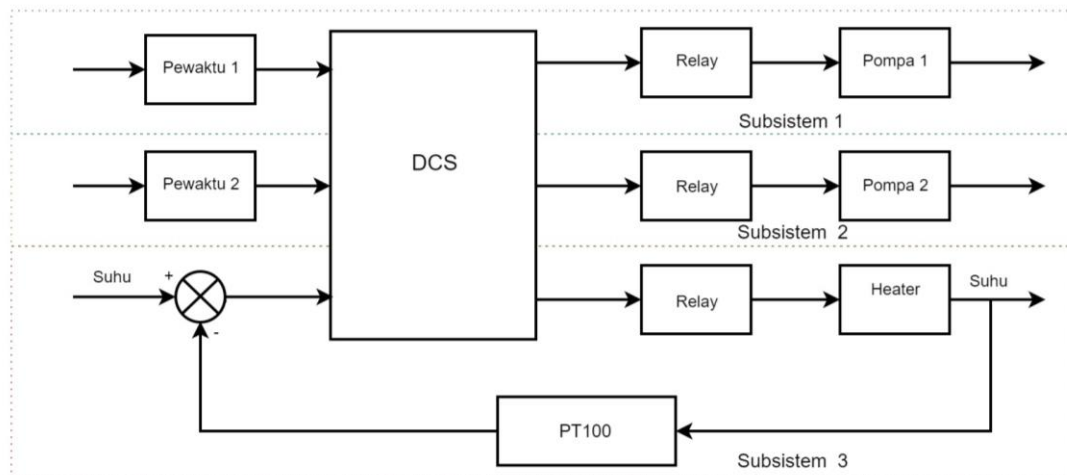


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan Blok Diagram Sistem



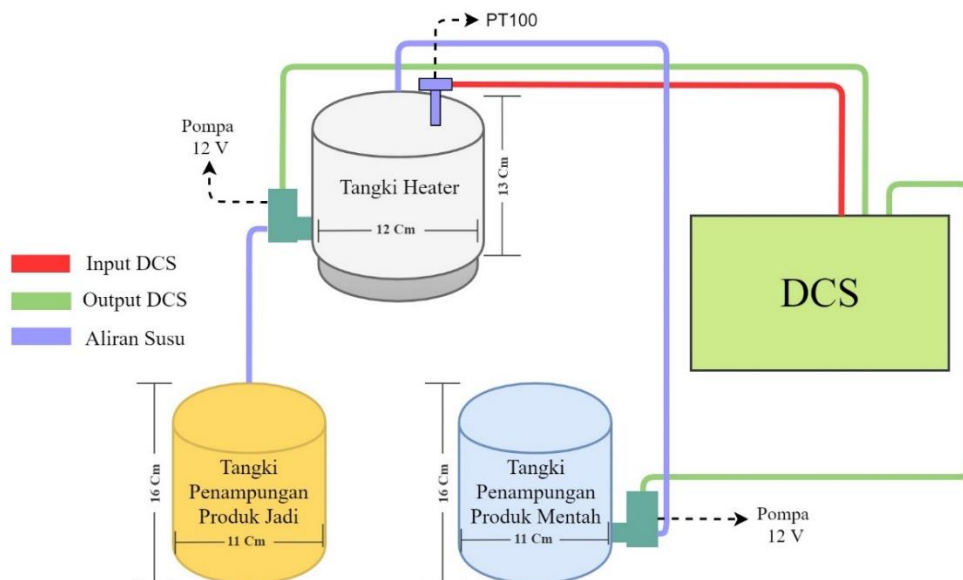
Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Keterangan Gambar 3.1 adalah sebagai berikut:

1. Alur kerja dari blok diagram tersebut adalah secara sekuensial atau berurut dari sub-sistem 1, sub-sistem 3, dan sub-sistem 2
2. Sub-sistem 1 merupakan blok diagram untuk mekanisme pengisian produk mentah
3. Sub-sistem 2 merupakan blok diagram untuk mekanisme penampungan produk jadi
4. Sub-sistem 3 merupakan blok diagram untuk mekanisme pemanasan produk
5. *Set Point* yang ditetapkan adalah 72°C .
6. Pengendalian sistem menggunakan DCS (*Distributed Control System*).
7. Pada sistem *plant* yang di kontrol adalah suhu pada pemanas elektrik (*heater*). Sensor yang digunakan dalam pengendalian suhu yaitu sensor temperatur PT100.
8. Aktuator yang digunakan yaitu pompa 12 Vdc dan *heater*.

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa dalam sistem pengontrolan suhu menggunakan sensor PT100 sebagai sensor suhu pada tangki dan pompa sebagai aktuator, sedangkan pada sistem pengendalian ketinggian air menggunakan pewaktu yang diatur selama 15 detik pada pompa sebagai pengendali ketinggian cairan pada tangki.

