

MONITORING TEMPERATUR DAN KENDALI LEVEL AIR PADA SISTEM PEMBANGKIT UAP SUPERHEAT KONTINUE

Nuryanti ¹⁾, Suyono ²⁾, Adhitya Sumardi ¹⁾, Andra Sandika R ¹⁾

1) Jurusan Teknik Mekatronika Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

2) Jurusan Teknik Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

Jl Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung - 40135

Phone/Fax : 022. 250 0241 / 250 2649

Email: nuryanti@polman-bandung.ac.id

ABSTRAK

Sistem pengumpanan air pada generator uap superheat konvensional yang ada di luar saat ini bekerja berdasarkan pada pengumpanan kembali air dari sisa uap yang telah dikondensasi. Dengan demikian siklus pembangkitan uap dapat berjalan kontinu tanpa khawatir persediaan air di boiler habis sehingga dapat merusak sistem akibat *overdried*. Namun kondensasi memerlukan energi dan sistem tambahan dalam melakukan pendinginannya. Oleh karena itu dilakukan penelitian prototipe sistem pembangkit uap superheat dengan pengumpanan air kontinu. Cara ini diharapkan dapat mengurangi penggunaan energi tambahan sehingga membuat sistem lebih sederhana yaitu sistem hanya mengacu pada pembangkitan uap superheat dan penggunaannya tanpa penambahan sistem kondensasi lagi. Pengaturan pasokan air dilakukan secara otomatis dengan katup solenoid yang akan membuka saat level air pada boiler minimal dan menutup kembali saat level air maksimal. Selain itu dikembangkan pula sistem akuisisi data temperature maupun visualisasi level air yaitu tampilan level air sesuai dengan kondisinya di plant secara real time pada layar komputer dengan menggunakan PLC Siemen Simatic S7-1200 dan software Wonderware In Touch. Dari hasil uji coba akuisisi data temperature oleh sensor termokopel tipe K terhadap perubahan tegangan sensor menunjukkan fungsi yang linier dengan nilai $R^2 = 0.99$. Monitoring sistem kontrol pembangkit Uap Superheat memungkinkan penerapan lebih lanjut dengan menggunakan *Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)*

Kata kunci: uap superheat, kontrol level, monitoring temperatur, Program Logic Control (PLC)

1. PENDAHULUAN

Uap Superheat adalah air dalam fasa gas yang dibangkitkan dengan cara memanaskan kembali uap air ke temperature yang lebih tinggi dari titik didihnya [1]. Pada penelitian Rancang Bangun Pembangkit Uap Superheat sebelumnya telah berhasil dibangun sebuah pembangkit Uap Superheat tanpa tambahan energi panas eksternal untuk meningkatkan temperature uap jenuh 100°C menjadi 130 - 200°C pada kapasitas boiler 1 lt [2]. Sirip yang dipasang disekeliling boiler dapat meningkatkan temperature hingga 60%. Kemudian untuk skala yang lebih besar dibangun pula pembangkit uap superheat dengan kapasitas boiler 10 lt. Pada pembangkit Uap superheat kapasitas 10 lt ini diterapkan system control level air dan pemantauan

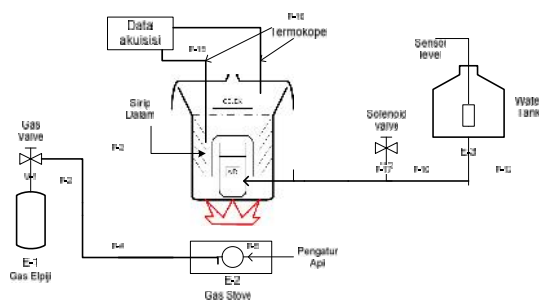
temperature uap Superheat. Temperatur uap superheat perlu untuk dimonitor guna memastikan bahwa temperature uap memang telah memasuki fasa superheat. Fasa superheat tidak hanya ditandai dengan temperature di atas 100°C saja namun secara fisis juga ditunjukkan dengan kelembaban uap yang menurun [3] Namun karena sementara ini belum dikembangkan sensor kelembaban yang mampu untuk berada pada kondisi temperature hingga 300°C, jika pun ada di pasaran harganya masih relative tinggi maka monitoring temperature adalah satu-satunya acuan untuk memastikan bahwa uap superheat telah terbentuk dan tetap stabil di atas temperature 100°C.

