

## **RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TINGGI PERMUKAAN AIR DAN SUHU CAIRAN BERBASIS PLC SCADA**

Tugino, Yohanes Purwanto, Tri Handayani

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun pengendalian tinggi permukaan air dan suhu cairan dengan sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) dengan PLC (Programmable Logic Control) sebagai otak pengendali dan diaplikasikan pada boiler sebagai objeknya. Penelitian ini sebagai salah satu bentuk simulasi dari proses yang terjadi dalam dunia industri. Project ini sudah dilengkapi dengan sistem SCADA yang akan memberikan gambaran lebih nyata tentang proses yang dimaksud. Untuk lebih memudahkan proses kontrol dan monitoring, maka bentuk dan ukurannya dibuat dalam model miniatur yang mudah dibawa (portable).

Rancang bangun pengendalian tinggi permukaan air dan suhu cairan ini diaplikasikan pada boiler sebagai plant yang dikontrol oleh PLC OMRON CPM 1. Sedangkan bahasa pemrograman Visual Basic sebagai SCADA software akan memvisualisasikan proses yang terjadi pada plant.

Dari pengujian yang dilakukan, sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan yaitu mempertahankan permukaan air dan suhu cairan. Dan SCADA software dapat bekerja sebagai pengawasan, pengendalian dan pengambilan data.

**Kata kunci:** *Boiler, PLC, SCADA software, Visual Basic*

### **PENDAHULUAN**

Salah satu peralatan produksi yang cukup populer dan banyak digunakan pada industri adalah bejana *boiler*. Bejana *boiler* adalah suatu peralatan yang digunakan untuk memanaskan air atau zat cair lainnya hingga mencapai suhu tertentu sesuai yang diinginkan. Proses pemanasan air pada bejana *boiler* ini tidak hanya membutuhkan pengendalian suhu air saja, tapi membutuhkan pengendalian tinggi permukaan air juga. Oleh karena sistem pengendalian suhu dan tinggi permukaan air pada bejana *boiler* saat ini banyak digunakan pada industri-industri (misal pada proses pembuatan minuman, pemanasan air pada mesin tenaga uap dan proses industri lainnya), maka pengendalian suhu dan tinggi permukaan air pada bejana *boiler* ini memerlukan sistem kendali otomatis dan mudah dalam hal pengoperasian.

*Programmable Logic Control* (PLC) sebagai kontrol dalam sebuah proses produksi merupakan salah satu sistem kontrol otomatis yang sangat luas pemakaiannya dan memiliki banyak kelebihan daripada sistem kontrol

konvensional. Dalam dunia industri tidak hanya sistem kontrol yang menjadi pertimbangan dalam sebuah proses produksi, tetapi juga dalam hal pengawasan dan pengambilan data. Terlebih lagi jika produksi dalam perusahaan letaknya saling berjauhan dan membutuhkan SDM (sumber daya manusia) yang tidak sedikit.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat Rancang bangun sensor tinggi permukaan air dan suhu cairan pada boiler juga merencanakan pembuatan dan menganalisa model boiler dan untuk mengetahui prinsip kerja sistem SCADA.

### **LANDASAN TEORI**

#### **Sistem pengendalian bejana boiler**

Bejana boiler merupakan suatu bejana yang digunakan untuk memanaskan air atau zat cair lainnya hingga mencapai suhu tertentu, sesuai dengan yang diinginkan. Secara harfiah boiler berarti ketel (bejana) pemanas cairan, berasal dari bahasa Inggris, yaitu dari kata *boil*

yang berarti mendidih atau merebus. Penggunaan bejana boiler seperti pada gambar 1, sangat luas dalam bidang industri, misalnya pada proses pembuatan makanan dan minuman, pemanasan air pada mesin tenaga uap, keperluan penyediaan air panas pada kamar mandi baik dirumah maupun di hotel dan pada penyulingan minyak mentah, pembuatan alkohol dan masih banyak yang lain.

Secara umum bejana boiler memiliki komponen-komponen utama yaitu :

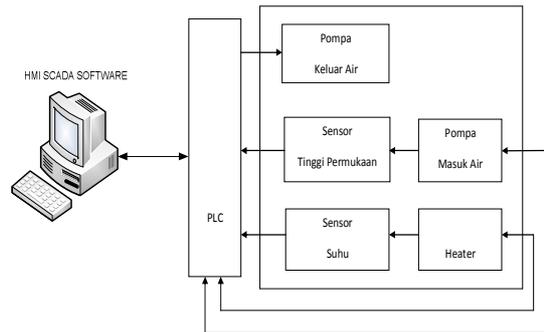
1. Pemanas (*heater*), merupakan alat untuk memanaskan temperatur cairan dalam bejana, pemanas ini berupa pemanas elektrik atau pemanas dengan menggunakan bahan bakar seperti, kayu, batubara atau peralatan lainnya.
2. Sensor suhu, merupakan suatu piranti atau unsur pengubah isyarat temperature atau suhu menjadi suatu isyarat keluaran dalam ragam bentuk lain yang lebih berguna untuk mengetahui isyarat masukannya. Salah satu contoh sensor ini adalah sensor suhu yang mempunyai isyarat keluaran dalam besaran listrik
3. Pipa untuk memasukan air dari bak penampungan air ke bejana boiler
4. Pipa untuk mengeluarkan air yang sudah dipanaskan keluar dari bejana. Berdasarkan fungsi masing-masing peralatan pada bejana boiler, maka secara garis besar bejana ini memiliki dua sistem pengendalian utama yaitu, sistem pengendalian suhu dan sistem pengendalian tinggi permukaan cairan.
- 5.



**Gambar 1 Bejana boiler**

## PERANCANGAN ALAT

Perancangan sistem ini terdiri dari beberapa bagian yaitu blok diagram dari keseluruhan rangkaian dan cara kerja rangkaian secara singkat. Langkah pertama dalam perancangan sistem adalah membuat suatu blok diagram yang mempresentasikan sistem secara garis besar. Gambar 2 adalah gambaran blok diagram secara keseluruhan.



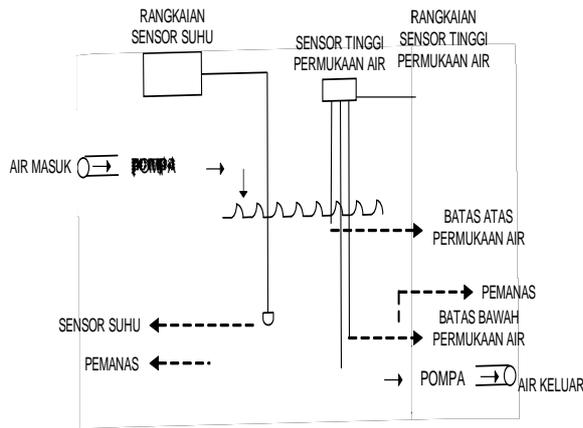
**Gambar 2 Blok diagram SCADA system**

## Cara kerja alat

Dalam SCADA sistem yang sangat berperan adalah PLC. Pompa air masuk mengalirkan air ke dalam bejana boiler kemudian tinggi permukaan air diketahui oleh sensor tinggi permukaan berdasarkan tegangan yang terkoneksi antar plat sensor. Setelah itu heater bekerja, heater berfungsi memanaskan air kemudian sensor suhu yang diatur berdasarkan referensi mengatur suhu cairan yang terdapat dalam bejana boiler sehingga suhu dalam bejana boiler sesuai dengan yang diinginkan. Kemudian keadaan dalam bejana boiler tersebut dapat dilihat dalam monitor menggunakan SCADA software. Dan sensor-sensor tersebut dapat dikendalikan melalui software tersebut dengan PLC sebagai otak utama pengendali. Selain itu juga hasil dari tinggi permukaan dan suhu cairan dapat diperoleh dan diketahui dengan bentuk grafik yang tertampil menggunakan SCADA software dalam bahasa pemrograman visual basic.

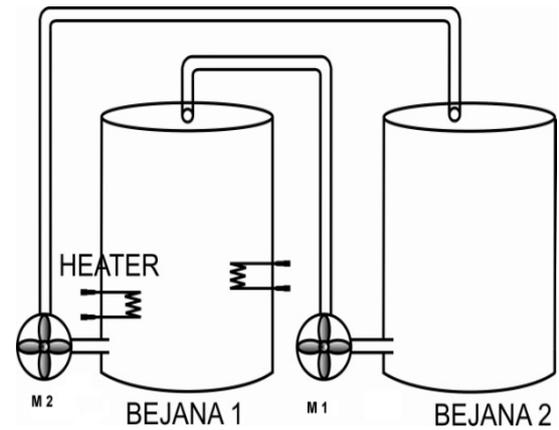
## Perancangan perangkat keras

Perancangan perangkat keras merupakan perancangan unit masukan berupa sensor dan unit keluaran berupa pompa.



**Gambar 3 Tata letak komponen sensor suhu dan sensor tinggi permukaan air**

Perancangan keras dari sistem ini dilakukan dengan menyesuaikan masukan atau keluaran dari perangkat yang dirancang dengan masukan dan keluaran yang dibutuhkan PLC sebagai pengendali. Beberapa perancangan perangkat keras terdiri dari perancangan catu daya, sensor suhu, tinggi permukaan cairan, pengendali pompa dan pengendali heater. Untuk mengetahui tata letak komponen secara jelas dapat dilihat pada gambar 3 sedangkan untuk melihat perancangan bejana boiler dapat dilihat pada gambar 4. yang mana sistem kerja dari perancangan ini adalah ketika M 1 (pompa) bekerja memasukkan air ke dalam bejana 1 hingga mencapai titik maksimal sesuai dengan yang diinginkan maka M 1 akan mati, kemudian heater akan hidup dan memanaskan air hingga mencapai suhu maksimal sesuai dengan suhu yang diinginkan kemudian heater akan mati dan M 2 (pompa 2) akan bekerja dan mengeluarkan air dari bejana 1 menuju ke bejana 2 hingga mencapai batas minimal sesuai dengan yang diinginkan. Keadaan ini akan berulang (kontinyu) dan sistem ini dapat bekerja secara otomatis maupun manual.

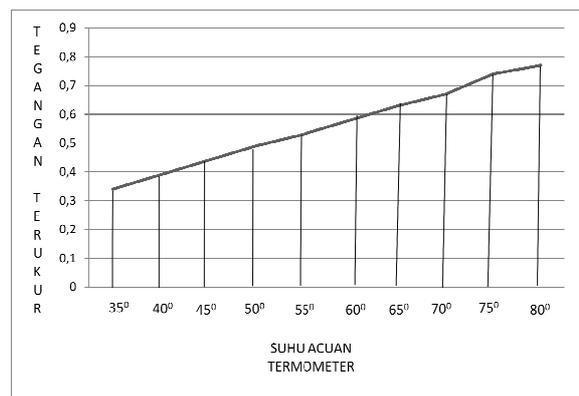


**Gambar 4. Perancangan bejana boiler**

**PENGUJIAN ALAT**

**Pengujian pada sensor suhu**

Pengujian pada sensor suhu ini dilakukan pada komponen-komponen penting dari pengkondisi suhu ini, yaitu pengujian pada sensor suhu LM 35 dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran (tegangan terukur) dan mengkalibrasi hasil tegangan tersebut dengan menggunakan termometer sebagai acuan atau pembanding. Hasil pengukuran dan perbandingan dapat dilihat pada gambar 5. berikut :



**Gambar 5. tegangan terukur terhadap suhu acuan termometer**

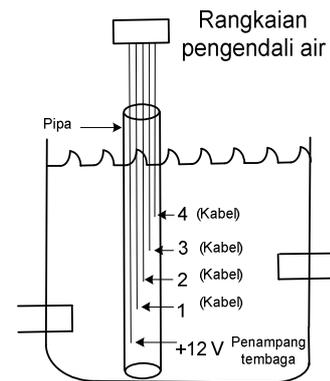
Setelah peneliti melakukan pengujian rangkaian sensor suhu terhadap termometer sebagai acuannya, maka diperoleh data faktor kesalahan maksimum 4,28 %.

### Pengujian pada sensor tinggi permukaan air

Pengujian pada bagian ini dilakukan dengan menguji kesensitifan dan fungsi kerja sensor pengendalian tinggi permukaan air baik sensor batas atas (4), sedang (2), tengah (3), maupun batas bawah (1) jadi disini didapati 4 kondisi atau 4 keadaan permukaan air berdasarkan ketinggian seperti pada gambar 6.

Cara kerjanya adalah dengan mengalirkan satu batang tembaga yang memiliki penampang 0,1 mm yang di fungsikan sebagai penghantar tegangan 12 V dari sumber. Kemudian setiap ketinggian yang diinginkan diberi kabel yang berdekatan dengan penampang tembaga tadi. Sehingga ketika air mulai naik permukaannya maka air tersebut sebagai penghantar tegangan walau dalam kategori bukan penghantar yang baik, namun disini jarak antara kabel dan Pada saat pengisian air, pompa bekerja memasukkan air ke dalam bejana, ketika air sudah menyentuh sensor ketinggian batas bawah (1), sedang (2), tengah (3) dan batas atas (4) maka pompa akan mati dan berhenti mengalirkan air untuk hasil dari pengujian berdasarkan keadaan relai. Demikian halnya juga pada saat pengosongan air, maka pompa akan mengeluarkan air dari dalam bejana ke dalam penampungan. Ketika air hingga batas bawah (1) dan air batas bawah menjadi putus. Maka pompa yang mengeluarkan air akan mati.

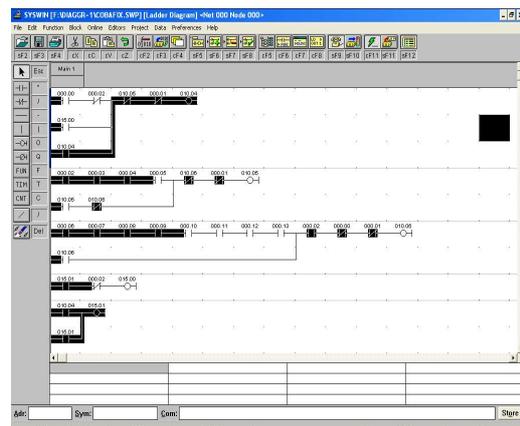
Jadi pada saat air menyentuh titik 1 (kabel) dan terhubung dengan penampang tembaga yang sudah mengalir tegangan 12 V dari sumber, maka arus yang diperoleh masuk ke dalam rangkaian darlington kemudian dikuatkan dan digunakan untuk mengaktifkan relai. Begitu pula dengan sensor atau kabel-label lainnya. Ketinggian permukaan cairan dapat diatur dengan cara memindahkan kabel sesuai dengan keinginan. Selain itu untuk mengantisipasi riak/gelombang air akibat aliran air dari pompa air masuk maka digunakan pipa sebagai lokasi sensornya.



**Gambar 6. Pemasangan sensor pengendalian permukaan cairan**

### Pengujian PLC dengan sensor tinggi permukaan air

Pengujian antara PLC dengan sensor tinggi permukaan air dilakukan setelah diagram ladder dibuat dengan *syswin 3.4 software* untuk PLC omron. Setelah itu lalu jalankan monitoring dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 7.



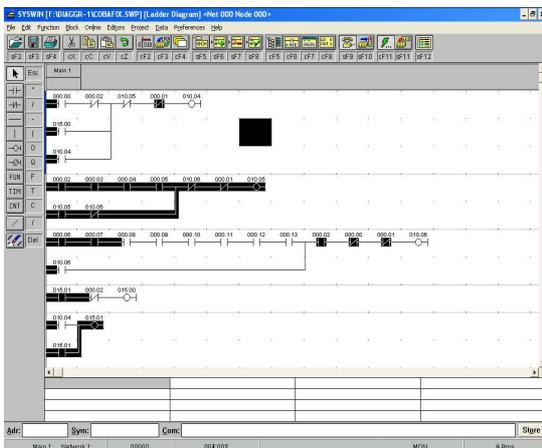
**Gambar 7. Status monitoring saat sensor level bekerja atau aktif**

Setelah peneliti melakukan pengujian terhadap rangkaian sensor tinggi permukaan air maka dari pengujian dan data yang diperoleh, sensor dapat bekerja dengan baik dan apabila air sudah menyentuh sensor maka akan mengaktifkan relai secara berurutan dari relai 1 hingga 4. Hal ini merupakan data digital sebagai output dari sensor tinggi permukaan cairan karena PLC OMRON CPM 1 yang peneliti gunakan merupakan PLC yang memiliki input data digital. Dan ketika relai batas minimum aktif maka hingga batas maksimum keempat relai akan aktif

semua. Dan ketika relai 1 aktif maka akan langsung mengaktifkan input dengan alamat 0002 pada input PLC menjadi aktif dan demikian seterusnya hingga alamat 0005.

### Pengujian PLC dengan Sensor suhu

Pengujian antara PLC dengan sensor suhu dilakukan setelah diagram ladder dibuat dengan *syswin 3.4 software* untuk PLC omron. Setelah itu dijalankan monitoring dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 8.



**Gambar 8. Status monitoring saat sensor suhu**

Setelah peneliti melakukan pengujian terhadap rangkaian sensor suhu cairan, apabila relai 1 pada rangkaian sensor suhu cairan sudah on maka secara bersamaan akan mengaktifkan indikator pada input PLC. Hal ini merupakan data digital sebagai output dari sensor suhu cairan karena PLC OMRON CPM 1 yang peneliti gunakan merupakan PLC yang memiliki input data digital dan kemudian relai tersebut mengaktifkan input pada PLC dan bergitu selanjutnya.

### Pengujian secara Keseluruhan

SCADA *software* dengan bahasa pemrograman dengan visual basic ini dibuat sederhana dan semirip mungkin dengan SCADA *software* yang digunakan oleh dunia industri. Melakukan pengujian terhadap SCADA *software* dengan menggunakan pemrograman visual basic adalah hampir sama dengan percobaan menggunakan PLC. Setelah *coding* visual basic jadi dan di *compile* ke dalam aplikasi ".exe" maka

SCADA *software* sudah jadi dan siap untuk dijalankan sesuai fungsinya yaitu sebagai HMI (*human machine interface*) yang fungsinya sebagai pengawasan, pengendalian dan pengambilan data layaknya di *control room* (ruang kendali).



**Gambar 9 Tampilan SCADA software**



**Gambar 10. Database pada plant boiler**

Berdasarkan percobaan dapat disimpulkan bahwa SCADA *software* sudah berjalan baik dan sesuai keinginan dan dibuat sederhana tanpa menghilangkan maksud dan tujuan seperti yang di digunakan dalam dunia industri. Karena *software* dengan bahasa pemrograman *visual basic* ini sudah bisa mencakup lingkup SCADA dan ternyata *software* yang dibuat ini tidak ada bedanya dengan SCADA *software* pada umumnya yang biasa digunakan dalam dunia industri.

### KESIMPULAN

Dari beberapa tahap perencanaan dan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Peralatan simulasi yang sudah dibuat dapat berjalan dengan baik meskipun masih tidak akurat dan presisi pada sensor tinggi permukaan air dan suhu cairan terhadap keadaan sekitar sensor yang mempengaruhi.
2. Pada pengujian rangkaian sensor tinggi permukaan air, sensor dapat bekerja dengan baik dan interface dengan PLC juga berjalan baik. Sehingga ketika relai pada sensor tinggi permukaan air aktif, maka secara bersamaan input PLC juga aktif/on.
3. Pada pengujian rangkaian sensor suhu cairan, sensor dapat bekerja dengan baik dan interface dengan PLC juga berjalan baik. Sehingga ketika relai pada sensor suhu cairan aktif, maka secara bersamaan input PLC juga aktif/on. Tetapi berdasarkan

pengujian ternyata terdapat factor kesalahan minimum 1,35 % dan factor kesalahan maksimum 4,28 %.

4. Penggunaan PLC sebagai otak pengendali dari SCADA sistem ini dapat bekerja dengan baik dan sesuai keinginan. Hal ini didukung pula kemudahan PLC dalam hal pengawatan yang sederhana, modifikasi, dan pelacakan jika terjadi kesalahan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Agfianto, E. P., 2004, *PLC (Konsep, Pemrograman dan Aplikasi)*, Gava Media, Yogyakarta.
- Milman, Halkas, 1991, *Elektronika Terpadu (Rangkaian dan Sistem Analog dan Digital) jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Halvorson, M., 2002, *Microsoft Visual Basic 6 Profesional Step by Step*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Susiono, A., Wicaksono, H., Ferdinando, H., 2006, *Aplikasi Scada System pada Miniatur Water Level Control*, [www.petra.ac.id](http://www.petra.ac.id).
- ....., 2009, *Komunikasi Serial pada PLC OMRON CPM 1A (Host Link Communication)*, [www.learnautomation.wordpress](http://www.learnautomation.wordpress).
- ....., 2009, *Aplikasi Visual Basic 6 untuk Device Interfacing*, [www.learnautomation.wordpress](http://www.learnautomation.wordpress).

#### **Biografi:**

Tugino, dosen Jurusan Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta

Yohanes Purwanto, dosen Jurusan Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta

Tri Handayani, dosen Jurusan Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta