

PERENCANAAN SISTEM SCADA COOLING TOWER MENGGUNAKAN SIEMENS SIMATIC STEP 7 DAN WINCC

Asnal Effendi ¹⁾, Robby Wirza ²⁾
Dosen Teknik Elektro ¹⁾, Mahasiswa Teknik Elektro ²⁾
Fakultas Teknologi Industri – Intitut Teknologi Padang

Abstrak

Perkembangan teknologi PLC dan *Scada* telah banyak di aplikasikan di industri-industri besar maupun kecil, teknologi ini dapat membantu memudahkan pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan oleh industri untuk melancarkan proses produksi, dimana sebelumnya proses produksi lebih banyak di lakukan secara manual. *Cooling Tower* merupakan alat dari sebuah pabrik semen yang digunakan untuk mendinginkan material yang melewatinya dengan menyemprotkan air dengan percikan halus, dipabrik semen *Cooling Tower* sangat berguna sekali untuk mendapatkan temperatur kerja yang dibutuhkan dalam kelancaran proses produksi. Dengan menggunakan teknologi PLC dan *Scada* memungkinkan temperatur kerja *Cooling Tower* dapat diatur dan dikontrol sedemikian rupa sehingga memenuhi temperatur kerja yang dibutuhkan.

Kata kunci: PLC, *Scada*, *Cooling Tower*, PID, Katub

Abstrac

Developments of PLC and Scada technology has been widely applicable in industries large and small, this technology can help facilitate the jobs done by the industry to expedite the production process, where previously the production process more done manually. Cooling Tower is a tool of a cement plant that is used to cool the material passing through it by spraying water with a splash of soft, Cooling Tower a cement plant is very useful to get a working temperature is needed to smooth the production process. Using PLC and Scada technology allows operating temperatures Cooling Tower can be set and controlled in such a way that it meets the required operating temperature.

Keywords: PLC, *Scada*, *Cooling Tower*, PID, Valves

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi elektronika, komunikasi dan teknologi informasi telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang kehidupan guna membantu memudahkan pekerjaan manusia sebagai pengguna, tidak terkecuali dalam bidang sistem kendali dengan memanfaatkan teknologi tersebut dalam bidang usaha, proses produksi di industri atau dalam bidang akademik. PLC adalah sebuah komputer yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol ini dapat berupa regulasi variable secara berkesinambungan seperti sistem *servo* atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan (*on/off*). PLC biasanya berada pada sebuah sistem yang digunakan untuk mengontrol input atau output sebuah mesin. Sistem yang terbaru digunakan saat ini adalah sistem *Scada* (*Supervisory Control and Data Acquisition*).

Sistem *Scada* adalah sebuah aplikasi yang mendapatkan data-data suatu sistem dilapangan dengan tujuan untuk pengontrolan peralatan yang digunakan untuk mendukung dan melancarkan proses produksi

diperusahaan, khususnya pabrik juga mengalami modernisasi dan otomatisasi. Hal ini selain untuk meningkatkan kinerja produksi juga dimaksudkan untuk meningkatkan mutu dan kehandalan peralatan serta mempermudah proses *troubleshooting*.

Cooling Tower adalah suatu alat yang memancarkan hamburan (*spray*) partikel air terhadap gas panas kiln dan memisahkan *rawmix* dengan gas panas tersebut untuk diproses lagi di ESP. Diarea pabrik Semen Padang, khususnya di daerah Indarung IV saat ini sistem kontrol pada *Cooling Tower* masih menggunakan sistem manual kontrol, dimana besarnya bukaan katub air dan udara di atur dari CCR (*Central Control Room*) tanpa ada pengontrolan. Sistem manual yang digunakan memiliki kelemahan yaitu sulitnya mengontrol temperatur yang diinginkan sehingga target temperatur tidak tercapai. Apabila temperatur yang didapat terlalu tinggi maka ESP tidak akan berfungsi maksimal dan apabila temperatur terlalu rendah mengakibatkan *screw conveyor* menjadi blok dan mengganggu proses produksi.

Dengan mengikuti perkembangan teknologi PLC dan Aplikasi *Scada* saat ini, maka sistem *Cooling Tower* dapat dibuat otomatis dan memudahkan pengontrolan temperatur dengan

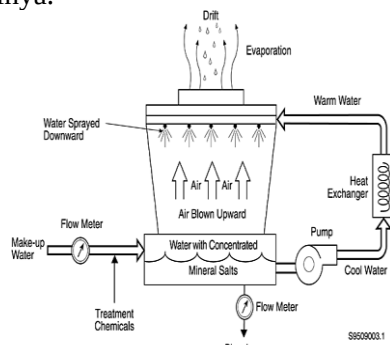
menambahkan sebuah PLC local dan Aplikasi *scada* sederhana. Sistem akan dibuat menggunakan PLC dari Siemens dengan programnya *Simatic Manager* dan Aplikasi *Scada* akan dibuat menggunakan *software Wincc*. Karena itu dalam proposal tugas akhir ini penulis mengadakan penelitian sekaligus perencanaan dengan menggunakan salah satu sistem PLC dengan judul Perencanaan sistem *Scada Colling Tower* menggunakan *Simatic Step 7* dan *WinCC*

2. Landasan Teori

2.1 Colling Tower

Menara pendingin merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menurunkan suhu aliran air dengan cara mengekstraksi panas dari air dan mengemisikannya ke atmosfer. Menara pendingin menggunakan penguapan dimana sebagian air diuapkan ke aliran udara yang bergerak dan kemudian dibuang ke atmosfer.