Pada skala besar atau skala yang berorientasi pada keperluan industry maka kontinuitas pengumpanan air pada boiler

sangat dibutuhkan seperti SSD skala industri pada perusahaan GEA Barr-Rosin [4]. Karena produksi uap secara terus menerus tanpa pengumpanan air yang kontinu akan mengakibatkan system menjadi kering dan dapat mengakibatkan kerusakan pada plant bahkan jika tanpa penanganan yang cepat dapat terjadi ledakan. Oleh karena itu di butuhkan suatu sistem kontrol level air dengan tinggi air yang ditentukan.

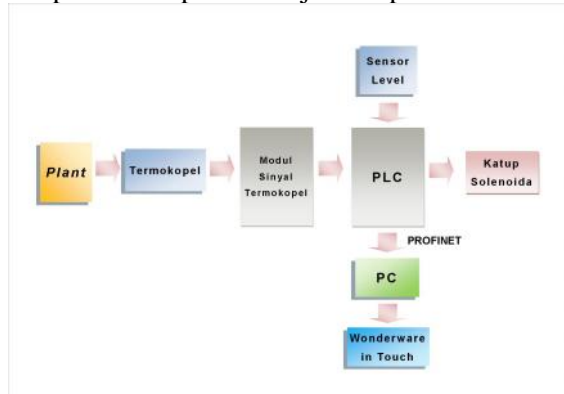
2. METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan Sistem



Gbr1. Arsitektur Sistem Pembangkit Uap Superheat

Pada arsitektur sistem pembangkit uap superheat dimana air pada boiler yang diumpankan dari tangki air diatur oleh katup solenoid. Energi pembakaran diperoleh dari tungku berbahan bakar gas dengan aliran gas diatur pula oleh katup. Temperatur pada pembangkit uap superheat dipantau dengan sensor temperature Termokopel tipe k yang ditempatkan pada boiler(T_1), pada ruang antar sirip (T_2) dan uap superheat yang dihasilkan pada bagian atas plant (T_3). Sedangkan skema pengontrolan level air dan monitoring temperature seperti ditunjukkan pada Gbr2.

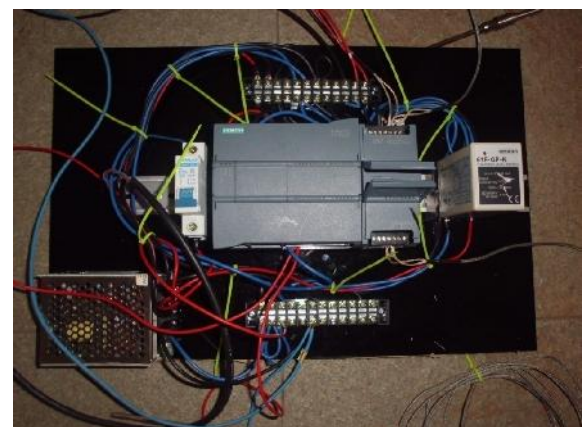


Gbr2. Skema Sistem kontrol level air dan monitoring temperature

Pada skema yang ditunjukkan oleh Gbr2 dimana dijelaskan bahwa pada sistem kontrol *superheat* ini menggunakan termokopel dan sensor infra merah sebagai masukan PLC. Termokopel digunakan sebagai sensor temperatur yang diletakan didalam *boiler*, dalam sistem ini digunakan 3 termokopel yang diletakan pada air, sirip dalam, dan bagian uap. Data temperature dari termokopel akan dibaca oleh modul sinyal termokopel SM 1231 TC dan dapat langsung dilihat pada perangkat lunak TIA Portal. Sensor infra merah digunakan agar mengetahui level air pada *boiler*, hal ini bertujuan agar air pada *boiler* tidak habis. Katup solenoida pada sistem ini adalah sebagai keluaran yang dikendalikan PLC dan akan membuka ketika air pada *boiler* mencapai batas terendah. Penggunaan katup bertujuan agar proses *superheat* berlangsung kontinyu. Dalam pengendalian menggunakan PLC dan modul sinyal termokopel. Komunikasi PLC dengan PC adalah dengan menggunakan PROFINET. Pembuatan antarmuka data temperatur dari termokopel menggunakan perangkat lunak Wonderware In Touch.