Untuk lebih memahami skema keseluruhan sistem dapat melihat Gambar 3.2. Pada Gambar 3.2 dapat terlihat bahwa tangki yang digunakan berbentuk tabung.



Gambar 3.2 Desain *prototype* alat pasteurisasi susu

3.2 Spesifikasi Alat

Desain *prototype* alat pasteurisasi susu ini mempunyai spesifikasi, yaitu: Dimensi tangki penampung produk mentah dan tangki penampung produk jadi berbentuk tabung dengan diameter 11 cm dan tinggi 16 cm dengan kapasitas volume 1,5 L.

1. Dimensi pemanas elektrik (*heater*) berbentuk tabung dengan diameter 12 Cm dan tinggi 13 Cm dengan kapasitas volume sebesar 1,4 L.

2. Pemanas elektrik (*heater*) memiliki *range* pemanasan 0° - 105° C, dengan daya listrik 190 W yang disuplai oleh sumber tegangan AC 220 Volt.
3. Pembacaan suhu menggunakan sensor PT100 yang disambungkan dengan *transmitter* PR 5333 sebagai masukan analog ke DCS.
4. Pengendalian volume air pada pemanas elektrik (*heater*) menggunakan pompa 12 Volt yang diberi *timer*/pewaktu.
5. *Relay* digunakan sebagai *switching* keluaran digital *output* dari DCS ke pompa 12 Volt dan pemanas elektrik.
6. Pompa yang digunakan yaitu pompa 12 Volt yang diberi tegangan 12 Vdc dari *Power Supply Unit*.

3.3 Spesifikasi Kontrol

Metode pasteurisasi yang digunakan adalah metode HTST (*High Temperature Short Time*) yaitu pemanasan susu pada suhu 72° C selama 15 detik. Toleransi kesalahan maksimal dipilih sebesar 4% atau suhu maksimal pada saat pemanasan yaitu 75° C.

3.4 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat seperti dalam gambar Gambar 3.2 yaitu sebagai berikut:

1. Mengaktifkan *input* digital DCS DI-16 dengan menyalakan saklar.
2. Saat *input* digital aktif, maka *output* digital pompa akan aktif dan mengeluarkan sinyal 24 Vdc.
3. Keluaran *output* digital 24 Vdc dihubungkan dengan *relay* dan dengan tegangan 12 Vdc sebagai sumber tegangan pompa 1. *Relay* ini berfungsi sebagai *switching* tegangan 12 Vdc untuk mengaktifkan pompa 1 sehingga pompa 1 memompakan susu selama waktu yang telah diatur dari DCS dari tangka bahan mentah ke tangki pemanas elektrik (*heater*).
4. Setelah cairan susu selesai dipompakan ke tangki pemanas elektrik (*heater*), program yang telah dibuat di DCS akan mengaktifkan tangki pemanas elektrik (*heater*) yang telah dihubungkan dengan

relay sebelumnya sebagai *switching* tegangan 220 Vac untuk mengaktifkan *heater* sampai dengan suhu susu sebesar 72° C yang dibaca oleh sensor temperatur PT100 dengan metode pengontrolan *on-off* pada DCS dimana jika suhu susu melebihi 72° C *heater* akan mati dan akan menyala kembali pada saat suhu susu berada dibawah 72° C.

5. Bersamaan pada saat suhu susu mencapai 72° C, *timer* yang sudah diatur akan menyala selama 15 detik sebagaimana syarat dari metode pasteurisasi susu dengan metode *High Temperature Short Time* (HTST) yaitu dengan dipanaskan antara suhu 72° - 75°C selama 15 detik.
6. Pada saat *timer* sudah menghitung selama 15 detik, modul *output* digital akan memberikan sinyal 24 VDC untuk mengaktifkan pompa 2 yang telah dihubungkan dengan *relay* yang berfungsi sebagai *switching* tegangan 12 VDC sebelumnya untuk memindahkan cairan susu yang telah dipasteurisasi dari *heater* ke tangki penyimpanan bahan jadi.
7. Setelah pompa 2 memindahkan cairan susu yang telah dipasteurisasi dari *heater* ke tangki penyimpanan bahan jadi, program yang telah dibuat sebelumnya di DCS akan otomatis mengulang proses yang telah ditetapkan terus menerus sampai saklar pada input *digital* DCS DI-16 dimatikan.

3.5 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada penelitian ini berdasarkan prinsip kerjanya maka perencanaan perangkat keras meliputi perancangan sensor suhu, rangkaian modul I/O, pompa, *heater*, *relay* serta perancangan elektrik dan komunikasi DCS CENTUM VP dan alat-alat yang digunakan dalam sistem.