Sebagai akibatnya, air yang tersisa didinginkan secara signifikan Gambar 2.1. Menara pendingin mampu menurunkan suhu air lebih dari peralatan-peralatan yang hanya menggunakan udara untuk membuang panas, seperti *radiator* dalam mobil, dan oleh karena itu biayanya lebih efektif dan efisien energinya.



Gambar 2.1 Diagram skematik sistem menara pendingin
(Laboratorium Nasional Pacific Northwest, 2001)

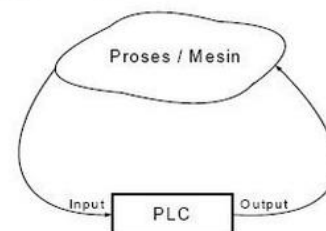
Pada dasarnya, *Cooling Tower* berfungsi untuk meringankan kerja dari ESP. Karena jika temperatur material tinggi, akan membuat kinerja ESP tidak efektif yang nantinya akan berakibat banyaknya material yang terbuang melalui cerobong dan akan menimbulkan polusi udara. Namun, jika temperatur material terlalu rendah, akan berakibat pada buruknya hasil produk karena akan membentuk bongkahan-bongkahan atau

akibat terburuk material akan lembek (berlumpur). Maka dari itu, *Cooling Tower* dioperasikan, dengan tujuan untuk menurunkan dan menjaga temperatur dari material yang berupa gas, agar dapat diproses lebih lanjut. Upaya penurunan temperatur inilah yang disebut pendinginan.

Seperti yang diperlihatkan di Gambar 2.2, Material yang masuk kedalam *Cooling Tower* berasal dari *string A* (gas dari *Raw Mix*) yang dimana tidak semua gas yang dimasukkan kedalam *Cooling Tower*, pada alirannya akan mengalir menuju *Coal Mill* dan juga *Rawmill*. Untuk material yang berasal dari *Coal Mill* dan *Raw Mill* tidak diperlukan proses pendinginan di *Cooling Tower* karena, suhu temperatur dari material telah sesuai sehingga dapat dicampurkan dengan material keluaran *Cooling Tower*.

2.2 PLC

Programmable Logic Controller (PLC) adalah suatu sistem elektronik yang dioperasikan secara digital, menggunakan *memory* yang bisa diprogram (*progable*) untuk menyimpan secara internal instruksi-instruksi yang *user oriented*, untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti *logic*, *sequencing*, *timing*, *counting*, dan *arithmetic*, guna mengontrol berbagai tipe mesin atau proses, melalui *input* dan *output* digital maupun analog. (Gambar 2.4) berikut memperlihatkan konsep pengontrolan yang dilakukan oleh sebuah PLC.

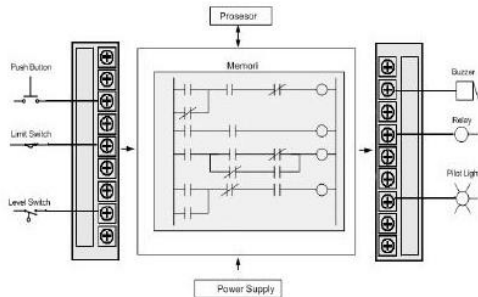


Gambar 2.2 Diagram konseptual aplikasi PLC

Walaupun istilah PLC secara bahasa berarti pengontrol logika yang dapat diprogram, tapi pada kenyataannya PLC secara fungsional tidak lagi terbatas pada fungsi-fungsi logika saja. Sebuah PLC dewasa ini dapat melakukan perhitungan-perhitungan aritmatika yang relatif kompleks, fungsi komunikasi, dokumentasi dan lain sebagainya, sehingga dengan alasan ini dalam beberapa buku manual, istilah PLC sering hanya

ditulis sebagai PC - *Programmable Controller* saja.

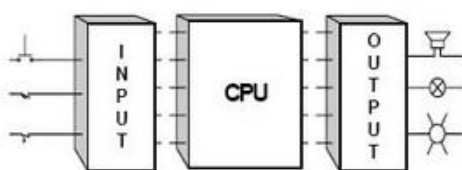
Perangkat keras PLC pada dasarnya tersusun dari empat komponen utama berikut: *Prosesor*, *Power supply*, *Memory* dan Modul *Input/Output*. Secara fungsional interaksi antara ke-empat komponen penyusun PLC ini dapat diilustrasikan pada Gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.3 Interaksi Komponen-komponen sistem PLC.

Dalam hal ini prosesor akan mengontrol peralatan luar yang terkoneksi dengan modul *output* berdasarkan kondisi perangkat *input* serta program ladder yang tersimpan pada *memory* PLC tersebut. Walaupun secara umum pemetaan *memory* PLC relatif sama, tetapi secara teknis ada beberapa perbedaan (terutama istilah) untuk setiap PLC dari vendor yang berbeda. Pada bagian akhir bab ini kita akan melihat dan membandingkan pemetaan praktis dua buah PLC jenis mikro dengan vendor yang berbeda.

Sistem *input/output* diskret pada dasarnya merupakan antarmuka yang mengkoneksikan *Central Processing Unit* (CPU) dengan peralatan *input/output* luar. Lewat sensor-sensor yang terhubung dengan modul ini, PLC mengindra besaran-besaran fisik (posisi, gerakan, level, arus, tegangan) yang terasosiasi dengan sebuah proses atau mesin. Berdasarkan status dari *input* dan program yang tersimpan di *memory* PLC, CPU mengontrol perangkat luar yang terhubung dengan modul *output* seperti diperlihatkan kembali pada Gambar 2.6 dibawah ini:



Gambar 2.4 Diagram blok CPU dan modul input/output

Secara fisik rangkaian *input/output* dengan unit CPU tersebut terpisah secara kelistrikan, hal ini untuk menjaga agar kerusakan pada peralatan *input/output* tidak menyebabkan hubung singkat pada unit CPU. Isolasi rangkaian modul dari CPU ini umumnya menggunakan rangkaian *optocoupler*, PLC terdiri dari beberapa bagian, yaitu Modul Catu Daya, CPU dan *Input / Output* Unit.

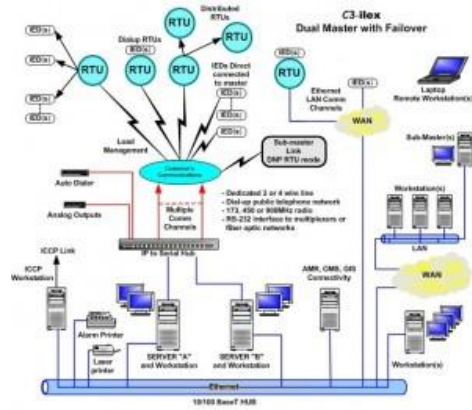
2.3 Scada

Scada bukanlah teknologi khusus, tapi lebih merupakan sebuah aplikasi. Kepanjangan *Scada* adalah *Supervisory Control And Data*, semua aplikasi yang mendapatkan data-data suatu sistem dilapangan dengan tujuan untuk pengontrolan sistem merupakan sebuah Aplikasi *Scada*. Ada dua elemen dalam Aplikasi *Scada*, yaitu :

- Proses, sistem atau mesin yang akan dipantau dan dikontrol bisa berupa *power plant*, sistem pengairan, jaringan komputer, sistem lampu trafik lalu-lintas atau apa saja.
- Sebuah jaringan peralatan 'cerdas' dengan antarmuka ke sistem melalui sensor dan keluaran kontrol. Dengan jaringan ini, yang merupakan sistem Scada, memungkinkan Anda melakukan pemantauan dan pengontrolan komponen-komponen sistem tersebut.

Berikut ini beberapa hal yang bisa anda lakukan dengan sistem *Scada*:

- Mengakses pengukuran kuantitatif dari proses-proses yang penting, secara langsung saat itu maupun sepanjang waktu.
- Mendeteksi dan memperbaiki kesalahan secara cepat dan tepat.
- Mengukur dan memantau trend sepanjang waktu.
- Menemukan dan menghilangkan kemacetan (bottleneck) dan pemborosan (inefisiensi).
- Mengontrol proses-proses yang lebih besar dan kompleks dengan staf-staf terlatih yang lebih sedikit.



Gambar 2.13 Contoh Jaringan Scada

Sebuah sistem *Scada* memiliki 4 (empat) fungsi, yaitu:

- Akuisisi Data.
- Komunikasi data jaringan.
- Peyajian data.
- Kontrol (proses).

2.4 Simatic Manager Step 7

Simatic Manager adalah aplikasi dasar untuk mengkonfigurasi atau memprogram. Fungsi-fungsi berikut ini dapat ditampilkan dalam *Simatic Manager Step 7*:

- Setup project.
- Mengkonfigurasi dan menetapkan parameter ke hardware.
- Mengkonfigurasi hardware networks
- Program blok.
- Debug dan commission program-program.

SIMATIC Manager dapat di operasikan dengan cara:

- Offline*, tidak terhubung dengan *Programmable Controller*. Dengan bekerja pada operasi *offline* ini, kita dapat menguji program yang dibuat secara simulasi, dimana menu simulasi sudah tersedia pada *toolbar Simatic Manager*.
- Online*, terhubung dengan *Programmable Controller*. Kebalikan dari mode *offline*, pada mode operasi ini, PC terhubung langsung ke *hardware*, sehingga menu simulasi tidak dapat digunakan.

2.5 Wincc

WinCC Flexible merupakan *software* yang dikeluarkan oleh *Siemens* untuk merancang, mendesain, atau memprogram

HMI/OP (Human Machine Interface/Operator Control).

WinCC flexible sangat ideal untuk digunakan sebagai perangkat lunak HMI disemua aplikasi dimana operator kontrol dan pemantauan diperlukan di lokasi apakah dalam proses produksi dan otomatisasi.

Contoh salah satu windows *WinCC*. Terlihat di Gambar 2.18, beberapa jenis HMI (*Hardware*) yang bisa diprogram melalui *winCC*.



Gambar 2.15 Contoh Aplikasi HMI Wincc

2.6 Setpoint Dari Wincc

Setpoint adalah nilai yang diinginkan oleh *user* dalam pengontrolan PID semua *setpoint* yang dimasukkan ke PLC melalui aplikasi *Scada* dengan *software Wincc*. *Setpoint* yang dimasukkan ke PLC berupa *mA* dengan *range* 4 – 20 *mA* maka jika *range setpoint* dibuat 0 – 500°C artinya 0 °C = 4 *mA* dan 500°C = 20 *mA*. Jika di masukkan *setpoint* 250°C artinya *setpoint* itu bernilai 12 *mA*. *Setpoint* diinputkan melalui *Wincc* dengan *range* 4 - 20*mA* didalam program PLC nilai tersebut dibaca berupa nilai *integer*. 4 – 20*mA* nilai *integernya* 0 – 27648. Nilai *integer*= 27648, nilai *hexadecimal*= 6c00 dan nilai *Real* = 2.7648 x 10⁺⁴.

Untuk mencari berapa titik ukur sebenarnya jika mengetahui *mA* terukur, *Range Max* dan *Range Min* Sensor maka dapat di buatkan rumus:

$$\text{Titik Ukur} = \frac{\text{mA Terukur} - 4}{16} \times \text{RangeMax} - \text{RangeMin}$$

Contoh:

Diketahui : *Range Max* = 500 °C,

Range Min= 0 °C,

mA Terukur = 12 *mA*

Tanya : Berapakah Nilai Terukur ?

Jawab :

$$\text{Titik Ukur} = \frac{mA_{\text{Terukur}} - 4}{16} \times \text{RangeMax} - \text{RangeMin}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{12-4}{16} \times 500^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} \\ &= \frac{8}{16} \times 500^\circ\text{C} \\ &= 250^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Untuk mencari berapa mA terukur jika kita mengetahui titik ukur sebenarnya dapat digunakan rumus sebagai berikut ;

$$mA_{\text{ terukur}} = \left(\frac{\text{Titik Ukur Sebenarnya}}{\text{Range Max} - \text{Range Min}} \times 16 \right) + 4$$

mA

Contoh

Diketahui: Range Max = 500 °C,

Range Min = 0 °C,

Titik Ukur : 250 °C

Tanya : Berapakah Nilai mA terukur ?

Jawab :

$$\begin{aligned} mA_{\text{ terukur}} &= \left(\frac{\text{Titik Ukur Sebenarnya}}{\text{Range Max} - \text{Range Min}} \times 16 \right) + 4 \text{ mA} \\ &= \left(\frac{250}{500-0} \times 16 \right) + 4 \\ &= 8 + 4 \\ &= 12 \text{ mA} \end{aligned}$$

3. Metodologi

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian tentang perancangan penggantian sistem manual kontrol *Cooling Tower* ini merupakan penelitian eksperimen sekaligus penelitian untuk menemukan metode yang lebih baik dibandingkan metode yang ada sebelumnya.

3.2 Lokasi Kajian

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, lokasi kajian dititik beratkan pada panel *Cooling Tower* di area Kiln pabrik Indarung IV PT. Semen Padang.

3.3 Data – Data Yang Dibutuhkan

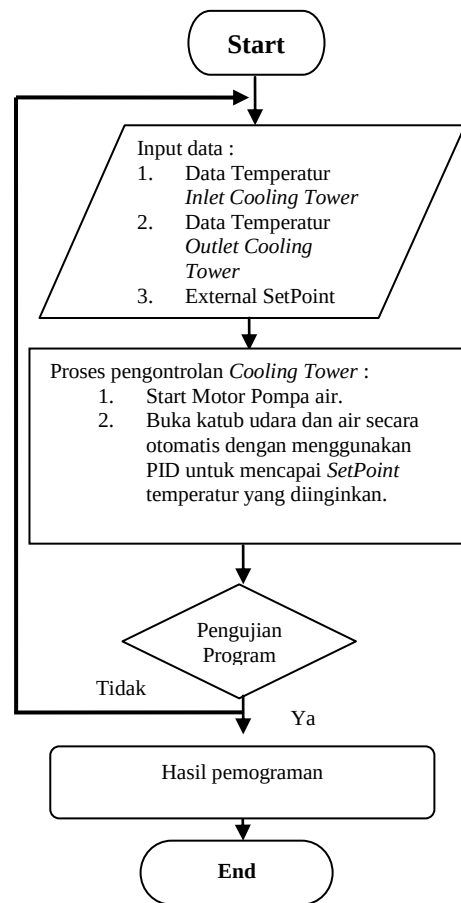
Data – data yang dibutuhkan adalah :

- Data temperatur Inlet *Cooling Tower*.
- Data bukaan katup air dan Udara *Cooling Tower*.
- Data temperatur *Outlet Cooling Tower*.

3.4 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dalam tugas akhir ini adalah dengan melakukan Penelitian langsung ke lapangan pada lokasi panel *Cooling Tower* untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan tersebut.

3.5 Model Kajian

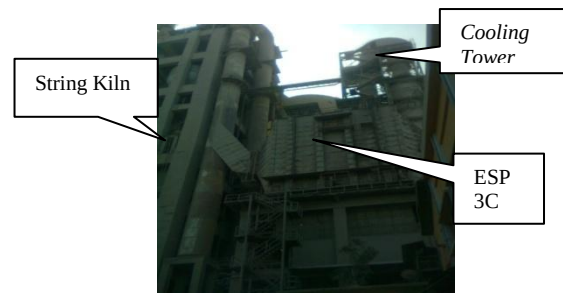


Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan

4. Pembahasan dan Simulasi

4.1 Prinsip kerja Cooling Tower 3C

Di pabrik indarung IV PT.Semen Padang, *Cooling Tower* diperlukan untuk mengatur temperatur masuk ESP dan mengatur temperatur *Bottom Cooling Tower*. Terlihat Gambar 4.1, letak dimana posisi *Cooling Tower* di Indarung IV



Gambar 4.1 Cooling Tower Indarung IV

Untuk mengatur temperatur keluar *Cooling Tower* digunakan 2 buah motor pompa air, seperti yang terlihat pada Gambar 4.2. Pompa ini dijalankan satu dan satunya lagi untuk *stanby*. Pompa distart menurut

keperluan berdasarkan jam kerja, sistem akan menjalankan otomatis dimana pompa yang jam jalannya yang paling sedikit.



Gambar 4.2 Pompa Air Cooling Tower

Untuk mengatur semburan air, di *nozzle Cooling Tower* maka dicampurkanlah air yang di pompakan dengan udara yang bertekanan dimana syaratnya tekanan udara harus lebih tinggi dari tekanan air untuk mendapatkan semprotan yang bagus.

Cooling Tower bekerja menggunakan sistem *PID* berdasarkan temperatur *setpoint* dan temperatur *Cooling Tower Outlet* sebagai pembandingnya. Prinsip kerjanya ialah apabila temperatur *Cooling Tower Outlet* lebih tinggi dari temperatur *setpoint*, maka katup air dan katup udara seperti yang terlihat pada Gambar 4.3, perlahan lahan membuka sampai temperatur *setpoint* dan temperatur *Cooling Tower Outlet* mendekati sama.



Gambar 4.3 Katup air dan katup udara

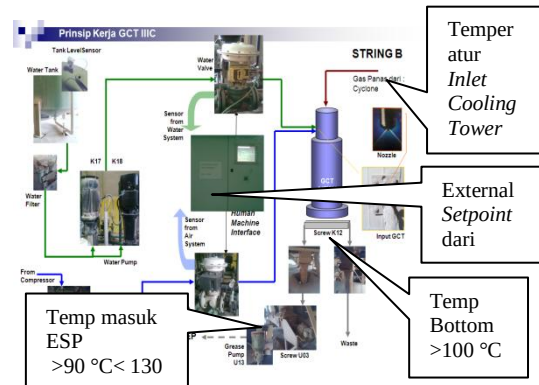
Air dan udara bertekanan akan bercampur di *nozzle Cooling Tower* dan akan menghasilkan semburan yang halus. Dimana pencampuran itu dengan menyatukan kedua ujung saluran air dan udara seperti Gambar 4.4, untuk dikeluarkan disatu *nozzle*.



Gambar 4.4 Pencampuran antara air dan udara

Seperti yang terlihat pada Gambar 4.5 dimana *Cooling Tower* akan dioperasikan

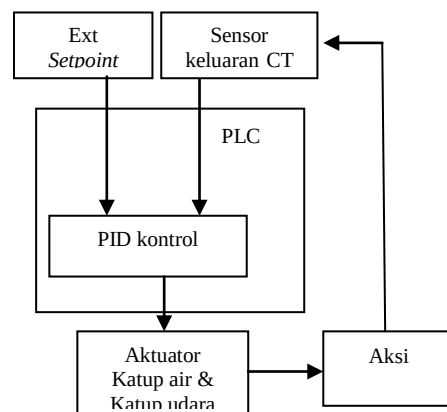
secara *Central* dan *Local*, *Cooling Tower* distart dan dikirimkan *setpoint* dari CCR (*Central Control Room*). PLC dan HMI (*Human Machine Interface*) *local* akan memproses *setpoint* dan akan memberikan respon terhadap katup air dan udara. Bisa juga *Cooling Tower* distart *local* dari panel HMI nya.



Gambar 4.5 Prinsip Kerja Cooling tower 3C

4.2 Blok diagram pengontrolan

External setpoint diinputkan ke PLC melalui I/O, Sensor outlet *Cooling Tower* juga dimasukan ke PLC melalui I/O, Keduanya menggunakan format 4 – 20 mA. Artinya sensor tersebut mempunyai range kerja 0 – 500 °C dan *setpoint* juga mempunyai range yang sama 0 – 500 °C. Dengan sistem *PID* yang ada didalam *library Simatic S7*, jika ada *error* atau ketimpangan antara *setpoint* dan temperatur CT outlet maka *PID* akan bekerja dan akan mengeluarkan *output* melalui *Analog output*.



Gambar 4.6 Blok diagram pengontrolan

Seperti pada Gambar 4.6 Jika antara *setpoint* lebih kecil dari temperatur outlet CT maka PLC akan menggerakkan *actuator* menuju membuka sampai *setpoint* dan temperatur outlet CT mendekati sama. Begitu

sebaliknya jika *setpoint* lebih besar dari temperatur *Outlet CT* maka *actuator* akan menuju menutup sampai *setpoint* dan temperatur *outlet CT* mendekati sama.

4.3 Hasil HMI

4.3.1 Halaman depan

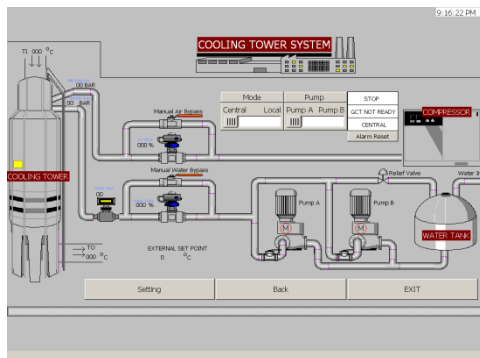
Halaman depan diprogram untuk memberikan pilihan *link*.



Gambar 4.7 Halaman depan HMI

4.3.2 Halaman Utama

Halaman ini adalah halaman dimana semua *control Cooling Tower* dilakukan, apabila dipilih *mode "Central"* maka *Cooling Tower* distart dan diberikan *setpoint* dari CCR dan apabila dipilih *mode "Local"*, *Cooling Tower* distart melalui tombol start local yang muncul jika dipilih local.



Gambar 4.8 Halaman Utama HMI

Dihalaman utama bisa dilihat kondisi *Cooling Tower* saat ini, jika indikasi "STOP" itu bertanda *Cooling Tower* dalam keadaan tidak beroperasi, Begitu sebaliknya jika indikasi nya "RUN". Indikasi "CT NOT READY" digunakan sebagai indikator CT dalam masalah, dan tidak bisa diStart. *Cooling Tower* bisa start apabila indikasi "READY".

External Setpoint digunakan untuk memasukkan *setpoint* local ke sistem *Cooling Tower*. Digunakan jika *Cooling Tower* diStart Local. Semua Indikator dapat dilihat di Lampiran B.Indikator.

4.3.3 Halaman Setting

Halaman setting digunakan untuk memasukan *range* sensor - sensor yang

digunakan di *Cooling Tower* system seperti pada Gambar 4.38. Dan dimasukkan pengaturannya seperti yang ada di Lampiran A.Setting.



Gambar 4.9 Halaman Setting

4.4 Hasil Kontroler

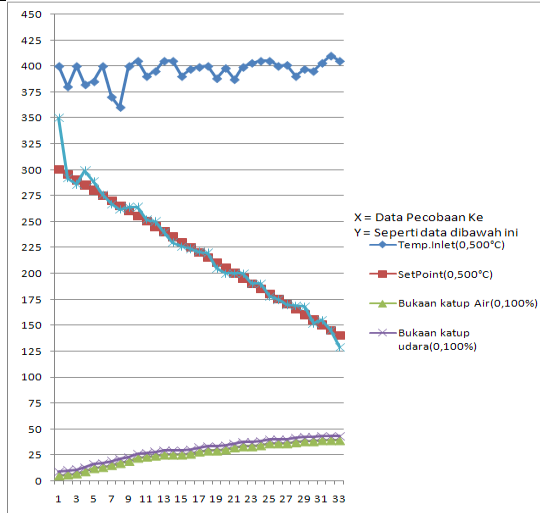
4.4.1 Pencapaian Setpoint

Untuk kelancaran produksi, operator menginginkan temperatur *Cooling Tower outlet* 140 °C, dan menghasilkan data pencapaian *setpoint* seperti pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.10 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Proses pencapaian setpoint

Da ta	Inlet CT Temp (°C)	External Set Point (°C)	Bukaan katup air (%)	Bukaan Katup udara (%)	OutLet CT Temp (°C)
1	400	300	5	9	350
2	380	295	6	10	292
3	400	290	7	11	286
4	382	285	9	13	299
5	385	280	12	16	289
6	400	275	13	17	276
7	370	270	15	19	267
8	360	265	17	21	262
9	400	260	19	23	264
10	405	255	22	26	264
11	390	250	23	27	252
12	395	245	24	28	250
13	405	240	25	29	240
14	405	235	25	29	230
15	390	230	25	29	226
16	397	225	26	30	224
17	399	220	28	32	221
18	400	215	29	33	220
19	388	210	29	33	205
20	398	205	30	34	200
21	387	200	32	36	200
22	399	195	33	37	200
23	403	190	33	37	190
24	405	185	34	38	190

25	405	180	36	40	178
26	400	175	36	40	175
27	401	170	36	40	170
28	390	165	37	41	169
29	397	160	38	42	168
30	395	155	38	42	152
31	403	150	39	43	155
32	410	145	39	43	145
33	405	140	39	43	129



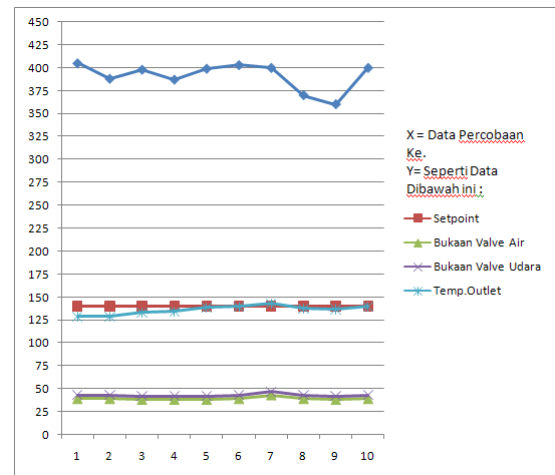
Gambar 4.10 Grafik proses pencapaian setpoint

4.6.1 Mempertahankan Setpoint

Setelah *setpoint* dan aktual mencapai 140 °C, *setpoint* akan dipertahankan 140 °C secara terus menerus dan dihasilkan data seperti pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.11 berikut ini:

Tabel 4.2 Hasil proses mempertahankan setpoint.

Data Ke	Inlet CT Temp (°C)	External Set Point (°C)	Bukaan Katup air (%)	Bukaan Katup Udara (%)	Outlet CT Temp (°C)
1	405	140	39	43	129
2	388	140	39	43	129
3	398	140	38	42	133
4	387	140	38	42	134
5	399	140	38	42	139
6	403	140	39	43	144
7	400	140	43	47	143
8	370	140	39	43	138
9	360	140	38	42	137
10	400	140	39	43	140



Gambar 4.11 Grafik proses mempertahankan setpoint

4.7 Analisa Kontroler

4.7.1 Pencapaian Setpoint

Dari Tabel 4.1 dan grafik 4.1, diperoleh temperatur *inlet* yang masuk antara 380 °C sampai 410 °C, dengan *setpoint* yang bertahap diturunkan pertama diberikan *setpoint* 255°C langsung PID bekerja dan membuka katup air dan udara dari 0% menuju 22% untuk katup air dan 26% katup udara, ternyata dengan bukaan sebanyak itu telah tercapai temperatur *Outlet Cooling Tower* 264°C sudah mendekati dari temperatur yang di *setpointkan* yaitu 255°C.

Setpoint secara terus menerus diturunkan secara bertahap menjadi 250°C, 245°C, 240°C, 235°C, 230°C sampai 140°C. Terlihat bahwa bukaan katup air mengalami kenaikan secara bertahap mulai dari 23% sampai 39% dan bukaan katup air naik dari 26% sampai 43% sesuai dengan temperatur yang terukur di *Outlet Cooling Tower* mengalami penurunan mendekati sama dengan yang di *setpointkan*.

Data data hasil dan grafik diatas maka semakin kecil *setpoint* temperatur maka bukaan katup air dan udara semakin besar perlahan-lahan sampai *setpoint* dan temperatur *Cooling Tower outlet* mendekati sama. Begitupun sebaliknya jika *setpoint* lebih besar dari *actual* maka katup air dan udara beransur-ansur menutup sampai *setpoint* dan *actual* mendekati sama. Proses pencapaian menuju *actual* relative lambat, karena dalam mengatur atau mengontrol temperatur, bukaan katup air dan udara agak diperlambat untuk mendapatkan hasil yang maksimal, karena kalau cepat maka air akan banjir didalam *Cooling Tower* dan akan mengakibatkan *Screw conveyor* blok dan akan mengganggu proses produksi.

4.7.2 Mempertahankan Setpoint

Dari tabel 4.2 dan Grafik 4.2, terlihat bahwa *setpoint* ditetapkan semuanya hanya sebesar 140°C. Dengan temperatur *inlet Cooling Tower* yang berubah-ubah dari 370°C sampai 405°C.

Terlihat pada data hasil bahwa saat temperatur *inlet* 405°C, *setpoint* 140°C, bukaan katup air 39% dan udara 43%, ternyata temperatur *outlet* Cooling Tower terbaca 129°C dibawah yang di *setpoint*kan, ini akibat dari proses pencapaian *setpoint* terdapat kelebihan dalam bukaan katup air dan udara akibatnya temperatur yang diinginkan menjadi rendah.

Terlihat dari data selanjutnya dengan *setpoint* tetap sama 140°C, bukaan katup air dan udara mulai mengecil menjadi 38% dan 41% karena temperatur yang diinginkan masih dibawah *setpoint*. Pada saat mulai mengecil, tiba-tiba temperatur *inlet* mulai naik menjadi 398°C dan mengakibatkan temperatur *outlet* menjadi ikut naik dari 129°C menjadi 133°C, tetapi bukaan katup air dan udara masih bertahan 38% dan 41% karena temperatur *outlet* masih dibawah *setpoint*.. Kemudian ketika temperatur *inlet* naik menjadi 403°C, temperatur *outlet* naik menjadi 144°C, langsung diikuti dengan bukaan katup air dan udara yang juga mulai naik menjadi 43% dan 47%.

Dari data dan grafik diatas maka kontroler mempertahankan temperatur *outlet* Cooling Tower sebesar 140°C, dimana ketika temperatur *outlet* mulai lebih dari 140°C maka langsung diikuti dengan bertambahnya bukaan katup air dan udara dan ketika temperatur *outlet* dibawah 140°C maka langsung diikuti dengan berkurangnya bukaan katup air dan udara. Jadi berapapun temperatur yang masuk di *inlet* Cooling Tower, maka di *outlet* Cooling Tower akan tetap diantara 130°C sampai 147°C, mendekati dari yang di *setpoint*kan yaitu 140°C.

Dengan tercapainya temperatur *Outlet* Cooling Tower, kinerja ESP akan maksimal dan akan mengurangi gas buang (emisi) terhadap lingkungan. Target PT.Semen Padang terhadap lingkungan yaitu Green Proper dengan salah satu indikator pendukungnya adalah gas buang dimana jika diukur gas buangnya dibawah 80 mg/s.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan simulasi pada kajian sebelumnya maka dirumuskan bahwa dengan menggunakan program PLC, kinerja pengontrolan Cooling Tower menjadi lebih baik karena diatur secara otomatis. Temperatur *Outlet* Cooling Tower dapat dikontrol secara otomatis sesuai kebutuhan dan dapat mempertahankan temperatur tersebut yaitu sebesar 140°C walaupun temperatur yang masuk ke Cooling Tower berubah-ubah. Jika temperature sudah terkontrol maka bisa memaksimalkan kinerja ESP dan melancarkan operasional produksi. Kinerja ESP yang maksimal akan membantu mewujudkan target perusahaan terhadap lingkungan yaitu Green Proper.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan simulasi, terlihat antara *setpoint* dan aktual hasilnya berfluktuasi 10°C sampai 15°C. Untuk menghindari keadaan ini, dapat disempurnakan sistem PIDnya dari PID satu tingkat menjadi PID bertingkat dengan menambahkan satu buah sensor acuan lagi. Sensor aliran dari gas yang masuk Cooling Tower bisa digunakan sebagai sensor tambahannya. Aliran gas yang masuk langsung mempengaruhi dari bukaan katup air dan udara sehingga hasilnya akan lebih baik lagi.

6. Daftar Pustaka

- 1) Bayu pujo leksono dan Sumardi, S.T.,M.T, 2011, Sistem Scada pada PLC Omron CPMIA, Semarang.
- 2) Iwan Setiawan, 2006, Programmable Logic Control dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol, Yogyakarta.
- 3) Mardiono, Pengertian dan bagian – bagian dasar PLC.
- 4) Mustamir dan Donna Oktia Darni, Dept. Litbang Teknik PT. SEMEN PADANG, 2005, Pemograman PLC untuk jaringan, Padang.
- 5) M. Budiyanto, A. Wijaya, 2006, Pengenalan Dasar Dasar PLC, edisi pertama, penerbit Gaya Media, Yogyakarta.
- 6) Siemens, 2001, Programming with Step 7 V5.1, Manual, Programmable Logical Controller and Safety Shutdown Systems, Siemens AG, Germany.
- 7) Siemens, 2008, Wincc Information System V7.0 manual, Siemens AG, Germany.
- 8) Suhendar, 2005, PLC dalam dasar – dasar sistem kendali motor listrik induksi, edisi pertama, penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- 9) Sumanto, 2001, Elektronik Industri, Andi, Jakarta.