Instalasi perangkat keras

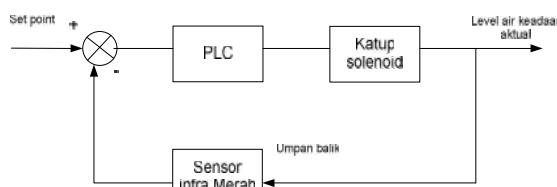
Instalasi perkabelan pada sistem kontrol bertujuan agar memudahkan dalam penanganan masalah jika terjadi suatu kesalahan sekaligus juga integrasi kontrol dengan *plant*. Tegangan sumber pada PLC menggunakan 220VAC. Catu daya 24 VDC digunakan untuk tegangan sumber modul sinyal analog SM 1231 TC. Catu daya 5 VDC digunakan untuk tegangan sumber sensor infra merah. Pada perkabelan digunakan MCB (*Mini Circuit Breaker*)*Single Phase* untuk membatasi arus apabila terjadi kelebihan arus sebelum masuk ke sistem kontrol.



Gbr3. Perkabelan Sistem Kontrol

Perancangan Perangkat Lunak

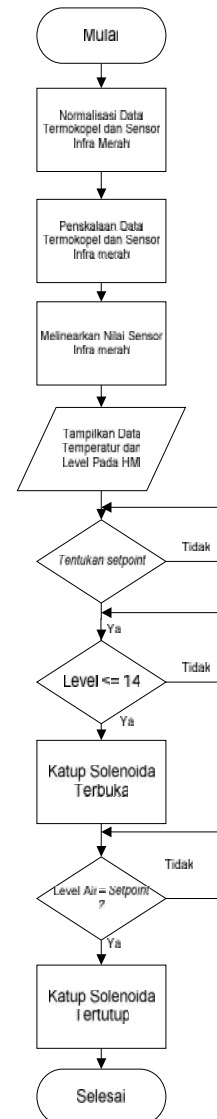
Perangkat lunak yang dipakai adalah perangkat lunak TIA portal dari SIEMENS dan Wonderware IN Touch. Pada perangkat lunak TIA Portal Program yang dibuat harus mampu membaca data analog yang dikirimkan dari termokopel. Instruksi yang dibuat menggunakan instruksi normalisasi dan membuat penskalaan pada data. Program ini harus mampu juga mengendalikan katup solenoida ketika sensor infra merah mendeteksi nilai yang diinginkan. Pada perangkat lunak Wonderware In Touch harus mampu menampilkan *plant* dan menampilkan grafik dan nilai temperatur dari semua termokopel juga menyimpan data pada *database*. Sebelum menuju pada program PLC langkah pertama adalah membuat daftar masukan/keluaran (*I/O Tag/ I/O Adress*). Selain mudah saat membuat program karena tidak perlu menuliskan kembali alamat masukan/keluarannya, dengan memberikan nama pada *tag* saat membuat kontak pada *ladder program*, nama akan otomatis keluar saat mengetikkan inisial nama *tag* tersebut. Daftar masukan dan keluaran juga memudahkan dalam membuat *tag* yang ada pada perangkat lunak Wonderware In Touch. Pada diagram alir program gambar 5 dijelaskan saat program dimulai proses yang pertama kali adalah normalisasi data dari tipe data *integer* ke *real*, lalu akan masuk pada instruksi penskalaan dari tipe data *real* ke *real* agar data yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan karena data yang diterima pertama kali oleh SM1231 TC adalah tipe data integer yang dikalikan dengan 10. Nilai yang diterima dari sensor infra merah juga di normalisasikan dan di



Gbr4. Diagram blok system

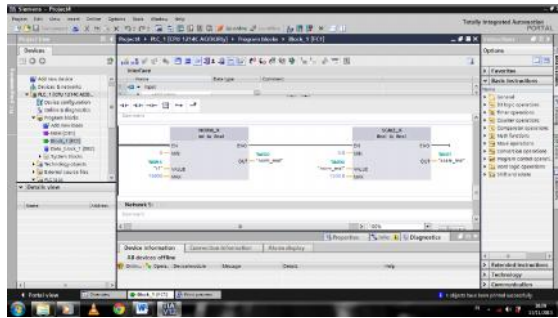
lakukan proses penskalaan. Pada proses berikutnya adalah melinearkan tegangan yang dihasilkan dari sensor infra merah. Lalu masuk pada antarmuka yang telah dibuat pada Wonderware In Touch. Pada antarmuka terdapat *slider* yang berfungsi untuk mengatur *setpoint* level air sesuai yang. Setelah itu

proses berikutnya adalah menampilkan data yang diperoleh

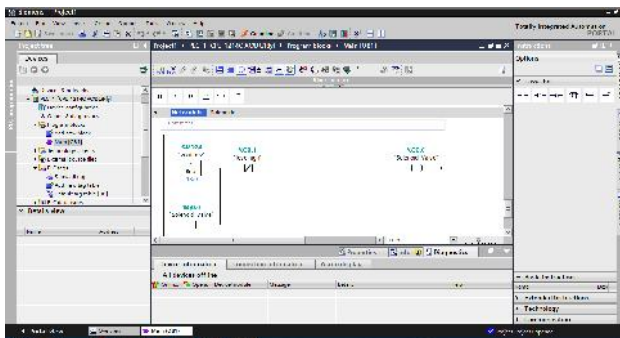


Gbr5. Diagram Alir Program

Lalu program masuk pada instruksi keputusan dimana jika sensor infra merah pada nilai kurang dari sama dengan 14 maka keran solenoida terbuka dan jika sensor infra merah pada nilai lebih dari sama dengan *setpoint* maka keran tertutup lalu program selesai.

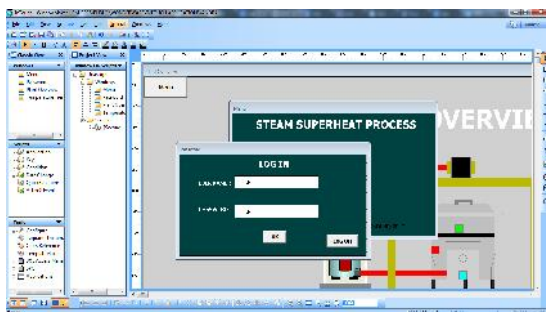


Gbr6. Program Membaca Data Analog Dari Termokopel



Gbr7. Program Membuka Katup Solenoida

Tujuan dari masukan analog yang dinormalisasikan dan dilakukan penskalaan data terlebih dahulu adalah agar data yang diterima sudah dalam tipe data real yang mempunyai nilai pecahan dan penting setiap digitnya untuk pengukuran. Pada program PLC alamat %MD24 di kondisikan sebagai nilai dari sensor infra merah yang sudah dilinearkan, sehingga ketika sensor infra merah mendapatkan nilai kurang dari atau sama dengan 14 *solenoid valve* menjadi terbuka, namun jika level pada suplai air masih sesuai dengan *set point* maka *solenoid valve* akan tetap tertutup.



Gbr8. Tampilan Pada Window Maker

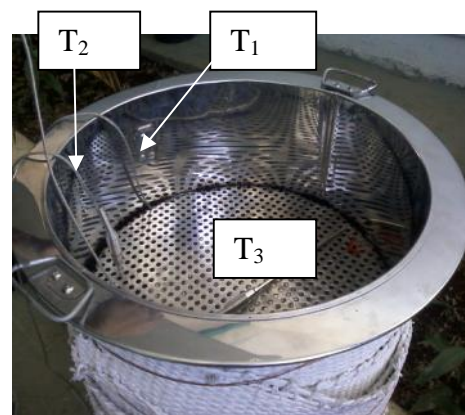
Pada perangkat lunak Wonderware In Touch terdapat fitur *window maker* dan *window viewer*. Fitur *window maker* adalah fitur yang digunakan untuk membuat animasi *plant*, membuat *tag* yang nantinya akan

dihubungkan dengan alamat masukan/keluaran pada PLC, membuat grafik, membuat alarm dan juga membuat keamanan pada sistem yang ingin dibangun. Pada *window maker* dibuat beberapa jendela yaitu jendela *Menu, Password, Plant Overview, dan Temperatur Trend*. *Windows viewer* adalah fitur untuk menampilkan dan menjalankan animasi yang sebelumnya sudah dibuat pada fitur *window maker*. Untuk menampilkan *database* digunakan Microsoft Access 2007 dimana sudah ada tabel yang dibuat yang berisi informasi data, seperti waktu pengambilan data dan data temperatur. Untuk dapat berkoneksi antara perangkat lunak Wonderware In Touch dengan Microsoft Access 2007 harus menggunakan ODBC (*Open Database Connectivity*) pada PC dan membuat file *database* yang akan menjadi tempat disimpannya data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

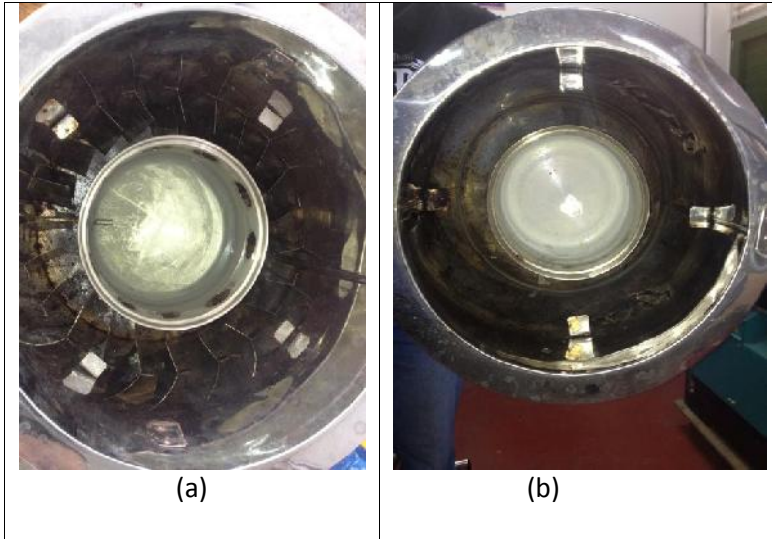
Pengujian Terhadap Temperatur

Temperatur yang diukur termokopel akan dapat dibaca oleh modul sinyal termokopel PLC dan akan ditampilkan pada PC/laptop. Pengujian dilakukan dengan waktu 60 menit dan temperatur yang ditargetkan lebih dari 150°C. Data yang dikirimkan dengan menggunakan komunikasi profinet. Pengukuran temperatur menggunakan tiga buah termokopel tipe K. Termokopel T1 diletakan pada air, termokopel T2 diletakan diantara sirip, Termokopel T3 diletakan pada uap.



Gbr9. Titik temperatur yang diukur

Pengujian dilakukan dengan 3 kali percobaan yaitu dengan menggunakan sirip di sekeliling boiler dan tanpa sirip



Gbr10. Boiler Sirip Lengkap(a) dan Boiler Sirip tidak lengkap(b)

Hasil pengujian temperatur dengan menggunakan sirip dan tidak menggunakan sirip seperti terlihat pada gambar 11.



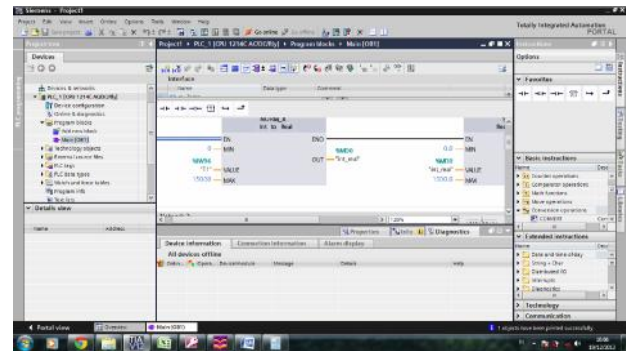
Gbr 11. Perbandingan Menggunakan Sirip Dan Tidak Menggunakan Sirip

Terlihat dari gambar 11 bahwa pengujian dengan menggunakan sirip lebih tinggi dan lebih cepat kenaikannya dibandingkan dengan pengujian yang tanpa menggunakan sirip. Pengujian dilakukan dengan selang waktu yang sama yaitu 60 menit.

Pengujian Perangkat Lunak

Pada pembacaan temperatur dari termokopel instruksi yang diberikan adalah NORM_X yaitu instruksi untuk mengkonversi tipe data. Pada kasus ini tipe data yang diubah adalah integer yaitu tipe data yang diberikan termokopel menjadi tipe bilangan real agar setiap digitnya dari data adalah sangat penting. Karena pada mulanya data yang diberikan oleh termokopel dibaca 10 kali dari suhu aktualnya. Contohnya adalah jika temperatur yang dibaca 26°C maka pada perangkat lunak akan terbaca

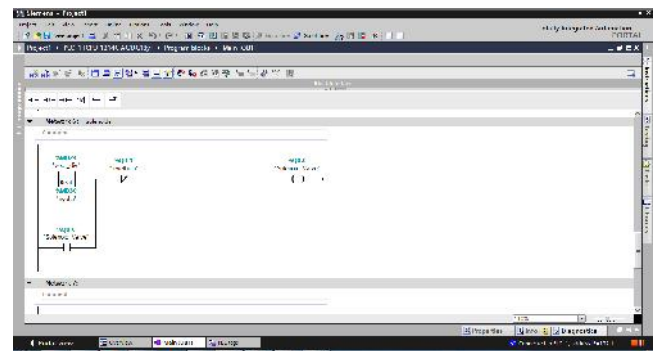
260. Untuk itu digunakan instruksi SCALE_X yaitu instruksi untuk melakukan penskalaan pada data sehingga temperatur dibaca 26°C.



Gbr.12 Program Untuk Membaca Temperatur

Program Kendali Level air dengan Katup Solenoid

Untuk membuka atau mengaktifkan katup solenoida programnya adalah dengan membandingkan nilai level air aktual dengan 43% agar ketika PLC dioperasikan katup solenoida akan langsung membuka jika level air aktualnya 43%. Katup solenoida akan tertutup ketika level air sudah mencapai nilai *setpoint*. Nilai 14 adalah level air pada suplai air satuannya yaitu cm.



Gbr .13 Program Membuka Katup Solenoida

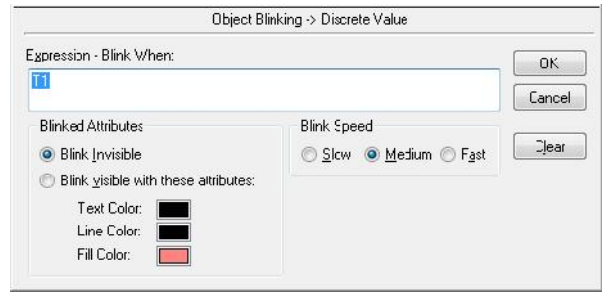
Perangkat Lunak Wonderware In Touch

Pada *window maker* digunakan fitur SQL Access Manager untuk menghubungkan perangkat lunak Wonderware In Touch dengan Microsoft Access 2007. Database yang sudah dibuat disimpan dalam format .mdb. Pada *window maker* dibuat *trend* atau grafik *real-time* dari pembacaan temperatur yang diperoleh dari pembacaan PLC. *Plant* secara keseluruhan dibuat untuk memperlihatkan apa saja yang digunakan.



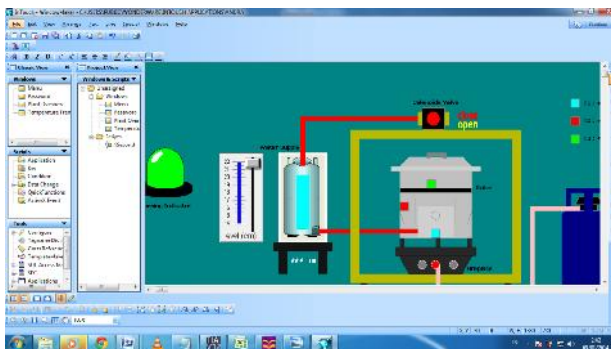
1. Tangki kolom suplai air
2. Katup solenoid
3. Termokopel

Gbr 14. Real plant sistem pembangkit uap superheat

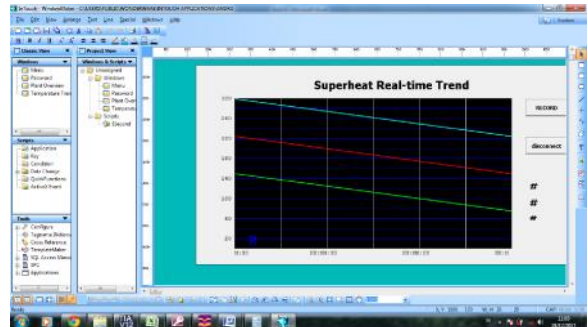


Gambar 17 Pembuatan Animasi

Pada *window maker* dibuat *trend* atau grafik terhadap data temperatur yang diberikan oleh termokopel.



Gbr 15 Tampilan Plant Pada Window Maker



Gbr 18. Pembuatan Trend

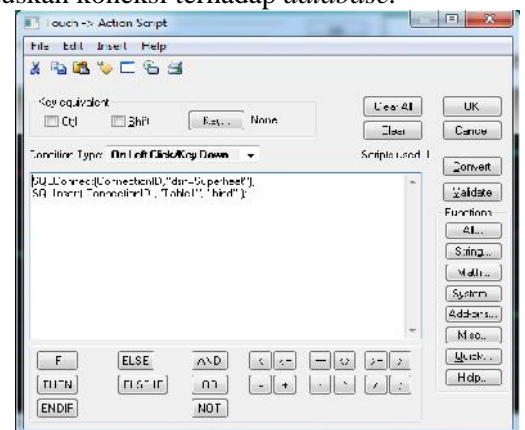
Pada tampilan *plant* yaitu pada gambar 15 ditampilkan posisi termokopel sehingga ketika program dijalankan animasinya akan berkedip. untuk membuat animasi bergerak terlebih dahulu membuat *tag* yang dihubungkan dengan alamat masukan atau keluaran pada PLC.

Pada jendela *trend* yaitu pada gambar 18 terdapat tombol perintah *record* dan *disconnect* yang bertujuan untuk menghubungkan perangkat lunak dengan *database*. Ketika tombol *record* ditekan maka data temperatur akan disimpan pada *database* yang sebelumnya sudah dibuat sesuai dengan format yang di butuhkan. Tombol *disconnect* berfungsi untuk memutuskan koneksi terhadap *database*.



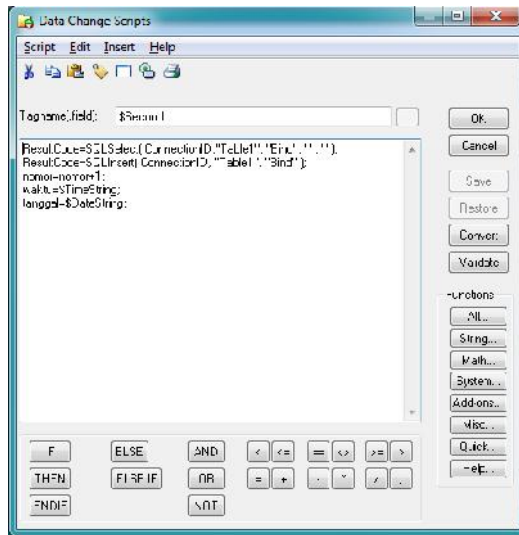
Gbr 16. Pembuatan Tag Pada Window Maker

Setelah membuat *tag* pada setiap masukan dan keluaran kemudian dilakukan pemberian animasi pada setiap *tag*. Pada gambar 16 menunjukkan *tag* yang dibuat akan dibuat animasinya, jadi ketika pada *window viewer* hasilnya adalah *tag* akan berkedip. selain itu juga warna pada saat berkedip dapat diatur menjadi warna apa saja sesuai keinginan dan kecepatan berkedipnya dapat diatur juga



Gbr 19 .Pembuatan Script Untuk Tombol Perintah RECORD

Agar data yang disimpan pada *database* secara otomatis terisi maka dibuat script pada *script data change*.



Gbr 20 Script Data Change

| No | Tanggal | Waktu | T | S | T | S |
|------|------------|----------|------|-------|-------|-------|
| 1070 | 10/07/2013 | 10:40:00 | 1070 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1071 | 10/07/2013 | 10:41:00 | 1071 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1072 | 10/07/2013 | 10:42:00 | 1072 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1073 | 10/07/2013 | 10:43:00 | 1073 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1074 | 10/07/2013 | 10:44:00 | 1074 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1075 | 10/07/2013 | 10:45:00 | 1075 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1076 | 10/07/2013 | 10:46:00 | 1076 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1077 | 10/07/2013 | 10:47:00 | 1077 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1078 | 10/07/2013 | 10:48:00 | 1078 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1079 | 10/07/2013 | 10:49:00 | 1079 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1080 | 10/07/2013 | 10:50:00 | 1080 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1081 | 10/07/2013 | 10:51:00 | 1081 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1082 | 10/07/2013 | 10:52:00 | 1082 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1083 | 10/07/2013 | 10:53:00 | 1083 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1084 | 10/07/2013 | 10:54:00 | 1084 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1085 | 10/07/2013 | 10:55:00 | 1085 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1086 | 10/07/2013 | 10:56:00 | 1086 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1087 | 10/07/2013 | 10:57:00 | 1087 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1088 | 10/07/2013 | 10:58:00 | 1088 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1089 | 10/07/2013 | 10:59:00 | 1089 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1090 | 10/07/2013 | 11:00:00 | 1090 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1091 | 10/07/2013 | 11:01:00 | 1091 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1092 | 10/07/2013 | 11:02:00 | 1092 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1093 | 10/07/2013 | 11:03:00 | 1093 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1094 | 10/07/2013 | 11:04:00 | 1094 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1095 | 10/07/2013 | 11:05:00 | 1095 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1096 | 10/07/2013 | 11:06:00 | 1096 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1097 | 10/07/2013 | 11:07:00 | 1097 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1098 | 10/07/2013 | 11:08:00 | 1098 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1099 | 10/07/2013 | 11:09:00 | 1099 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |
| 1100 | 10/07/2013 | 11:10:00 | 1100 | 200,5 | 200,0 | 200,0 |

Gbr 21 Tampilan Pada Database

Pada gambar 21 ditampilkan nomor, tanggal pengujian, waktu pengujian dan data temperatur.

4. Kesimpulan

1. Sistem kontrol yang telah dibuat mampu menjaga air agar tidak habis dengan mempertahankan level air selalu pada *setpoint*-nya (minimum 14 cm dan maksimum 22 cm).
2. Pemantauan temperatur berkisar 0°C – 300°C dengan kecepatan akuisisi data 1 data/detik.
3. *Database* yang berhasil dibuat dapat digunakan untuk menyimpan data akuisisi, sehingga data dapat diakses kembali jika diperlukan
4. Kondisi level air dapat ditampilkan secara langsung pada perangkat lunak secara *realtime* sehingga mampu dikembangkan untuk sistem yang lebih lanjut, misalnya sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih ditujukan kepada Kementerian Pendidikan Nasional Indonesia atas Hibah Bersaing yang diberikan sebagai sumber pendanaan penelitian, sehingga penelitian dapat berlangsung dengan baik. Dan pihak-pihak di Polman Bandung atas dukungan dan kerjasamanya.

Referensi/Daftar Pustaka

- [1] Tomone Amatsubo, Yoshio Hagura, Kanichi Suzuki, *Heat Transfer Characteristic of Superheat Steam Combined with Far Infra red*, Food Science Technology, Res, 11(4),p 363-368, 2005
- [2] Nuryanti, Suyono, Adhitya Sumardi, *Pengaruh Penerapan Sirip Dalam (Internal Fin) untuk Menghasilkan Uap Superheat pada Pembangkit Uap*, Jurnal Teknik Mesin UK Petra Surabaya, Vol 14, No.1, April 2013,35-39, ISSN 1411-2485
- [3] Arun Mujumundar, Sakamon Devahastin, *Drying Technology*, 22,p 1845-1867, 2004
- [4] <http://www.barr-rosin.com/products/super-heated-steam-drying.asp>, diakses tgl 18-9-2012
- [5] <http://faniberpikir.blogspot.com/2010/04/pengertian-sistem-akuisisi-perkembangan.html>