3.5.1 Yokogawa DCS Centum VP (*Vigilant Plant*)

DCS (*Distributed Control System*) merupakan pengembangan sistem kontrol dengan menggunakan komputer dan alat elektronik

lainnya agar didapat suatu pengontrolan satu atau lebih dari satu loop sistem. DCS juga mampu mengontrol sistem yang kompleks dan bekerja secara langsung (*real time*) (Nugraha, 2016). Secara garis besar komponen penyusun DCS Century VP terdiri atas:

1. HIS (*Human Interface Station*)

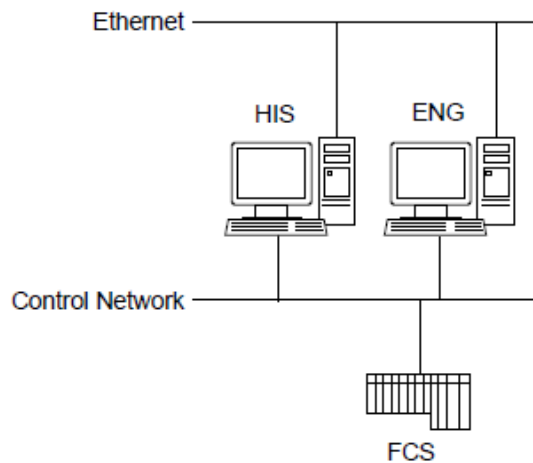
Human Interface Station ini dipergunakan untuk memonitor dan mengoperasikan suatu proses termasuk menampilkan proses variabel, parameter kontrol dan alarm yang diperlukan oleh pengguna untuk mengetahui kondisi operasi serta status dalam *plant*.

2. FCS (*Field Control Station*)

Field Control Station berfungsi sebagai peralatan *controller (control station & monitoring station)* terdiri dari modul – modul CPU (*Processor*), *I/O Module*, *Communication Module* dan *Power Supply Module*, dll.

3. ENG (*Engineering Station*)

ENG atau dikenal sebagai EWS (*Engineering Work Station*) merupakan sebuah komputer yang digunakan untuk konfigurasi dan pemeliharaan sistem. Sebuah komputer dapat difungsikan secara bersamaan sebagai HIS maupun ENG. Pada EWS, pengguna dapat melakukan fungsi rekayasa, simulasi dan pengembangan sistem tanpa mengganggu proses yang berada di lapangan.



Gambar 3.3 Komponen penyusun DCS Centum VP

DCS Centum VP mampu melakukan pengawasan terhadap 8.000 *tags* (inisialisasi proses) dan mampu dihubungkan hingga 256 *station*. Centum VP bekerja secara *redundant*. Sistem *redundant* adalah dua buah perangkat sistem yang bekerja secara bersama - sama untuk menjaga kinerja sistem dilakukan oleh perangkat yang bekerja normal tanpa mengganggu proses. Terdapat perangkat yang bekerja sebagai *master* dan *back-up* pada sistem ini atau dengan kata lain DCS ini memiliki masing – masing dua buah *Power Supply*, baterai, komunikasi bus (Ramadhan, 2014).

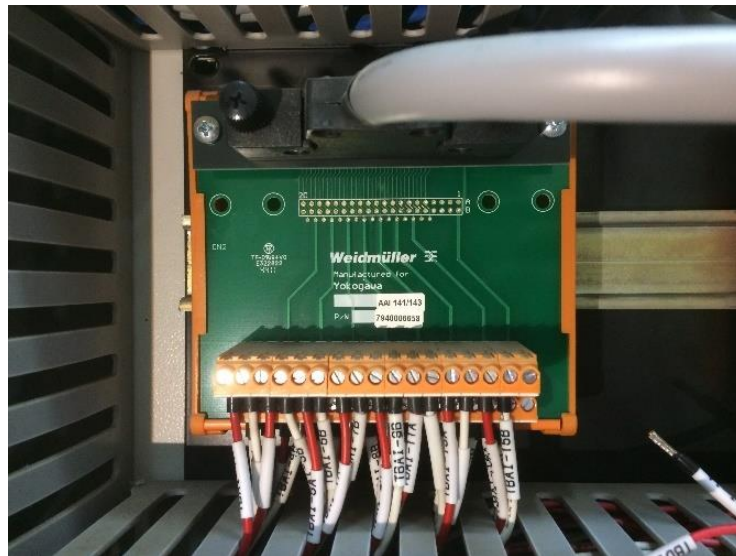
3.5.2 Rangkaian Modul I/O DCS

Modul I/O adalah *interface* atau dapat disebut juga sebagai *central switch* yang berfungsi untuk mengendalikan satu atau lebih perangkat *input* dan *output*. Modul I/O berperan penting dalam pertukaran data antara perangkat luar dengan modul-modul yang terpasang lainnya (Nugraha, 2016).

Modul I/O DCS 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 penyusunan skripsi ini, hanya menggunakan *input* modul digital dan analog serta *output* digital, yaitu:

1. Modul Input Analog AAI143

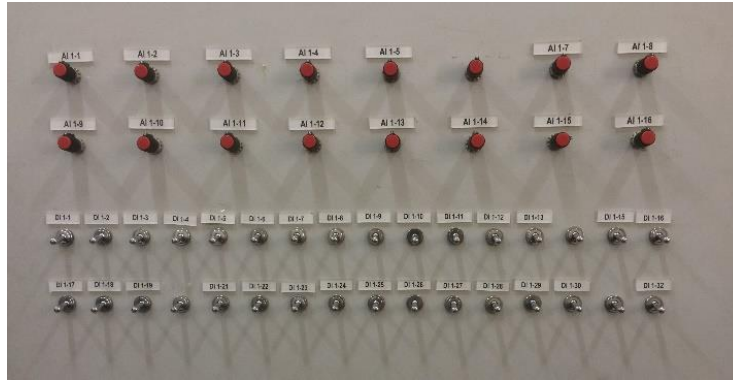
Modul Analog AAI143 merupakan modul *input* analog dengan 16 *slot* masukan dengan spesifikasi masukan berupa variabel resistor ataupun arus 4 – 20 mA. Pada perancangan sistem digunakan satu slot masukan yakni *slot* untuk masukan *transmitter* temperatur dengan nilai 4 – 20 mA. Modul Analog AAI143 dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Modul analog AAI143

2. Modul Digital ADV151

Modul *Input* Digital ADV151 Merupakan modul *input* digital dengan 32 kontak masukan dengan nilai keluaran saat bernilai “1” ialah 0 volt, sedangkan saat bernilai “0” ialah 24 Vdc dengan arus 4,1 mA. Pada perancangan sistem digunakan satu kontak *input* digital untuk memulai sistem. Modul *Input* Digital ADV151 dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Modul input digital ADV151

3. Modul Digital ADV551

Modul Digital ADV151 merupakan modul *output* digital dengan 32 kontak keluaran dengan nilai keluaran saat bernilai “1” ialah 24 Vdc dengan arus 100 mA, sedangkan saat bernilai “0” ialah 0 volt. Pada perancangan sistem digunakan tiga buah kontak *output* yakni dua pompa dan satu pemanas elektrik yang dihubungkan ke *relay*. Modul Digital ADV151 dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Modul output digital ADV551

3.5.3 Pemanas Elektrik (*Heater*)

Dalam penelitian ini digunakan pemanas elektrik (*heater*) yang dicatu dengan sumber AC dengan tegan 220 VAC, frekuensi 50Hz dan menyerap daya 190 Watt. Bahan penyusun pemanas elektrik berupa

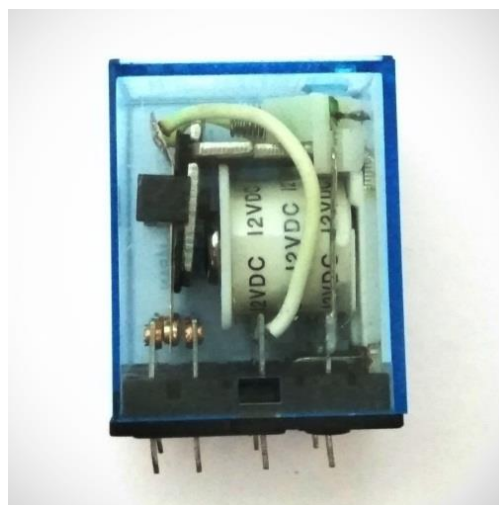
stainless steel dan mampu memberikan suhu panas dengan range 0°C – 105°C.

3.5.4 Relay

Relay adalah saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara elektromekanik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*).

Prinsip kerja *relay* sederhananya dapat dijelaskan sebagai berikut. Tegangan yang diberikan pada kumparan akan menimbulkan medan magnet disekitar kumparan. Induksi magnet inilah yang nantinya akan menarik pegas kontak untuk mengubah ke posisi/bagian yang terhubung (*connect*). Jika tegangan pada kumparan tersebut dihilangkan maka tidak ada induksi magnetik pada kumparan, sehingga kontak akan kembali ke posisi awal/normal.

Relay berfungsi sebagai saklar *power supply* 12 Vdc dan 220 VAC yang menjadi sumber pompa dan pemanas elektrik. Pompa sebagai aktuator sistem akan aktif ketika keluaran digital DCS aktif dan mengeluarkan tegangan 24 volt yang memicu koil untuk menarik saklar. Relay Omron MY2N-J dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Relay Omron MY2N-J

3.5.5 Pompa

Pompa adalah salah satu aplikasi dari mesin turbo, yaitu mesin yang didalamnya terjadi perpindahan energi yang masuk kedalam atau keluar dari suatu aliran fluida kontiniu, sebagai akibat dari aksi dinamis dari satu atau belih barisan sudu-sudu turbo. Kata turbo atau turbinis berasal dari Bahasa latin yang berarti berputar (Hidayatullah, 2017).

Pada skripsi ini pompa dipakai untuk menggerakkan fluida. Pompa sebagai aktuator sistem berfungsi untuk mengalirkan susu dari tangki penyimpanan susu menuju *heater* yang menjadi tempat pertukaran panas. Pompa yang digunakan membutuhkan catu daya maksimal 12 VDC yang dihubungkan oleh sumber tegangan 12 VDC. Gambar pompa 12 VDV dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Pompa 12 volt

3.5.6 PT100 Sensor Temperatur

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 pada *probe*. Ketika sensor menunjukkan suhu 0 °C, maka resistansi

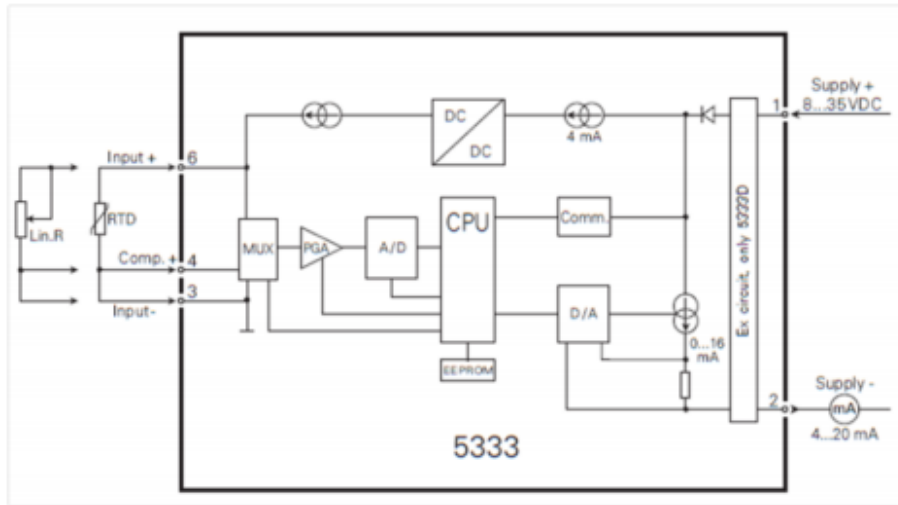
sebesar 100Ω . Saat terjadi kenaikan pembacaan suhu, maka resistansi PT100 pun naik secara linier. Sensor PT100 merupakan sensor jenis RTD (*Resistance Temperature Detector*). Kelompok sensor RTD mendeteksi suhu berdasarkan nilai tahanan pada metal pembentuknya. RTD digunakan pada PT100 terbuat dari platinum, ditampilkan dalam Gambar 3.9. Sensor PT100 memiliki jangkauan pengukuran dari -200° celcius sampai dengan 850° celcius dimana perubahan resistansi rata – rata sebesar $0,3729\Omega/^{\circ}\text{C}$



Gambar 3.9 PT100 sensor temperatur

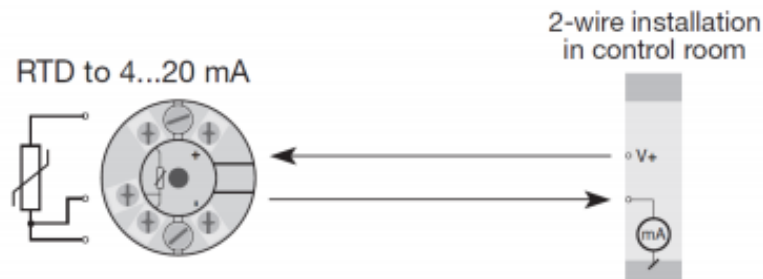
3.5.7 PR 5333 *Programmable Temperature Transmitter*

Sesuai namanya *Programmable Transmitter*, maka sebelum penggunaannya diperlukan pemrograman terlebih dahulu (pemrograman dilakukan oleh pihak *vendor*) mengenai jangkauan pembacaan *transmitter* terhadap perubahan resistansi ataupun RTD. Pemrograman ini sesuai kebutuhan pengukuran temperatur dengan maksimum atau minimum jangkauannya tergantung jenis sensor temperatur yang digunakan. Akurasi pengukuran sebesar $\pm 0.1\%$. PR 5333 bekerja untuk mengkonversi keluaran sensor PT100 menjadi nilai resistansi yang linier. Lalu, nilai tersebut diproses dalam rangkaian *transmitter* menjadi keluaran standar 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 3.10.



Gambar 3.10 Blok diagram programmable transmitter

Gambar 3.11 menampilkan instalasi pengkabelan PR5333. Masukan menggunakan komunikasi 3-wire dan keluaran menggunakan kabel 2-wire. Keluaran *transmitter* langsung dihubungkan ke DCS.



