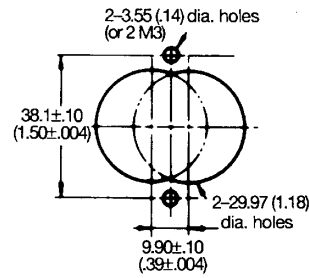


Note: The above drawing shows LY2S-US. With LY1S-US, dimension ^(***) should read as eight 2.03 mm (0.08 in) dia. holes.

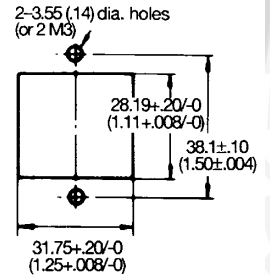
LY3S



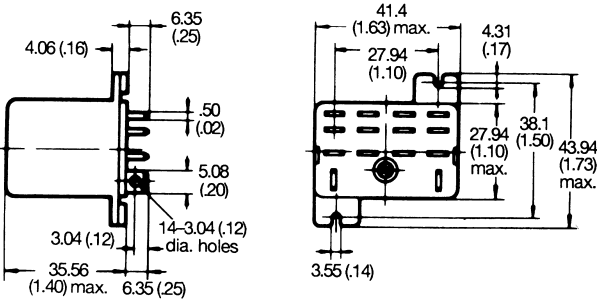
Round hole



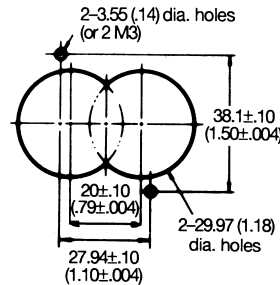
Rectangular hole



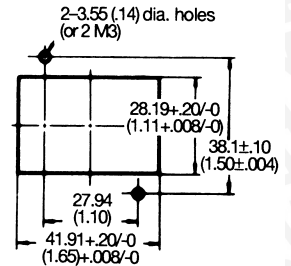
LY4S



Round hole



Rectangular hole



Accessories

Unit: mm (inch)

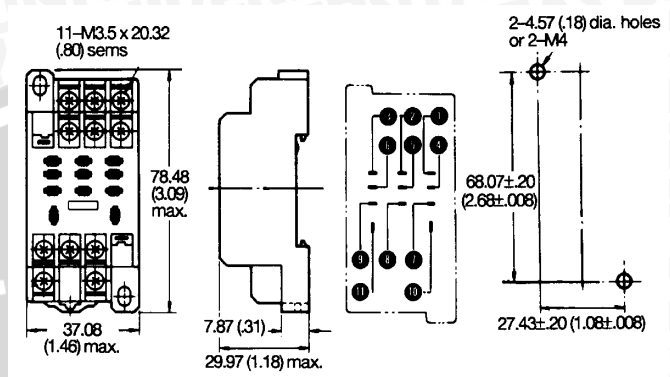
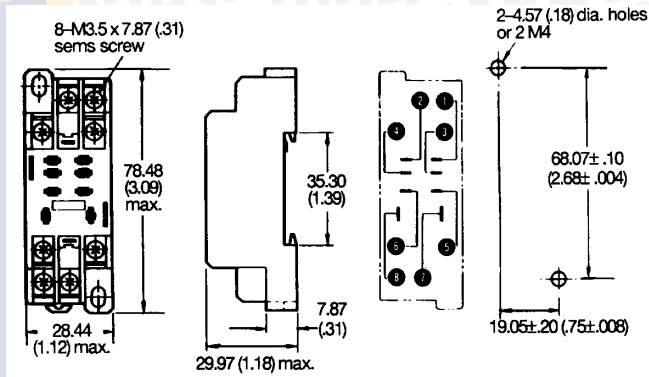
Track mounted sockets (UL File No. E87929) (CSA Report No. LR31928)

PTF08A
(see note 3)

**Terminal arrangement/
mounting holes**
(Top view)

PTF11A

**Terminal arrangement/
mounting holes**
(Top view)

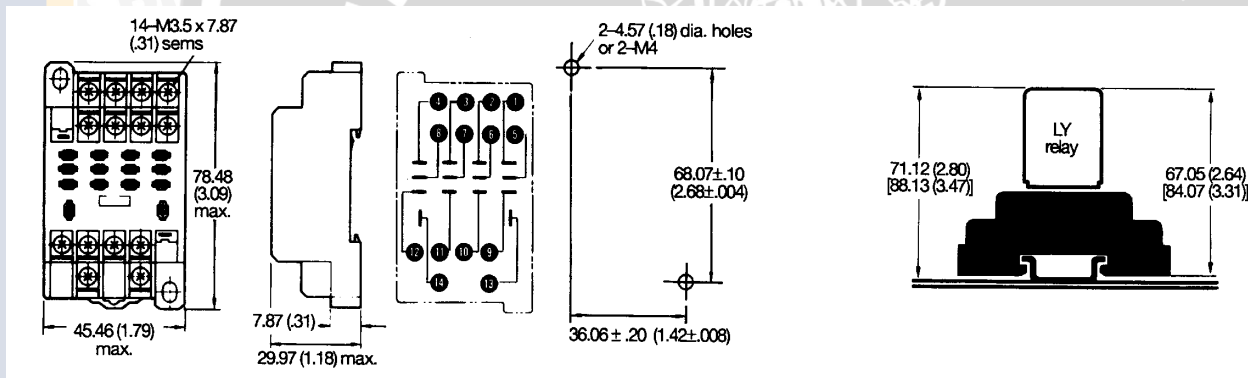


Track mounting sockets (UL File No. E87929) (CSA Report No. LR31928)

PTF14A
(see note 3)

**Terminal arrangement/
mounting holes**
(Top view)

**Mounting height of
relay with socket**
(Applies to all PTF□A sockets)



- Note:**
1. UL/CSA does not apply to wire wrap (Q) type sockets.
 2. Values in brackets for LY□CR.
 3. PTF08A-E and PTF14A-E = touch safe screws. Height = 33 mm max.

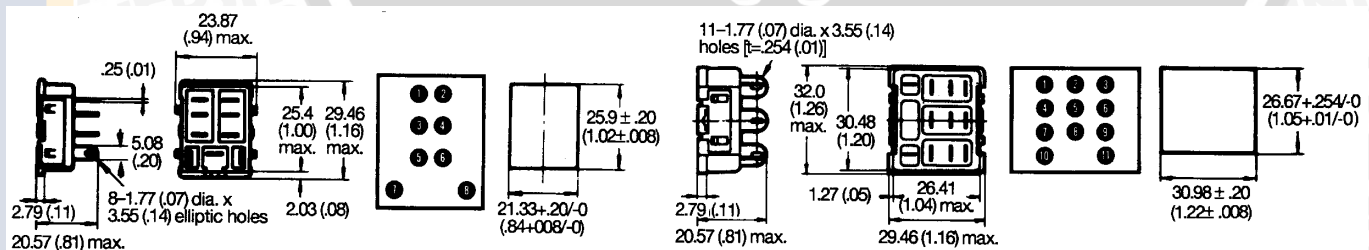
Back connecting socket (UL File No. E87929) (CSA Report No. LR31928)

PT08

**Terminal arrangement/
(Bottom view)**

PT11

**Terminal arrangement/
(Bottom view)**

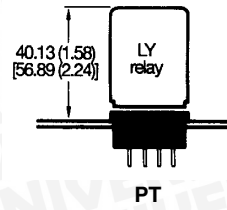
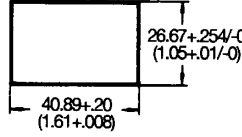
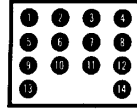
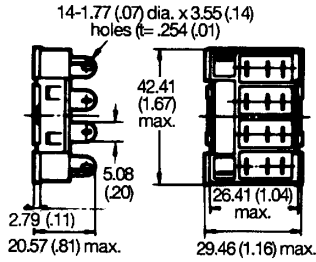


Back connecting socket (UL File No. E87929) (CSA Report No. LR31928)

PT14

Terminal arrangement
(Bottom view)

Mounting height of relay with socket
(Applies to all PT sockets)



Note: Values in brackets for LY□CR.

Back connecting socket (UL File No. E87929) (CSA Report No. LR31928)

PT08QN

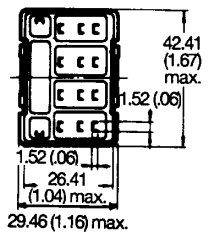
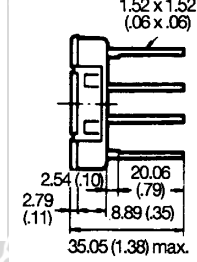
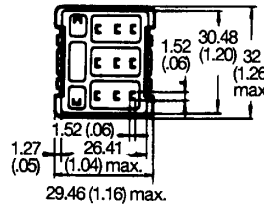
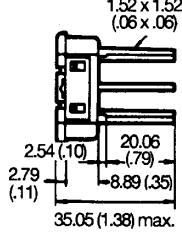
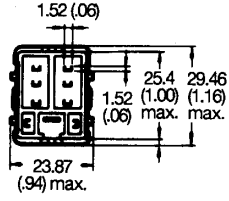
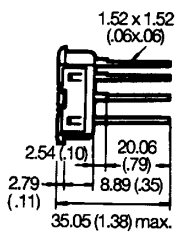
Panel cut-out and terminal arrangement are the same as Type PT08.

PT11QN

Panel cut-out and terminal arrangement are the same as Type PT11.

PT14QN

Panel cut-out and terminal arrangement are the same as Type PT14.



Back connecting socket (UL File No. E87929) (CSA Report No. LR31928)

PT08-0

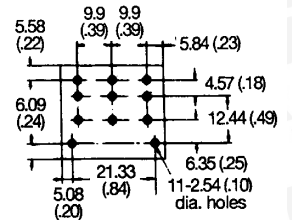
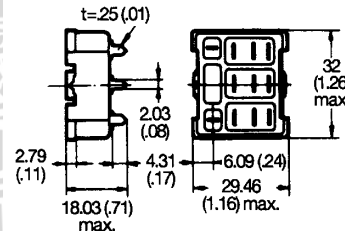
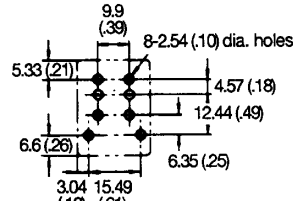
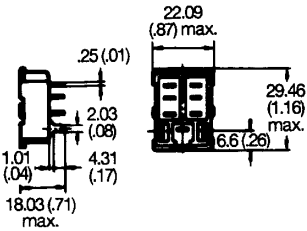
Terminal arrangement is the same as Type PT08.

Mounting holes
(Bottom view)

PT11-0

Terminal arrangement is the same as Type PT11.

Mounting holes
(Bottom view)

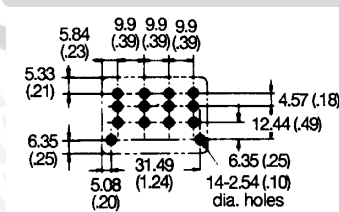
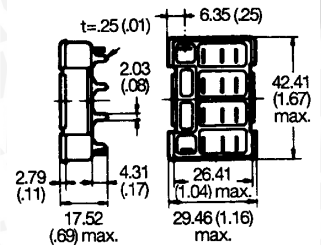


Back connecting socket (UL File No. E87929) (CSA Report No. LR31928)

PT14-0

Terminal arrangement is the same as Type PT14.

Mounting holes
(Bottom view)

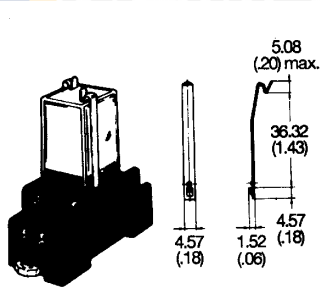


Unit: mm (inch)

Relay hold-down clips

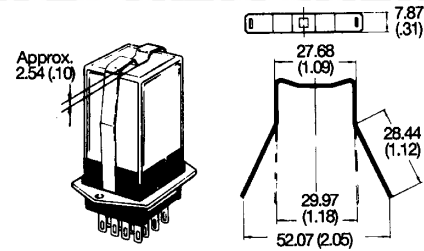
PYC-A1

For PTF□A socket



PYC-S

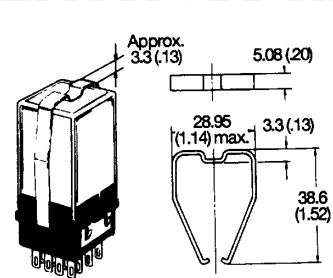
For relay mounting plates
(Applicable to Type PYP-1 and PYP-18 socket mounting plates only.)



(Applicable to Type PYP-1 and PYP-18 socket mounting plates only.)

PYC-P

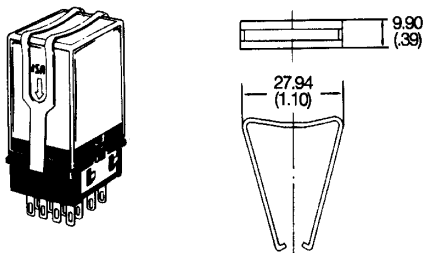
For PT□ socket



Relay hold-down clips

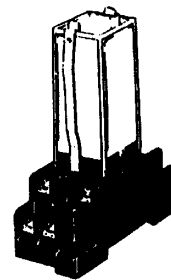
PYC-P2

For push-to-test button type with PT□ socket



Y92H-3

For RC circuit type



PYC-1

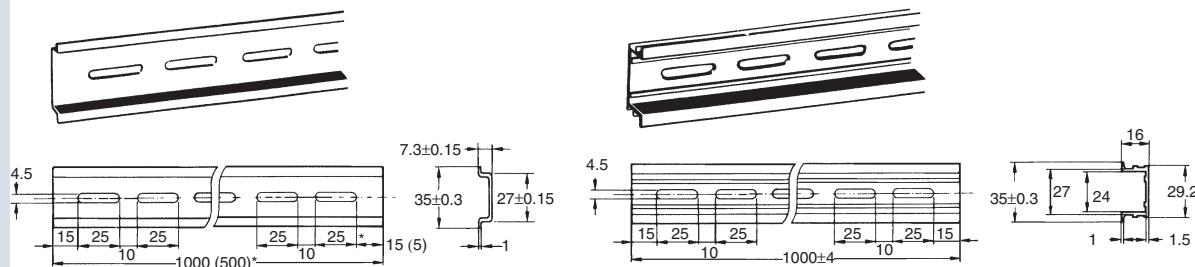
For RC circuit type



Mounting track/end plate/spacer

PFP-100N, PFP-50N
(Conforming to EN 50022)

PFP-100N2
(Conforming to EN 50022)



* The figure in parenthesis is for PFP-50N.

*This dimension is 14.99 mm (0.59 in) on both ends in the case of PFP-100N, but on one end in the case of PFP-50N.

** L = Length

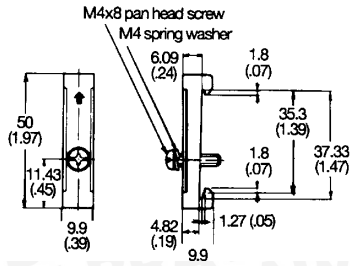
PFP-50N L = 497.84 mm (19.60 in)

PFP-100N L = 990.60 mm (39.00 in)

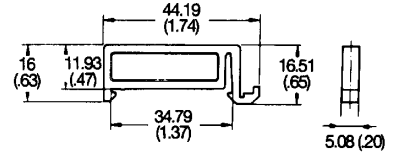
PFP-100N2 L = 990.60 mm (39.00 in)

***A total of twelve 24.89 x 4.57 mm (0.98 x 0.18 in) elliptic holes are provided, with six holes cut from each end of the track at a pitch of 9.91 (0.39) between holes.

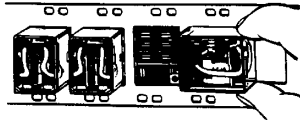
PFM-M end plate



PFM-S spacer

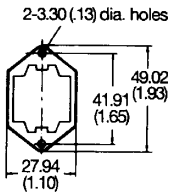


Socket mounting plates [t=1.52 (.06)]

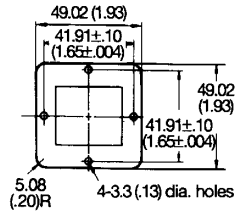


Socket needed	Number of socket specs.			
	1	10	12	18
PT08, PT08QN	PYP-1	-	-	PYP-18
PT11, PT11QN	PTP-1-3	-	PTP-1-2	-
PT14, PT14QN	PTP-1	PTP-10	-	-
PTP-10	PTP-12			

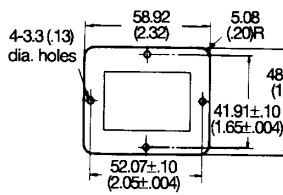
PYP-1



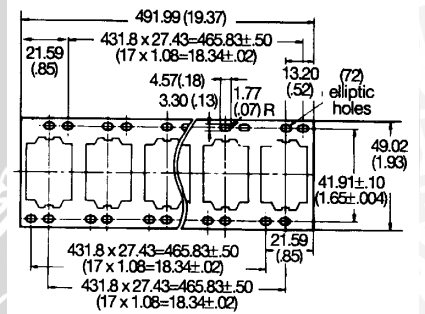
PTP-1-3



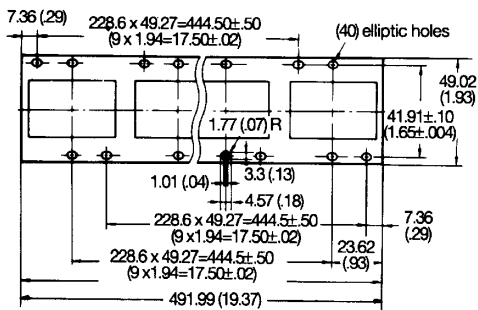
PTP-1



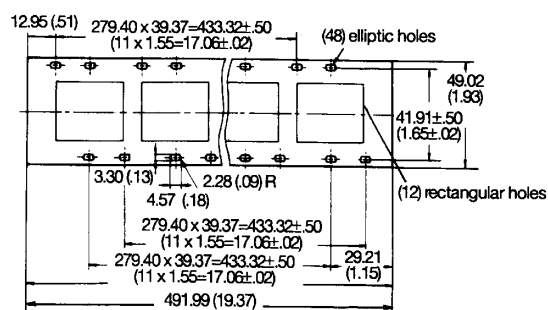
PYP-18



PTP-10



PTP-12



Relay Options

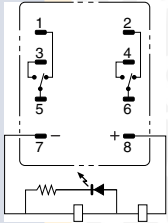
LED Indicator

Specifications and dimensions same as the Standard Type with the following exception. With the LED indicator type, the rated current is approximately 0 to 5.0 mA higher than the Standard Type.

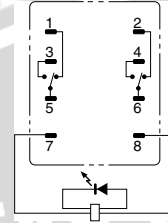
Terminal arrangement/Internal connections (Bottom view)

LY2N

DC coil rating type



AC coil rating type

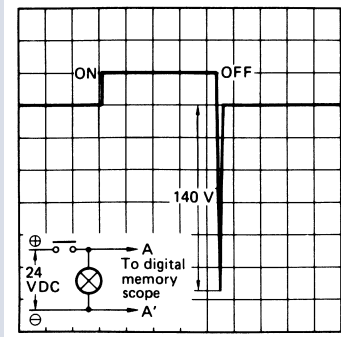


- Note:**
1. The coil terminals 10 and 11 of Type LY3N become (-) and (+) and terminals 13 and 14 of Type LY4N become (-) and (+), respectively.
 2. Pay special attention to the polarities when using the DC type.

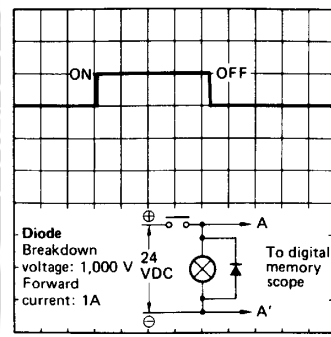
Diode Surge Suppression

Specifications and dimensions same as the Standard Type with the following exception. Ambient operating temperature: -25° to 40°C (-13° to 104°F)

Without Diode



With Diode



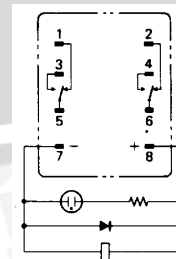
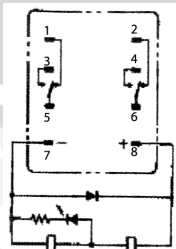
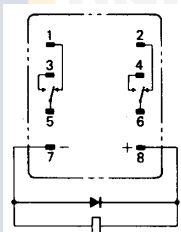
Terminal arrangement/Internal connections (Bottom view)

LY2(N)-D(2)

LY2-D
6, 12, 24, 48
100/110 VDC

LY2N-D2
6, 12, 24, 48 VDC

LY2N-D2
100/110 VDC



- Note:**
1. Pay special attention to the polarities when using the DC type.
 2. The release time is somewhat longer, but satisfies the standard specifications of 25 ms.
 3. The reverse-breakdown voltage of the diode is 1,000 VDC.
 4. Available on DC versions only.

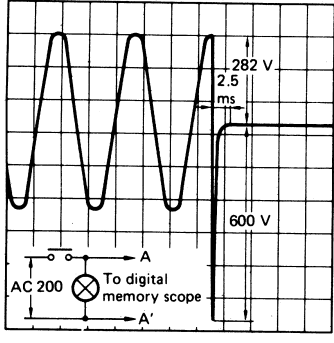
Relay Options

RC Circuit

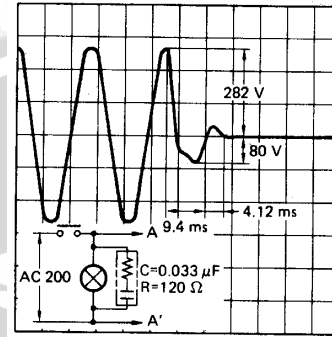
Specifications and dimensions same as the Standard Type with the following exceptions.

Characteristic Data

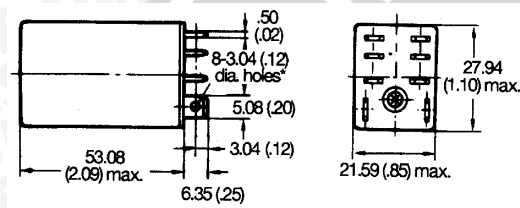
Without RC circuit



With RC circuit

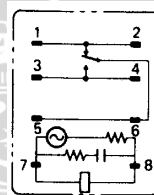


LY1-CR, LY2(Z)-CR

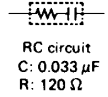
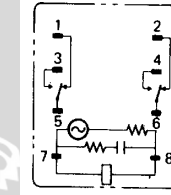


Terminal arrangement/Internal connections (Bottom view)

LY1-CR



LY2(Z)-CR

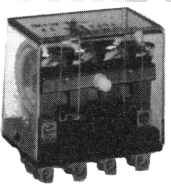


- Note:**
- The above drawing shows LY2(Z)-CR. With LY1-CR, "*" should read eight 2.03 mm (0.08 in) dia. holes.
 - Available on AC versions only.

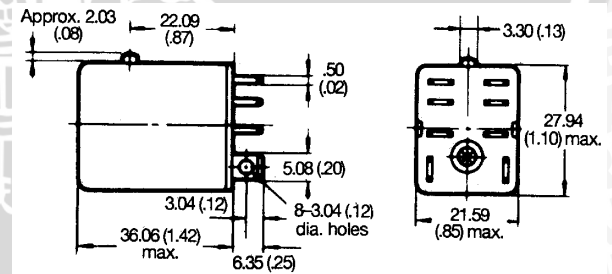
Push-to-test Button

Specifications and dimensions same as the Standard Type with the following exceptions.

LY□12

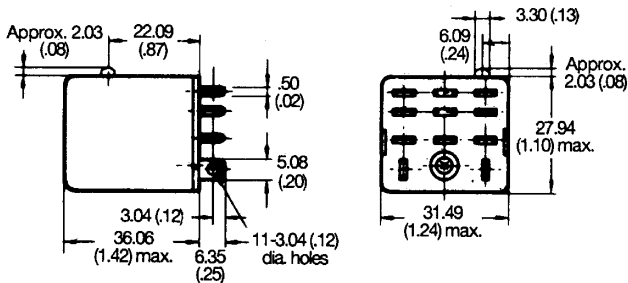


LY112, LY212

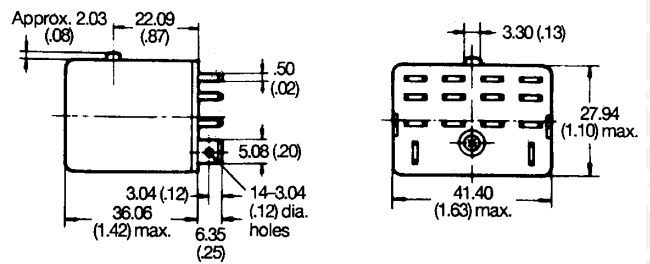


Note: Type LY112 has the same dimensions and appearances as Type LY212 shown except that dimensions "*" is 2.03 mm (0.08 in) dia. holes.

LY312



LY412



■ Approvals

UL Recognized Type (File No. E41643)

Type	Contact form	Coil ratings	Contact ratings	Number of test operations
LY1□	SPDT	6 to 240 VAC 6 to 120 VDC	15A, 30VDC (Resistive), 40°C	6 x 10 ³
			15A, 240VAC (General use), 40°C	
			TV-5, 120VAC, 40°C	25 x 10 ³
			1/2HP, 120VAC, 50°C	
LY2□	DPDT		15A, 28VDC (Resistive), 40°C	6 x 10 ³
			15A, 120VAC (Resistive), 40°C	
			12A, 240VAC (General use), 40°C	25 x 10 ³
			1/2HP, 120VAC, 50°C	
LY3□ LY4□	3PDT 4PDT		10A, 30VDC (Resistive), 40°C (Same polarity)	6 x 10 ³
			10A, 240VAC (General use), 40°C (Same polarity)	
LY2Z□ (Bifurcated)	DPDT		1/2HP, 240VAC, 40°C	6 x 10 ³
			7A, 240VAC (General use), 40°C	
			7A, 28VDC (Resistive), 40°C	

CSA Certified Type (File No. LR31928)

Type	Contact form	Coil ratings	Contact ratings
LY1□	SPDT	6 to 240 VAC 6 to 120 VDC	15 A, 120 VAC (Inductive)
			10 A, 240 VAC (Inductive)
			15 A, 28 VDC (Resistive)
			TV-5 (ACTV)
LY2□	DPDT		13 A, 28 VDC (Resistive)
			12 A, 120 VAC (Inductive)
			10 A, 240 VAC (Inductive)
			1/3 HP, 120 VAC (Motor)
LY3□ LY3□	3PDT 4PDT		TV-3 (ACTV)
			10 A, 240 VAC (Inductive)
			10 A, 28 VDC (Resistive)

VDE Approved Type (File No. 9903 [SPDT, DPDT & 3PDT], File No. 9947 [4PDT])

Type	Contact form	Coil ratings	Contact ratings
LY□-VD	SPDT	6, 12, 24, 50, 110, 220 VAC and 6, 12, 24, 48, 110 VDC	10 A, 220 VAC (Resistive)
			10 A, 28 VDC (Resistive)
			7 A, 220 VAC (Inductive)
			7 A, 28 VDC (Inductive)
LY□-VD	DPDT		7 A, 220 VAC (Resistive)
			7 A, 28 VDC (Resistive)
			4 A, 28 VDC and 4A, 220 VAC (Inductive)
	3PDT		
	4PDT		

LR (Lloyd's Register) Approved Type (File No. 562KOB-204523)

Type	Contact form	Coil ratings	Contact ratings
LY□	DPDT	6 to 240 VAC 6 to 110 VDC	7.5 A, 230 VAC (Inductive)
			5 A, 24 VDC (Inductive)
	4PDT		

SEV Listed Type (File No. D7 91/82 [2- & 4-pole], D 91/204a [1- & 3-pole])

Type	Contact form	Coil ratings	Contact ratings	
LY□-SV	SPDT	6 to 240 VAC 6 to 110 VDC	15 A, 220 VAC (Resistive)	
			15 A, 24 VDC (Resistive)	
LY□-SV	DPDT		10 A, 220 VAC (Resistive)	
			3PDT	10 A, 24 VDC (Resistive)
			4PDT	

- Note:**
1. The rated values approved by each of the safety standards (e.g., UL, CSA, VDE, and SEV) may be different from the performance characteristics individually defined in this catalog.
 2. In the interest of product improvement, specifications are subject to change.



All sales are subject to Omron Electronic Components LLC standard terms and conditions of sale, which can be found at http://www.components.omron.com/components/web/webfiles.nsf/sales_terms.html

ALL DIMENSIONS SHOWN ARE IN MILLIMETERS.
To convert millimeters into inches, multiply by 0.03937. To convert grams into ounces, multiply by 0.03527.

OMRON[®]

OMRON ELECTRONIC COMPONENTS LLC

55 E. Commerce Drive, Suite B
Schaumburg, IL 60173

847-882-2288

OMRON ON-LINE

Global - <http://www.omron.com>

USA - <http://www.components.omron.com>

Cat. No. X301-E-1b

09/11

Specifications subject to change without notice

Printed in USA

General Purpose Relay **LY**

Quality Water Valves

For
Home Appliances

Water Solenoid Valves for Appliances

Features

- ✓ Pilot operated diaphragm water solenoid valves are available in various models and specifications.
- ✓ This type of water solenoid valves are used as inlet (feed) valves in washing machines, water purifiers, dish washers, Ice makers, vending machines, Coffee makers and as control valve in Automatic Water Faucets (Automatic sensor Taps).
- ✓ These are normally closed water solenoid valves (Opens when energized)
- ✓ Water solenoids are available in 12 V DC, 24 V AC, 24 V DC, 30V DC, 36 V DC, 48 V DC, 110 V AC, 230 V AC (50/60 Hz) as standard option.
- ✓ Any specific coil voltage can be supplied subject to minimum order quantity.
- ✓ 0.40 mm, removable plastic filter.

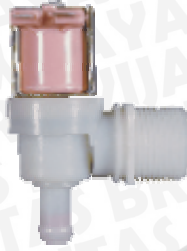
Applications

- ✓ Washing machines (for water inlet / feed)
- ✓ Domestic and Industrial water purifiers. (Inlet water control)
- ✓ Dish washers (Water feed / inlet)
- ✓ Feed valve for coffee and hot beverages vending machine.
- ✓ Automatic water taps and faucets.
- ✓ Dental equipments.
- ✓ And any where where water is need to be controlled by solenoid valve.

General imsubs

Models:

2E5 FG



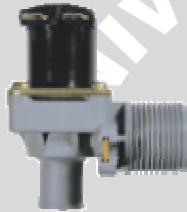
- ✓ **Outlet :** 10.5 mm
- ✓ **Mounting :** Mounting Bracket (Optional)
- ✓ **Food Contact** Compatible Sealed valve
- ✓ **Flow rate:** 1.5 / 2.5 / 5 +/- 20% LPM

G 1/90



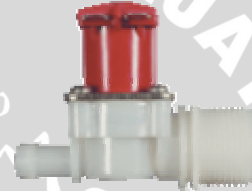
- ✓ **Outlet :** 10.5 mm, 12.5 mm & 1/4" BSPT
- ✓ **Mounting :** Mounting Bracket (Optional)
- ✓ **Food Contact** Valve available on request
- ✓ **Flow rate:** 1.5 / 2.5 / 5 / 30 LPM flow controller.

G 1/90 BB



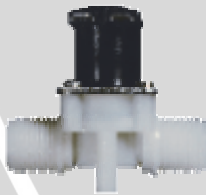
- ✓ **Outlet :** 14.5 mm
- ✓ **Mounting:** Integral Mounting Bracket with M4 threaded brass nuts.
- ✓ **Food Contact** Valve available on request
- ✓ **Flow rate:** 1.5 / 2.5 / 5 / 30 LPM flow controller.

G 1/180



- ✓ **Outlet :** 10.5 mm, 12.5 mm & 1/4" BSPT
- ✓ **Mounting:** Mounting Bracket (Optional)
- ✓ **Food Contact** Valve available on request
- ✓ **Flow rate:** Upto 30 LPM, flow controller.

G 1/180 1/2" X 1/2"



- ✓ **Inlet / Outlet :** 1/2" BSPM threaded
- ✓ **Mounting:** Bottom mounting studs
- ✓ **Food Contact** Valve available on request
- ✓ **Flow rate:** Upto 30 LPM, no flow controller.

G 1/90 3/4" GHT



- ✓ **Outlet :** 3/4" GHTM (Garden hose thread)
- ✓ **Mounting:** Not provided
- ✓ **Food Contact** Valve available on request
- ✓ **Flow rate:** Upto 30 LPM, flow controller.
- ✓ Available for customers form USA and Canada only

3711/A, GIDC, Phase-IV, Vatva, Ahmedabad-382 445, Gujarat, India
Ph.: 91-79-25840845 Fax: 91-79-25841846 E mail: info@giplindia.com Web Site: http://www.giplindia.com

Specifications are subject to change without prior notice due to continuous improvements.

General imsubs

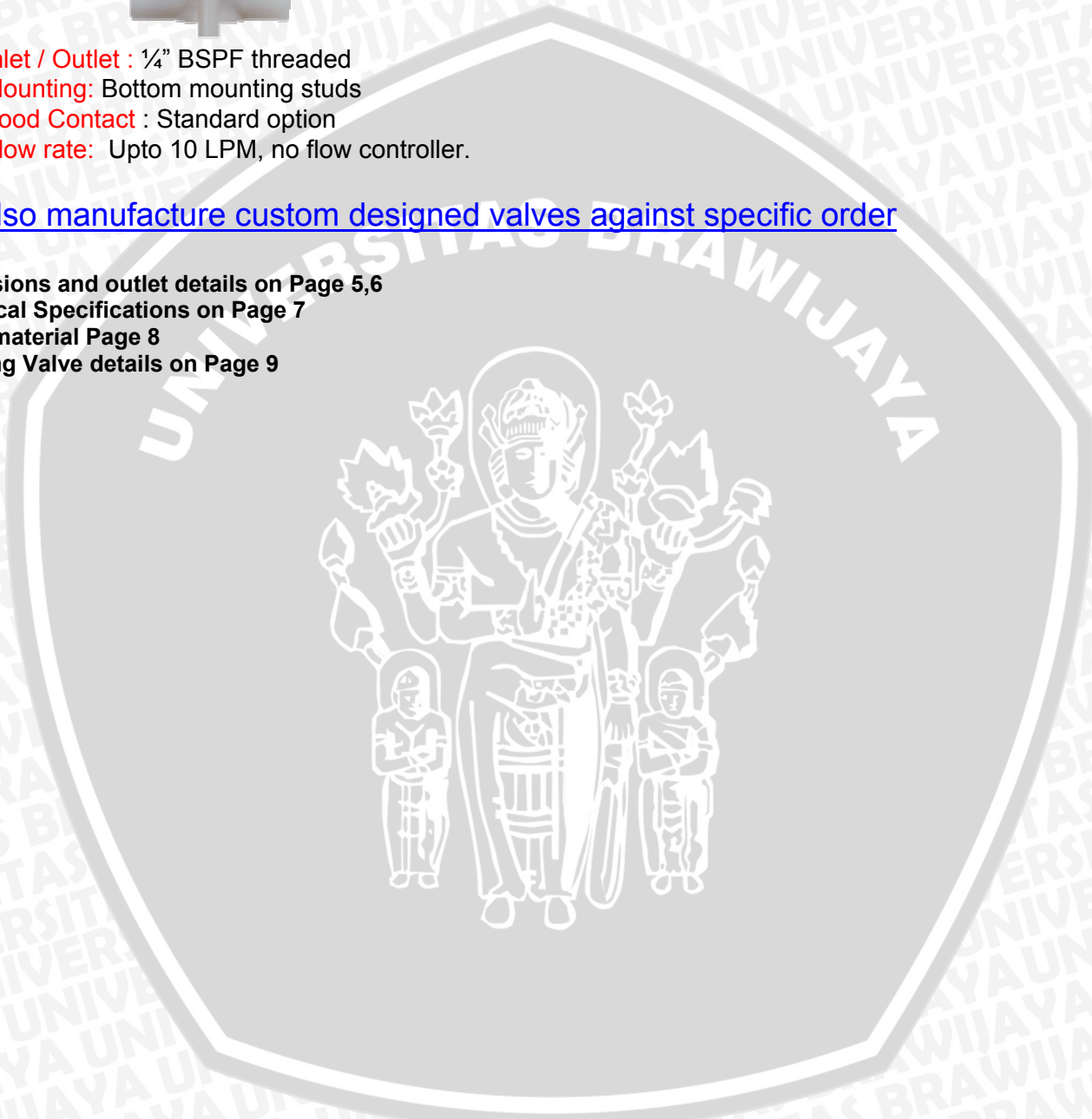
G 1/180 ¼" X ¼"



- ✓ **Inlet / Outlet :** ¼" BSPF threaded
- ✓ **Mounting:** Bottom mounting studs
- ✓ **Food Contact :** Standard option
- ✓ **Flow rate:** Upto 10 LPM, no flow controller.

[We also manufacture custom designed valves against specific order](#)

Dimensions and outlet details on Page 5,6
Technical Specifications on Page 7
Bill of material Page 8
Latching Valve details on Page 9



3711/A, GIDC, Phase-IV, Vatva, Ahmedabad-382 445, Gujarat, India
Ph.: 91-79-25840845 Fax: 91-79-25841846 E mail: info@giplindia.com Web Site: <http://www.giplindia.com>

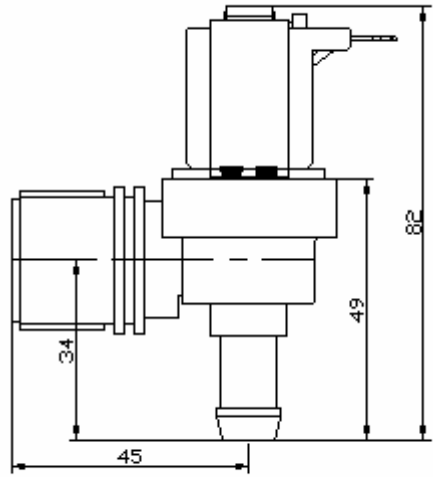
Specifications are subject to change without prior notice due to continuous improvements.



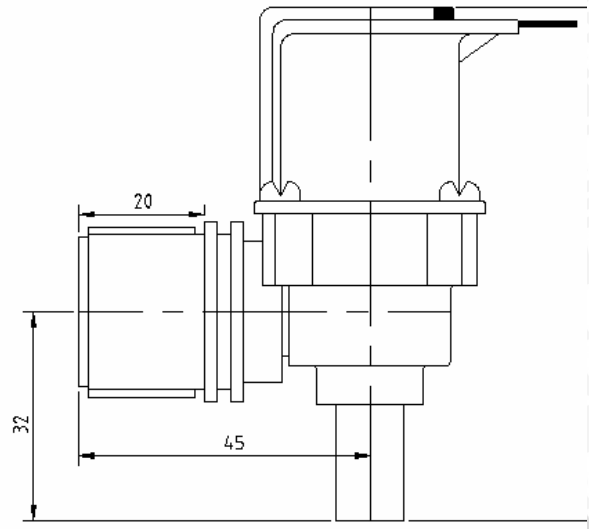
General imsubs

Dimensions:

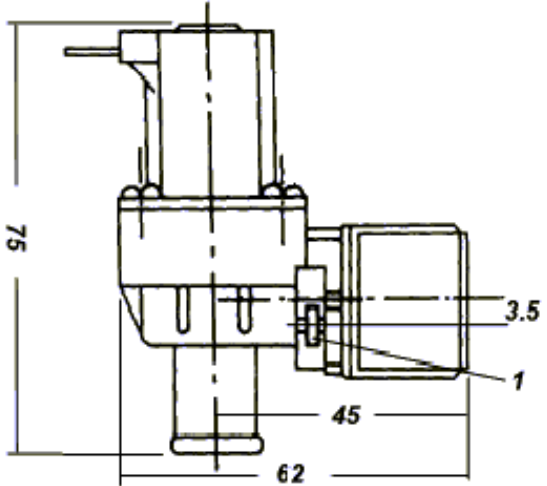
Model 2E5 FG



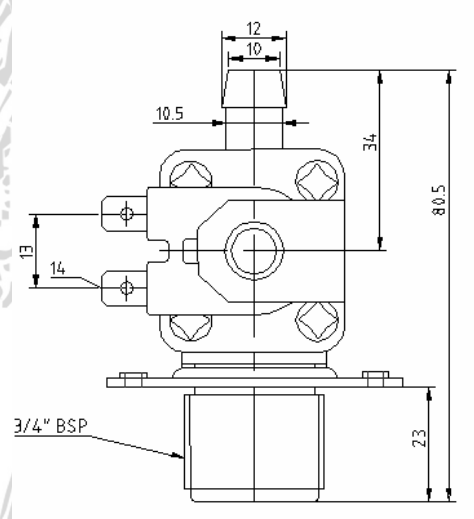
Model G 1/90



Model G 1/90 BB



Model G 1/180

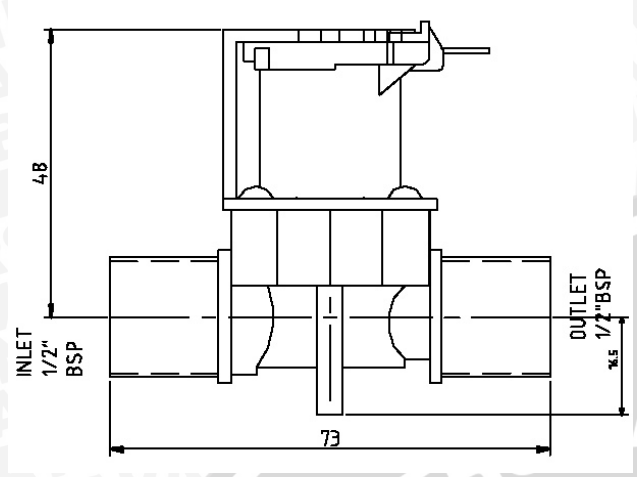


3711/A, GIDC, Phase-IV, Vatva, Ahmedabad-382 445, Gujarat, India
 Ph.: 91-79-25840845 Fax: 91-79-25841846 E mail: info@giplindia.com Web Site: <http://www.giplindia.com>

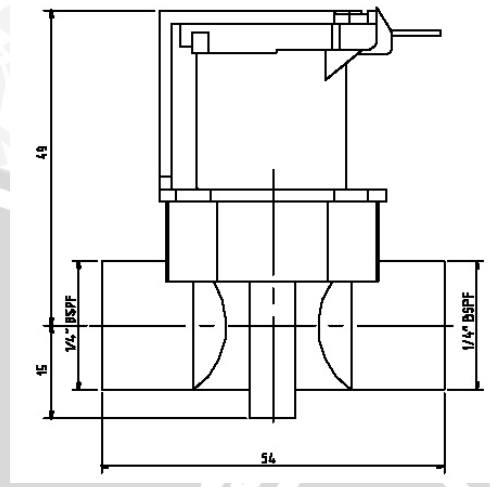
Specifications are subject to change without prior notice due to continuous improvements.

General imsubs

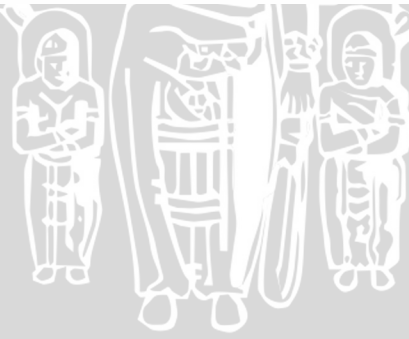
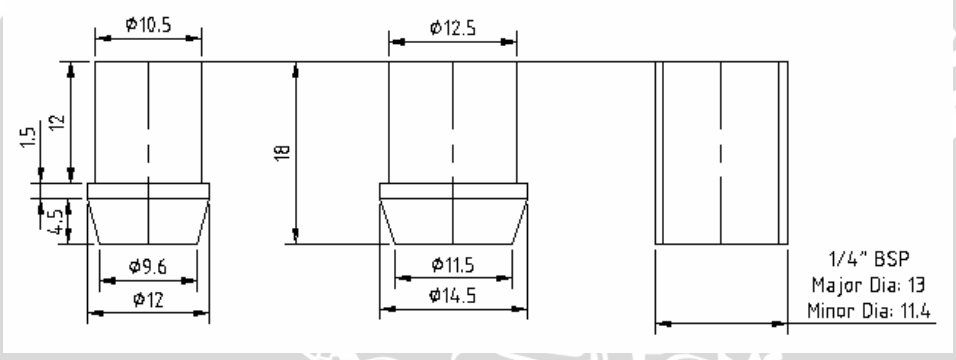
Model G 1/180 1/2" X 1/2"



Model G 1/180 1/4" X 1/4"



Outlet Details



Technical Specifications:

Sr.No.	PARAMETER	DESCRIPTION
1.	Type	Pilot operated diaphragm type.
2.	Configuration Type	2/2 Normally closed valve.
3.	Connector	Horizontal Spade, 6.3 x 0.8 mm (Faston Tags)
4.	Electric Rating	12 V DC / 24 V AC / 24 V DC / 36 V DC / 48 V DC / 110-120 V AC / 220-240 V AC (for AC 50 / 60 Hz.)
5.	Current	6 VA
6.	Operating Range of voltage	± 15% of nominal voltage
7.	Insulation Class	Winding: "F", 155° C. Class-II
8.	Insulation Resistance	Over 500 M Ohms
9.	Insulation Breakdown Voltage	2.5 kV, 1 Sec.
10.	Solenoid Temperature Rise	Under 95° C. at 35° C. ambient.
11.	Suitable Fluid	Water
12.	Ambient Temp.	45° C. max.
13.	Fluid Temp.	90° C max.
14.	Operating Pressure	0.2 bar to 10 bar
15.	Duty Cycle	100% (At 90° C fluid temperature 3 min. ON 5 min. OFF)
16.	Mounting Position	Any (Coil upright preferred)
17.	Burst Pressure	25 bar minimum.
18.	Water Leakage	No leakage from 0.2 bar to 10 bar.
19.	Water Flow Rate	As required.
20.	Operating Rate	100% @ 30° C. Ambient, 3 Min On/ 5 Min Off @ 45° C Ambient 90° C Water
21.	Life	More than 250,000 cycles.

3711/A, GIDC, Phase-IV, Vatva, Ahmedabad-382 445, Gujarat, India
Ph.: 91-79-25840845 Fax: 91-79-25841846 E mail: info@giplindia.com Web Site: http://www.giplindia.com

Specifications are subject to change without prior notice due to continuous improvements.

Bill of Material:

Sr.	Part Name	Material	Remark
1.	Body	Nylon, Glass filled	Applicable to all model except G 1/90 BB
2.	Body	Polypropylene	Applicable to G 1/90 BB
3.	Armature Guide	Nylon, Glass Filled	Applicable to all models
4.	Armature	SS 410/430	
5.	Spring	SS 304	
6.	Diaphragm	Rubber, Nitrile	Food contact compatible available on specific order
7.	Pilot	Poly Acetal	
8.	Inlet Flow restrictor	Nylon / Polyacetal	Not provided in 1/2" and 1/4" BSP valves.
9.	Inlet flow rubber	Rubber, Nitrile	Not provided in 1/2" and 1/4" BSP valves.
10.	Outlet Flow restrictor	Poly Acetal	For valve having flow rate less than 5 LPM. Not provided in 1/2" and 1/4" BSP valves.
11.	Outlet flow rubber	Rubber, Nitrile	For valve having flow rate less than 5 LPM. Not provided in 1/2" and 1/4" BSP valves.
12.	Filter	Polyacetal	SS filter in 1/2" BSP valve. Not provided in 1/4" BSP valve
13.	Spool	Nylon, Glass Filled upto 24 V DC, PBTP for 110 V and 230 V coil	Fire retardant construction available.
14.	Coil Encapsulation	Nylon	
15.	Winding wire	Copper enameled wire	Insulation class "F", 155° C
16.	Coil Holding Assembly	Soft Steel	
17.	Lugs	Tin plated Brass	
18.	Screws	Carbon Steel	Applicable to model G 1/90, G 1/90BB, G 1/180

3711/A, GIDC, Phase-IV, Vatva, Ahmedabad-382 445, Gujarat, India
Ph.: 91-79-25840845 Fax: 91-79-25841846 E mail: info@giplindia.com Web Site: http://www.giplindia.com

Specifications are subject to change without prior notice due to continuous improvements.

Magnetically Latching Solenoid Valves

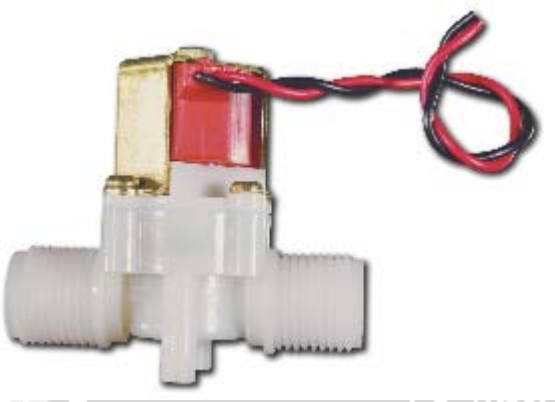
Models:

All valves model shown in G series is available in latching version. Image shown below is just a representation of difference between normal valve and latching solenoid valve.

See the difference in coil type. In normal valve, coil terminals are spade type tags, where as in latching valve it is wired leads.

Latching valve models are prefixed with L instead of G.

L 1/180 1/2" X 1/2"



Available Models

- ✓ **L 1/90 (3 outlets)**
- ✓ **L 1/180 (3 outlets)**
- ✓ **L 1/90 BB**
- ✓ **L 1/180 1/2" X 1/2"**
- ✓ **L 1/180 1/4" X 1/4"**
- ✓ **L 1/90 3/4" GHT**
- ✓ **L 1/180 3/4" GHT**

- ✓ **Inlet / Outlet :** 1/2" BSPM threaded
- ✓ **Mounting:** Bottom mounting studs
- ✓ **Food Contact** Standard option

Features

- ✓ Pilot operated diaphragm type solenoid valves are available in all models of G series valves,
- ✓ Used where power supply has limitations to supply continous power to keep valve ON.
- ✓ Also places where heat transfer from coil to water is not desirable.
- ✓ Operates from 6 V DC to 12 V DC pulse.
- ✓ Maximum pulse width required is 40 mS @ 6 VDC, 6 bar pressure.
- ✓ Food contact compatible construction available.
- ✓ 0.40 mm, removable plastic filter.

Applications

- ✓ Automatic sensor taps and faucets.
- ✓ Automatic sensor urine flushig system.
- ✓ Battery operated control systems.

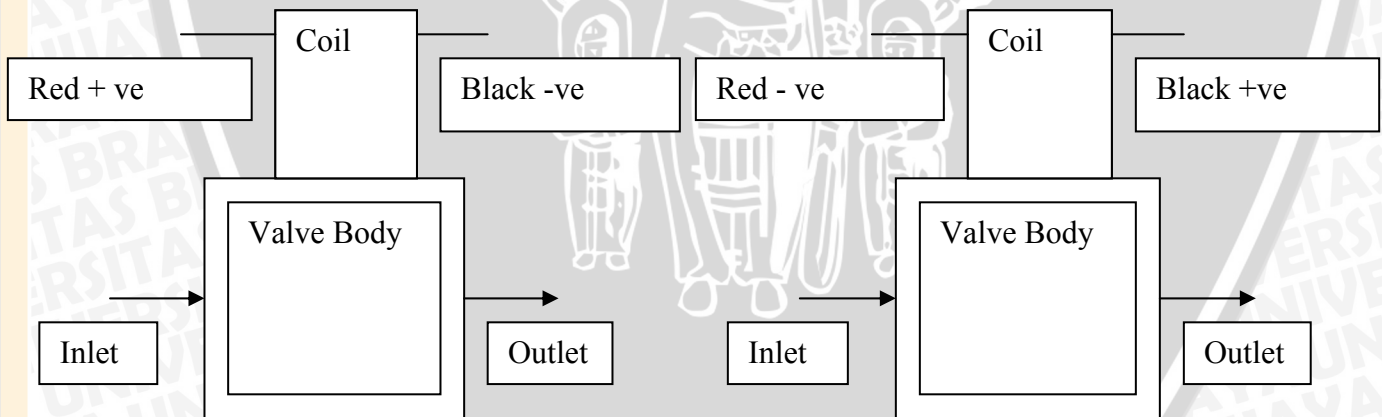
3 7 1 1 / A , G I D C , P h a s e - I V , V a t v a , A h m e d a b a d - 3 8 2 4 4 5 , G u j a r a t , I n d i a
Ph.: 91-79-25840845 Fax: 91-79-25841846 E mail: info@giplindia.com Web Site: http://www.giplindia.com

Specifications are subject to chance without prior notice due to continuous improvements.

Technical Specifications Magnetically Latching Solenoid:

Sr.No.	PARAMETER	DESCRIPTION
1.	Type	Pilot operated diaphragm type.
2.	Configuration Type	2/2 magnetically latching, Bi stable
3.	Connector	Wired leads
4.	Resistance of Coil	18 +/- 1 Ω
5.	Operating Range of voltage	6-12 V DC
6.	Insulation Class	Winding: "F", 155° C. Class-II
7.	Fluid Temp.	90° C max.
8.	Operating Pressure	0.2 bar to 6 bar
9.	Mounting Position	Any (Coil upright preferred)
10.	Burst Pressure	16 bar minimum.
11.	Water Leakage	No leakage from 0.2 bar to 6 bar.
12.	Mechanical Life	More than 250,000 cycles.

Latching Valve operation schematic diagram



Position 1, if valve is in closed condition and coil is supplied voltage pulsed current having pulse width of 60 mS, than valve comes in open position and remains open till supplied current as shown in position 2

Position 2, when valve is opened by supplying current as mention in position 1, it can be closed only by supplying current as mentioned above. Valve remain in off position till power is supplied as mentioned in position 1.

Brief Design Guide:

- ✓ Life of battery (1.5 V DC X 4 Nos. alkaline) is about 250 000 cycles (only valve operations).
- ✓ Latching valve operates upto 5 V DC, 60 mS pulse. Hence cicuit should have cut off voltage or battery low / replace battery indication sutabley.
- ✓ It is prefered to mount latching valve in coil up right position.
- ✓ As supply voltage goes higher pulse width decreases.
- ✓ 40 mS pulse is optimum pulse width for valve operation from CLOSE to OPEN position. For OPEN to CLOSE position, pulse width of 20 mS may be kept. This will maximize battery life.
- ✓ Circuit employed in operation of valve should be of high quality and should have minimum current consumption in stand by mode to maximise battery life.
- ✓ Test figures mentioned in this document is based on 6 V DC obtained using 1.5 V X 4 Nos. alkaline batteries.



Dispensing Solenoid Valves for Vending Machine**Model V90WD****Model V90D**

General Imsubs liquid dispensing valves are reliable and dependable low pressure valves designed to dispense water or similar liquid from tank.

These valves are direct acting. Hence when coil is energized spring loaded diaphragm is lifted. To ensure long trouble free life, armature is isolated and remains dry. Dispensing valves are used as two way normally closed valve and are designed to be used vertical position, however may be used horizontally

Features

- ✓ **General Imsubs** dispensing solenoid valves are designed to perform for longer life and to resist rigors of high temperature, humid ambient usually found within vending machines
- ✓ "F" class, 155° C, plastic encapsulated coil.
- ✓ 6.35 mm spade type connector for quick connection and molded connector for greater detachment strength.
- ✓ Continuous duty.
- ✓ Vent hole version for full discharge of dispensing media, ensures hygiene and temperature control of dispensed liquid.
- ✓ Built in flow controller.

Applications

- ✓ Tea / Coffee dispensing machines.
- ✓ Water dispensing machine.
- ✓ Automatic vending machines.
- ✓ Beverage tank Drain valve.

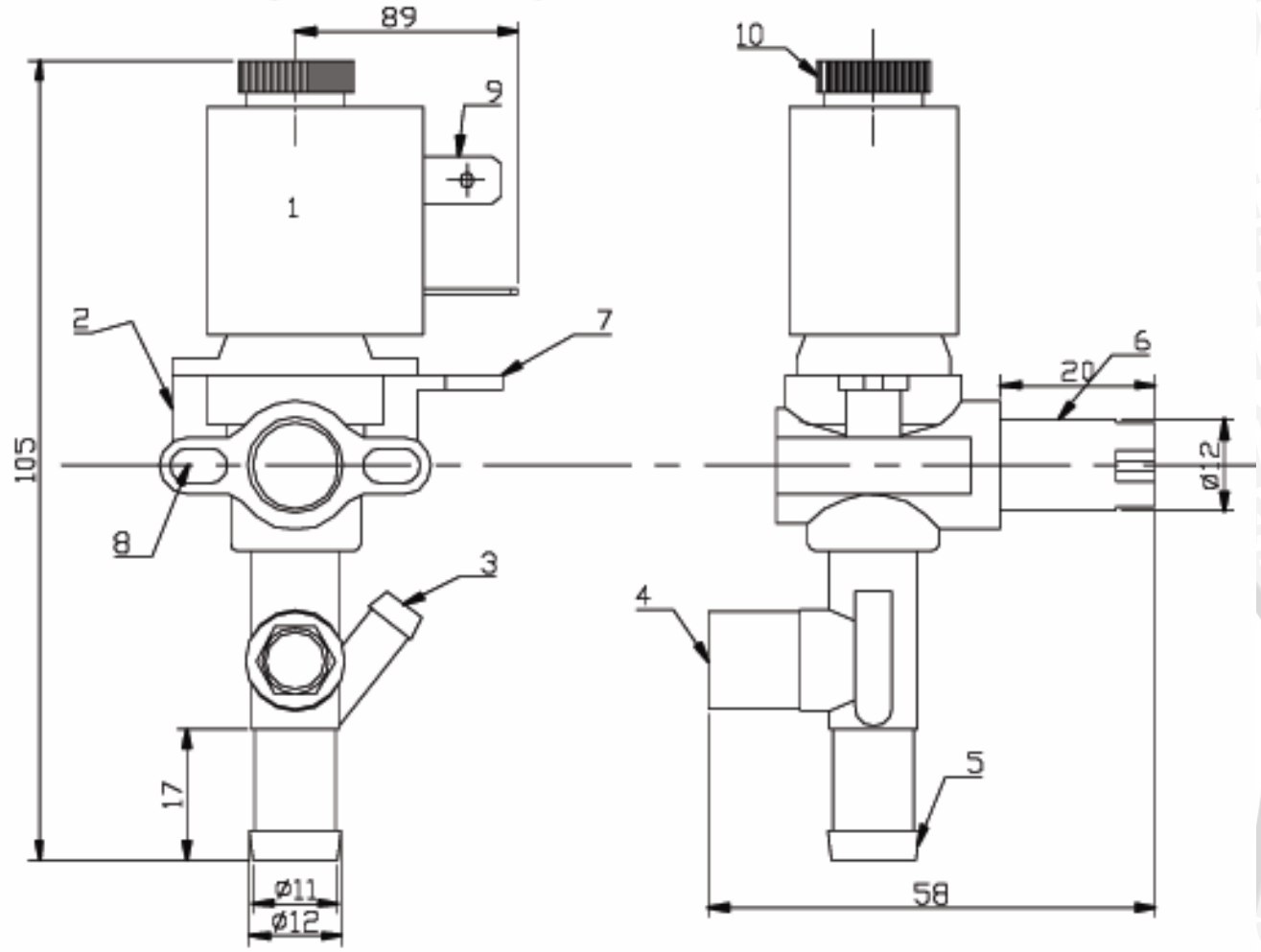
Dimension Details are on Page 8
Specifications are on Page 9

3711/A, GIDC, Phase-IV, Vatva, Ahmedabad-382 445, Gujarat, India
Ph.: 91-79-25840845 Fax: 91-79-25841846 E mail: info@giplindia.com Web Site: <http://www.giplindia.com>

Specifications are subject to change without prior notice due to continuous improvements.

General imsubs

Dimensions:



3711/A, GIDC, Phase-IV, Vatva, Ahmedabad-382 445, Gujarat, India
Ph.: 91-79-25840845 Fax: 91-79-25841846 E mail: info@giplindia.com Web Site: <http://www.giplindia.com>

Specifications are subject to change without prior notice due to continuous improvements.



Specifications:

1.	Body Material	Nylon / Polyacetal
2.	Diaphragm Material	Silicon Rubber (Standard)
3.	Maximum Temperature of Media	95° C
4.	Maximum Water Head	300 mm (12")
5.	Maximum flow at 300 mm Head	40 ml per second
6.	Type	Two way, normally closed
7.	Duty Cycle	Continuous
8.	Drain Tube (Only in model V90D)	Silicon rubber
9.	Available coil voltage	12 V DC, 24 V DC



**Solenoid Valves for Domestic RO System
Model R 180 2.5**



R series valves are direct acting solenoid valves having 2.5 mm orifice. Designed to meet specific requirement of domestic RO systems.

Features

- ✓ Longer life.
- ✓ High strength, Glass reinforced body.
- ✓ Metal cased coil for better heat dissipation.
- ✓ 1/4" BSP threads.
- ✓ Mounting holes.

Applications

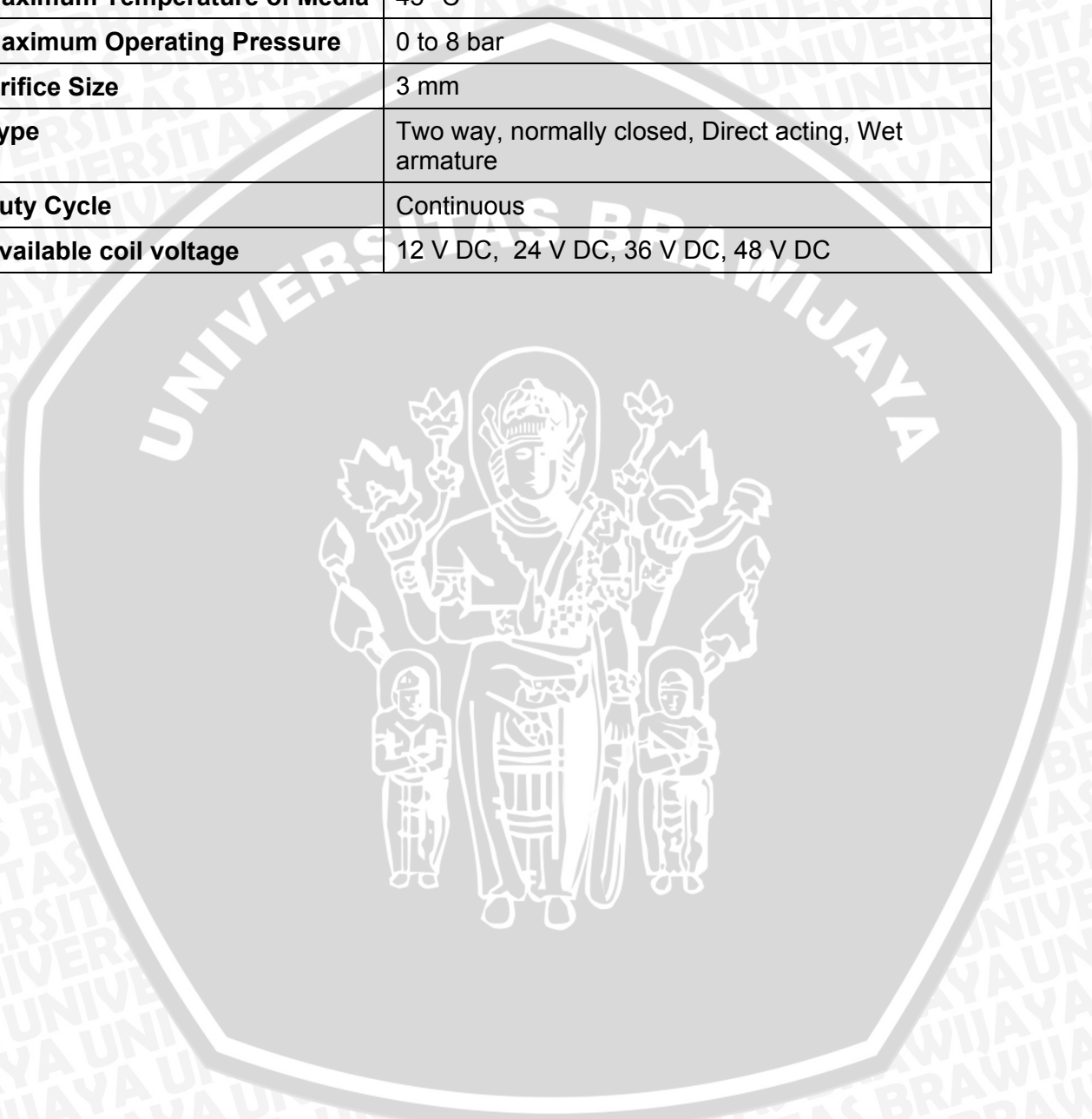
- ✓ Domestic RO systems.
- ✓ Compressed air systems.

**3711/A, GIDC, Phase-IV, Vatva, Ahmedabad-382 445, Gujarat, India
Ph.: 91-79-25840845 Fax: 91-79-25841846 E mail: info@giplindia.com Web Site: http://www.giplindia.com**

Specifications are subject to change without prior notice due to continuous improvements.

Specifications:

1.	Body Material	Nylon
2.	Rubber Parts	EPDM / Nitrile
3.	Maximum Temperature of Media	45° C
4.	Maximum Operating Pressure	0 to 8 bar
5.	Orifice Size	3 mm
6.	Type	Two way, normally closed, Direct acting, Wet armature
7.	Duty Cycle	Continuous
8.	Available coil voltage	12 V DC, 24 V DC, 36 V DC, 48 V DC



PT100 Resistance Table

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	°C
-200.00	18.52										-200.00
-190.00	22.83	22.40	21.97	21.54	21.11	20.68	20.25	19.82	19.38	18.95	-190.00
-180.00	27.10	26.67	26.24	25.82	25.39	24.97	24.54	24.11	23.68	23.25	-180.00
-170.00	31.34	30.91	30.49	30.07	29.64	29.22	28.80	28.37	27.95	27.52	-170.00
-160.00	35.54	35.12	34.70	34.28	33.86	33.44	33.02	32.60	32.18	31.76	-160.00
-150.00	39.72	39.31	38.89	38.47	38.05	37.64	37.22	36.80	36.38	35.96	-150.00
-140.00	43.88	43.46	43.05	42.63	42.22	41.80	41.39	40.97	40.56	40.14	-140.00
-130.00	48.00	47.59	47.18	46.77	46.36	45.94	45.53	45.12	44.70	44.29	-130.00
-120.00	52.11	51.70	51.29	50.88	50.47	50.06	49.65	49.24	48.83	48.42	-120.00
-110.00	56.19	55.79	55.38	54.97	54.56	54.15	53.75	53.34	52.93	52.52	-110.00
-100.00	60.26	59.85	59.44	59.04	58.63	58.23	57.82	57.41	57.01	56.60	-100.00
-90.00	64.30	63.90	63.49	63.09	62.68	62.28	61.88	61.47	61.07	60.66	-90.00
-80.00	68.33	67.92	67.52	67.12	66.72	66.31	65.91	65.51	65.11	64.70	-80.00
-70.00	72.33	71.93	71.53	71.13	70.73	70.33	69.93	69.53	69.13	68.73	-70.00
-60.00	76.33	75.93	75.53	75.13	74.73	74.33	73.93	73.53	73.13	72.73	-60.00
-50.00	80.31	79.91	79.51	79.11	78.72	78.32	77.92	77.52	77.12	76.73	-50.00
-40.00	84.27	83.87	83.48	83.08	82.69	82.29	81.89	81.50	81.10	80.70	-40.00
-30.00	88.22	87.83	87.43	87.04	86.64	86.25	85.85	85.46	85.06	84.67	-30.00
-20.00	92.16	91.77	91.37	90.98	90.59	90.19	89.80	89.40	89.01	88.62	-20.00
-10.00	96.09	95.69	95.30	94.91	94.52	94.12	93.73	93.34	92.95	92.55	-10.00
0.00	100.00	99.61	99.22	98.83	98.44	98.04	97.65	97.26	96.87	96.48	0.00
10.00	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.40	10.00
20.00	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.73	110.12	110.51	110.90	111.29	20.00
30.00	111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	114.00	114.38	114.77	115.15	30.00
40.00	115.54	115.93	116.31	116.70	117.08	117.47	117.86	118.24	118.63	119.01	40.00
50.00	119.40	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32	121.71	122.09	122.47	122.86	50.00
60.00	123.24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16	125.54	125.93	126.31	126.69	60.00
70.00	127.08	127.46	127.84	128.22	128.61	128.99	129.37	129.75	130.13	130.52	70.00
80.00	130.90	131.28	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.57	133.95	134.33	80.00
90.00	134.71	135.09	135.47	135.85	136.23	136.61	136.99	137.37	137.75	138.13	90.00
100.00	138.51	138.88	139.26	139.64	140.02	140.40	140.78	141.16	141.54	141.91	100.00
110.00	142.29	142.67	143.05	143.43	143.80	144.18	144.56	144.94	145.31	145.69	110.00
120.00	146.07	146.44	146.82	147.20	147.57	147.95	148.33	148.70	149.08	149.46	120.00
130.00	149.83	150.21	150.58	150.96	151.33	151.71	152.08	152.46	152.83	153.21	130.00
140.00	153.58	153.96	154.33	154.71	155.08	155.46	155.83	156.20	156.58	156.95	140.00
150.00	157.33	157.70	158.07	158.45	158.82	159.19	159.56	159.94	160.31	160.68	150.00
160.00	161.05	161.43	161.80	162.17	162.54	162.91	163.29	163.66	164.03	164.40	160.00
170.00	164.77	165.14	165.51	165.89	166.26	166.63	167.00	167.37	167.74	168.11	170.00
180.00	168.48	168.85	169.22	169.59	169.96	170.33	170.70	171.07	171.43	171.80	180.00
190.00	172.17	172.54	172.91	173.28	173.65	174.02	174.38	174.75	175.12	175.49	190.00
200.00	175.86	176.22	176.59	176.96	177.33	177.69	178.06	178.43	178.79	179.16	200.00
210.00	179.53	179.89	180.26	180.63	180.99	181.36	181.72	182.09	182.46	182.82	210.00
220.00	183.19	183.55	183.92	184.28	184.65	185.01	185.38	185.74	186.11	186.47	220.00
230.00	186.84	187.20	187.56	187.93	188.29	188.66	189.02	189.38	189.75	190.11	230.00
240.00	190.47	190.84	191.20	191.56	191.92	192.29	192.65	193.01	193.37	193.74	240.00
250.00	194.10	194.46	194.82	195.18	195.55	195.91	196.27	196.63	196.99	197.35	250.00
260.00	197.71	198.07	198.43	198.79	199.15	199.51	199.87	200.23	200.59	200.95	260.00
270.00	201.31	201.67	202.03	202.39	202.75	203.11	203.47	203.83	204.19	204.55	270.00
280.00	204.90	205.26	205.62	205.98	206.34	206.70	207.05	207.41	207.77	208.13	280.00
290.00	208.48	208.84	209.20	209.56	209.91	210.27	210.63	210.98	211.34	211.70	290.00
300.00	212.05	212.41	212.76	213.12	213.48	213.83	214.19	214.54	214.90	215.25	300.00
310.00	215.61	215.96	216.32	216.67	217.03	217.38	217.74	218.09	218.44	218.80	310.00
320.00	219.15	219.51	219.86	220.21	220.57	220.92	221.27	221.63	221.98	222.33	320.00

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	°C
330.00	222.68	223.04	223.39	223.74	224.09	224.45	224.80	225.15	225.50	225.85	330.00
340.00	226.21	226.56	226.91	227.26	227.61	227.96	228.31	228.66	229.02	229.37	340.00
350.00	229.72	230.07	230.42	230.77	231.12	231.47	231.82	232.17	232.52	232.87	350.00
360.00	233.21	233.56	233.91	234.26	234.61	234.96	235.31	235.66	236.00	236.35	360.00
370.00	236.70	237.05	237.40	237.74	238.09	238.44	238.79	239.13	239.48	239.83	370.00
380.00	240.18	240.52	240.87	241.22	241.56	241.91	242.26	242.60	242.95	243.29	380.00
390.00	243.64	243.99	244.33	244.68	245.02	245.37	245.71	246.06	246.40	246.75	390.00
400.00	247.09	247.44	247.78	248.13	248.47	248.81	249.16	249.50	249.85	250.19	400.00
410.00	250.53	250.88	251.22	251.56	251.91	252.25	252.59	252.93	253.28	253.62	410.00
420.00	253.96	254.30	254.65	254.99	255.33	255.67	256.01	256.35	256.70	257.04	420.00
430.00	257.38	257.72	258.06	258.40	258.74	259.08	259.42	259.76	260.10	260.44	430.00
440.00	260.78	261.12	261.46	261.80	262.14	262.48	262.82	263.16	263.50	263.84	440.00
450.00	264.18	264.52	264.86	265.20	265.53	265.87	266.21	266.55	266.89	267.22	450.00
460.00	267.56	267.90	268.24	268.57	268.91	269.25	269.59	269.92	270.26	270.60	460.00
470.00	270.93	271.27	271.61	271.94	272.28	272.61	272.95	273.29	273.62	273.96	470.00
480.00	274.29	274.63	274.96	275.30	275.63	275.97	276.30	276.64	276.97	277.31	480.00
490.00	277.64	277.98	278.31	278.64	278.98	279.31	279.64	279.98	280.31	280.64	490.00
500.00	280.98	281.31	281.64	281.98	282.31	282.64	282.97	283.31	283.64	283.97	500.00
510.00	284.30	284.63	284.97	285.30	285.63	285.96	286.29	286.62	286.95	287.29	510.00
520.00	287.62	287.95	288.28	288.61	288.94	289.27	289.60	289.93	290.26	290.59	520.00
530.00	290.92	291.25	291.58	291.91	292.24	292.56	292.89	293.22	293.55	293.88	530.00
540.00	294.21	294.54	294.86	295.19	295.52	295.85	296.18	296.50	296.83	297.16	540.00
550.00	297.49	297.81	298.14	298.47	298.80	299.12	299.45	299.78	300.10	300.43	550.00
560.00	300.75	301.08	301.41	301.73	302.06	302.38	302.71	303.03	303.36	303.69	560.00
570.00	304.01	304.34	304.66	304.98	305.31	305.63	305.96	306.28	306.61	306.93	570.00
580.00	307.25	307.58	307.90	308.23	308.55	308.87	309.20	309.52	309.84	310.16	580.00
590.00	310.49	310.81	311.13	311.45	311.78	312.10	312.42	312.74	313.06	313.39	590.00
600.00	313.71	314.03	314.35	314.67	314.99	315.31	315.64	315.96	316.28	316.60	600.00
610.00	316.92	317.24	317.56	317.88	318.20	318.52	318.84	319.16	319.48	319.80	610.00
620.00	320.12	320.43	320.75	321.07	321.39	321.71	322.03	322.35	322.67	322.98	620.00
630.00	323.30	323.62	323.94	324.26	324.57	324.89	325.21	325.53	325.84	326.16	630.00
640.00	326.48	326.79	327.11	327.43	327.74	328.06	328.38	328.69	329.01	329.32	640.00
650.00	329.64	329.96	330.27	330.59	330.90	331.22	331.53	331.85	332.16	332.48	650.00
660.00	332.79	333.11	333.42	333.74	334.05	334.36	334.68	334.99	335.31	335.62	660.00
670.00	335.93	336.25	336.56	336.87	337.18	337.50	337.81	338.12	338.44	338.75	670.00
680.00	339.06	339.37	339.69	340.00	340.31	340.62	340.93	341.24	341.56	341.87	680.00
690.00	342.18	342.49	342.80	343.11	343.42	343.73	344.04	344.35	344.66	344.97	690.00
700.00	345.28	345.59	345.90	346.21	346.52	346.83	347.14	347.45	347.76	348.07	700.00
710.00	348.38	348.69	348.99	349.30	349.61	349.92	350.23	350.54	350.84	351.15	710.00
720.00	351.46	351.77	352.08	352.38	352.69	353.00	353.30	353.61	353.92	354.22	720.00
730.00	354.53	354.84	355.14	355.45	355.76	356.06	356.37	356.67	356.98	357.28	730.00
740.00	357.59	357.90	358.20	358.51	358.81	359.12	359.42	359.72	360.03	360.33	740.00
750.00	360.64	360.94	361.25	361.55	361.85	362.16	362.46	362.76	363.07	363.37	750.00
760.00	363.67	363.98	364.28	364.58	364.89	365.19	365.49	365.79	366.10	366.40	760.00
770.00	366.70	367.00	367.30	367.60	367.91	368.21	368.51	368.81	369.11	369.41	770.00
780.00	369.71	370.01	370.31	370.61	370.91	371.21	371.51	371.81	372.11	372.41	780.00
790.00	372.71	373.01	373.31	373.61	373.91	374.21	374.51	374.81	375.11	375.41	790.00
800.00	375.70	376.00	376.30	376.60	376.90	377.19	377.49	377.79	378.09	378.39	800.00
810.00	378.68	378.98	379.28	379.57	379.87	380.17	380.46	380.76	381.06	381.35	810.00
820.00	381.65	381.95	382.24	382.54	382.83	383.13	383.42	383.72	384.01	384.31	820.00
830.00	384.60	384.90	385.19	385.49	385.78	386.08	386.37	386.67	386.96	387.25	830.00
840.00	387.55	387.84	388.14	388.43	388.72	389.02	389.31	389.60	389.90	390.19	840.00
850.00	390.48										850.00

Thermocouple Instruments Limited

Pontygwindy Road, Caerphilly, CF83 2WJ, UK
 Tel: (+44) 029 20807400 Fax: (+44) 029 20807410
 Internet: <http://www.thermocouple.co.uk>
 E-mail: enquiries@thermocouple.co.uk