Gambar 3.11 Pengkabelan 2-wire PR 5333

3.5.8 Switching Power Supply 12 Volt 5 Ampere

Switching power supply ini berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Tegangan yang mampu diubah adalah 110/220 VAC $\pm 15\%$ menjadi tegangan 12 VDC dengan arus 5 Amper. 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-. Untuk pengkabelan terlihat pada Gambar 3.12



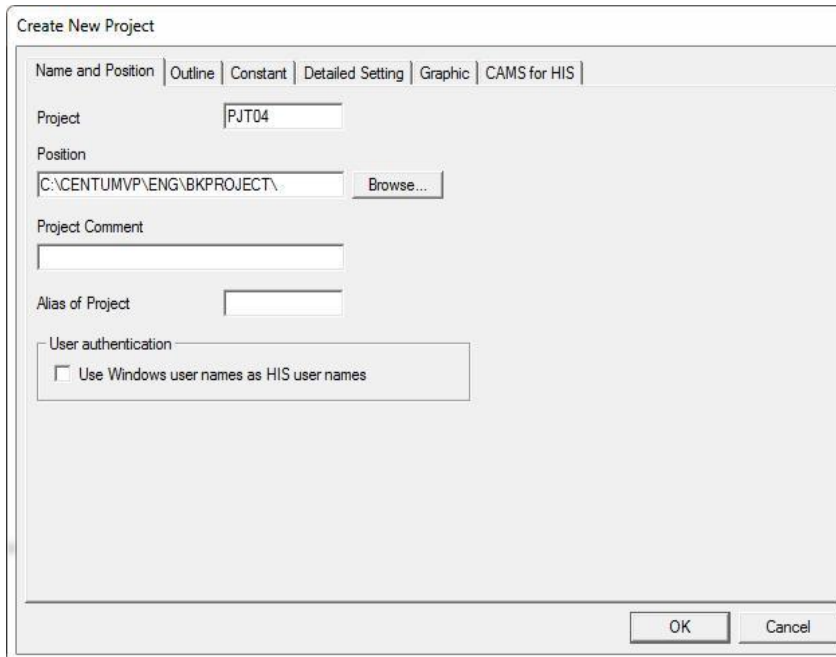
Gambar 3.12 Switching power supply

3.6 Perancangan Perangkat Lunak (*software*)

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

1. *Function Block*
2. *Trend*

Sebelum membuat program diatas maka perlu membuat *project* baru sebagai tempat tersimpannya semua parameter modul dan *station* yang digunakan oleh DCS. Untuk membuat *project* baru, pada “System View” klik kanan folder “SYSTEM 32 VIEW” pilih “*Project*” kemudian “*Project*” pada menu berikutnya muncul jendela “*Create New Project*”, seperti dalam Gambar 3.13

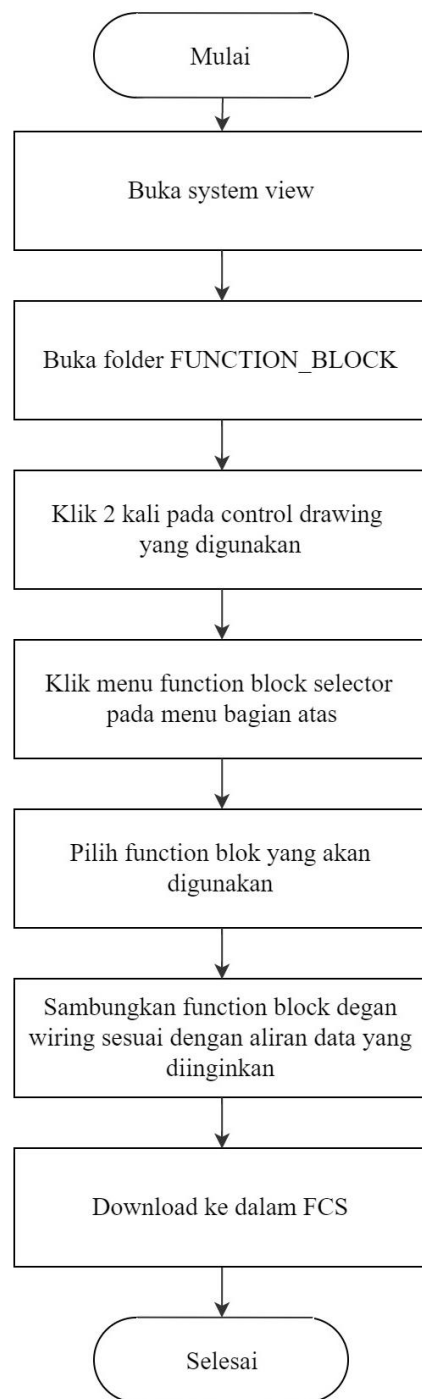


Gambar 3.13 Jendela "Create New Project"

3.7 Pembuatan *Function Blok*

Function Block merupakan kumpulan blok-blok yang berkonfigurasi secara bersama sehingga terbentuk suatu narasi pengontrolan yang digunakan untuk 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*.

Skema aliran data aliran data yang dibuat dalam *control drawing builder* menentukan hasil keluaran dari DCS. Alur pembuatannya seperti yang terlihat di *flowchart* dalam Gambar 3.14.

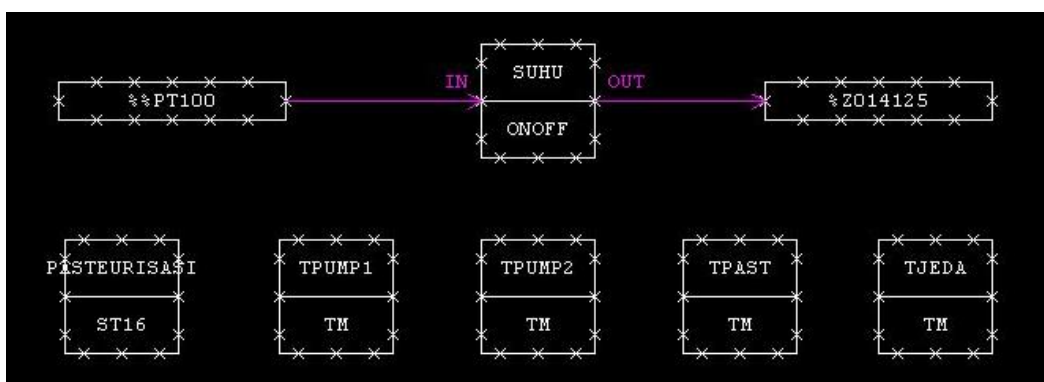


Gambar 3.14 Diagram alir pembuatan function blok

3.8 *Function Block* Sistem Keseluruhan

Blok pengendalian keseluruhan melibatkan pengontrolan secara *on-off* dan *timer*/pewaktu. Pada sistem pengontrolan suhu menggunakan kontroler *on-off* dengan nilai histerisis sebesar 0,1%. Nilai histerisis sebesar 0,1% dipilih

karena untuk sistem pengendalian suhu dengan *range* pembacaan DCS mulai - 50°C sampai dengan 150°C, maka nilai 0,1% dari histerisis bernilai 0,2 derajat. Nilai histerisis 0,1% dengan *setpoint* 72°C berarti kontroler *on-off* akan memberikan aksi kontrol *on* bila pembacaan sensor masih di bawah suhu 71,8°C, apabila telah melewati suhu 72,2°C maka kontroler akan memberikan aksi kontrol *off*. Kontroler akan memberikan aksi kontrol *on* kembali saat suhu sudah berada dibawah 72,2 °C. *Function Block* keseluruhan sistem ditampilkan dalam Gambar 3.15.

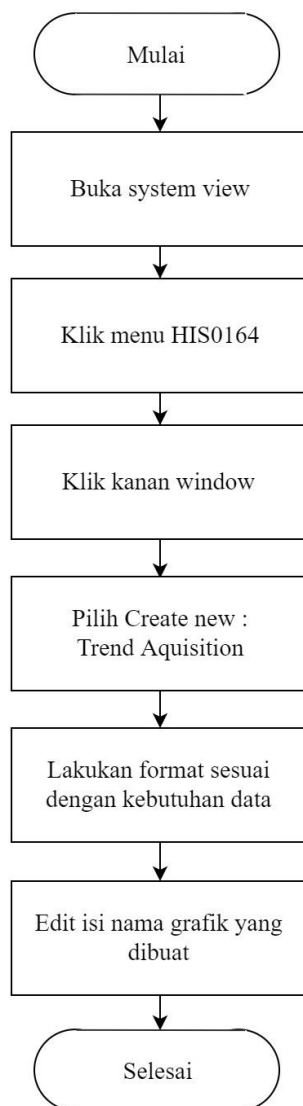


Gambar 3.15 Function blok secara keseluruhan

Pada Gambar 3.15 terdapat satu blok *on-off* dengan label di atasnya yaitu “SUHU”. Blok tersebut merupakan blok kontroler dengan masukan berupa “%%PT100” yaitu sensor temperatur PT100 yang telah terhubung dengan *port input* DCS. Blok TM dengan label “TPUMP1” dan “TPUMP2” adalah *timer* yang mengatur lama aktifnya pompa 1 dan pompa 2 yang berfungsi sebagai aktuator untuk memindahkan cairan susu. Untuk blok dengan label “TPAST” adalah timer yang menghitung 15 detik syarat dari metode pasteurisasi susu dengan metode *High Temperature Short Time* (HTST) yaitu dengan dipanaskan antara suhu 72° - 75°C selama 15 detik. Blok TM dengan label “TJEDA” adalah *timer* yang diatur untuk memberi jeda antara pompa 2 dan pompa 1. Sedangkan untuk blok ST16 dengan label “PASTEURISASI” di atasnya adalah blok program untuk keseluruhan sistem pengontrolan dalam *prototype* alat pasteurisasi susu.

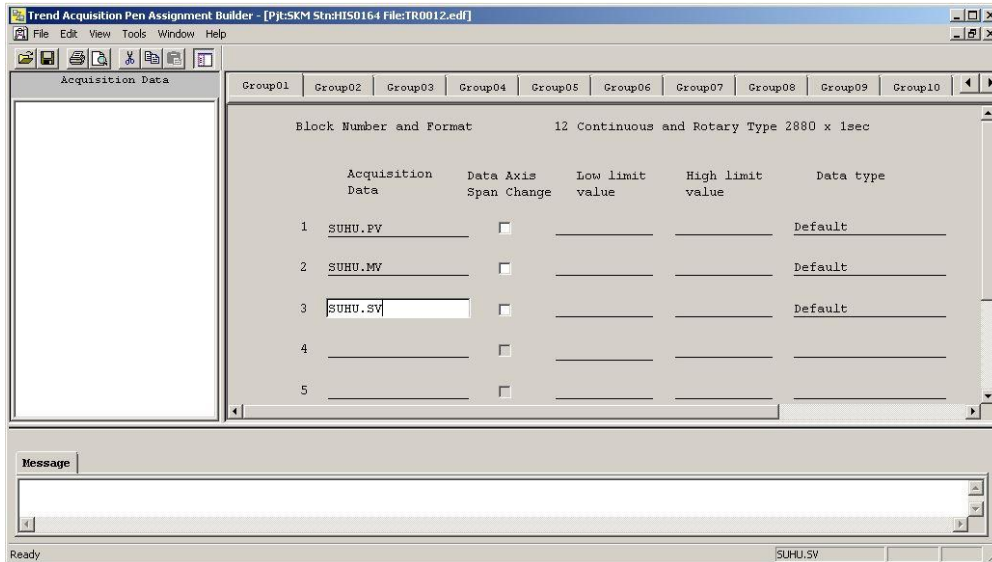
3.9 Pembuatan Trend

Trend ialah *software* pada centum VP untuk proses sampling data yang kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik. Untuk mengaktifkan fitur *trend* pada DCS dapat dilakukang dengan melakukan pemanggilan *trend* pada *faceplate*. *Trend* tidak hanya menyajikan data dalam bentuk grafik namun juga menyajikan data dalam bentuk angka yang nantinya dapat diolah dengan program seperti *matlab* untuk membuat grafik. Alur pembuatannya seperti yang terlihat di *flowchart* dalam Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Diagram Alir Pembuatan Trend

Pada menu *Trend Aquisition* diperlukan pemanggilan *tag* yang sudah diinisiasikan sebelumnya untuk memunculkan grafik yang dimaksud pada jendela *Trend*. Konfigurasi pada menu *Trend Builder* dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Konfigurasi pada trend builder

3.10 Pengujian Alat

Untuk memastikan bahwa perancangan telah sesuai, maka dilakukan pengujian alat. Pengujian perangkat keras dilakukan per-blok rangkaian dan juga secara keseluruhan untuk mengetahui apakah *hardware* dan *software* dapat berjalan dengan baik.

3.10.1 Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada bagian ini pengujian dilakukan pada masing – masing blok. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah masing – masing blok dapat bekerja sesuai dengan fungsinya seperti yang telah direncanakan. Pengujian meliputi:

3.10.1.1 Pengujian DCS

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *port input* dan *port output* pada DCS dapat berfungsi secara baik. Pengujian dilakukan dengan melakukan simulasi pengaktifan *input* dan *output* dengan melihat HIS pada DCS.

3.10.1.2 Pengujian Pompa

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan catu daya sebesar 12 Vdc dan mengukur lamanya waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan 1 liter air.

3.10.1.3 Pengujian PT100 dan Transmitter

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan transmitter yang telah terhubung dengan sensor PT100 menuju DCS, kemudian membandingkan hasil pembacaan suhu pada DCS dan hasil pembacaan secara manual dengan termometer biasa.

3.10.1.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan dengan menggabungkan semua *hardware* yang dibuat berdasarkan blok diagram dan memasukkan *software* yang bekerja untuk mengendalikan *hardware* yang telah dibuat. Sistem dikatakan berhasil jika perangkat keras dan perangkat lunak dapat bekerja dengan baik dan dapat berjalan sesuai seperti yang telah direncanakan.

3.10.1.5 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian sistem secara keseluruhan. Apabila hasil yang didapatkan sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya, maka sistem kendali tersebut telah berhasil memenuhi harapan dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan