
PERBAIKAN KARAKTERISTIK KONTROLLER TEMPERATUR PADA MODEL BOILER

Dwiana Hendrawati, Suwarti

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. H. Sudarto, SH., Tembalang, Semarang

E-mail : d_hendrawati@yahoo.com

Abstrak

Tujuan utama penelitian ini adalah menganalisa variasi parameter *Proportional* dan *Integral* (*PI*) pada alat kontrol Temperatur untuk meningkatkan unjuk kerja kontroler. Dengan pengaturan nilai *PI* yang tepat, akan dihasilkan kontroler dengan kesalahan keadaan mantap error yang paling kecil. Otomatisasi pada pengaturan temperatur ini dilakukan pada Plant (model Boiler) menggunakan kontroler *PID* yang berbasis op-amp IC LM 356. Pengaturan temperatur dapat beroperasi antara suhu 30° sampai 150° C ini dapat mengatur bukaan katup sesuai temperatur yang telah disetting sebelumnya, jadi temperatur akan selalu terjaga secara otomatis. Untuk membuka katup digunakan motor sebagai media penerjemah sinyal elektrik dari kontroler menjadi suatu gerakan mekanis. Pengujian menggunakan software EWB untuk rangkaian elektroniknya, dan dari pengujian pada plant diperoleh kenaikan tegangan 0,2 Volt untuk kenaikan temperatur 30°, selanjutnya pengujian secara total dilakukan dengan mensinkronkan kinerja kontroler dan plant. Hasil pengujian terbaik ditunjukkan dengan nilai parameter $P = 1$ dan $I = 1/s$ dapat mengontrol mekanisme pengendalian aktuator dengan berbagai nilai setting temperatur antara 30° sampai 150° C, dengan kesalahan keadaan mantap antara 10-20 %

Kata kunci: kontroler, temperatur, Boiler

Pendahuluan

Makalah Perkembangan teknologi yang merambah pada semua aspek kehidupan, menjadikan teknologi kontroler berkembang pesat; khususnya untuk memenuhi kebutuhan praktis, berupa pengaturan temperatur. Pengaturan temperatur secara otomatis, dapat meringankan pekerjaan dan mencapai hasil yang lebih maksimal, bila dibandingkan dengan pengaturan secara manual. Untuk pengaturan/penjagaan temperatur ini digunakan kontroler.

Pengendalian kinerja Boiler merupakan bagian terpenting pada beberapa pembangkit tenaga listrik, dan otomatisasi nya merupakan suatu usaha untuk efisiensi dan efektifitas sistem pembangkit tenaga listrik dan memperkecil kesalahan yang disebabkan oleh manusia. Secara teoritis, efisiensi dan efektifitas sistem setara dengan performansi kestabilan dan error (kesalahan) keadaan mantap. Pengendalian mempunyai tujuan untuk membuat sistem stabil dan kesalahan yang relatif kecil (di industri berkisar 10 %). Parameter pada boiler yang harus dikendalikan yaitu : kontrol level (pada *de-aerator*, *steam drum*), kontrol tekanan (*Steam drum pressure*, *Deaerator pressure*, dll), kontrol temperatur (*Deaerator temperatur*, *Steam drum temperatur*, *Underbed boiler temperatur*, *Turbine inlet steam temperatur*, *Flue gas temperatur*), kontrol aliran (*Air flow*, *Steam flow*, *Water flow*)

Untuk menerapkan sistem pengendalian pada boiler, kontroler konvensional (On-Off, PID) tetap menjadi primadona dibandingkan kontroler berbasis *Fuzzy Logic* dan sejenisnya atau yang lebih tinggi tingkatannya. Alasan utamanya adalah kontroler konvensional sederhana pengoperasiannya tapi dapat menjamin performansi pengendalian. Dari jenis kontroler konvensional tersebut, kontroler temperatur On-Off dibangun dan diujikan pada model Boiler. Hasil yang didapat sistem relatif stabil tapi masih terjadi fluktuasi di sekitar nilai settingnya. (Dwiana, 2008)

Fluktuasi di sekitar nilai settingnya atau sering disebut dengan *offset*, dapat berkurang atau hilang dengan menggunakan kontroler PID. Untuk penerepan kontroler ini perlu penalaan parameter PID. Untuk satu jenis (karakteristik) plant (obyek pengaturan) tertentu; perlu nilai penalaannya karena nilai-nilai ini sangat spesifik untuk tiap plant. Sehingga harapannya kendala dengan metode sebelumnya dapat diatasi (Ziegler, J.G dan Nichols, N.B; 1999).

Metode penalaan parameter **kontroler PID** (*Proporsional Integral Diferensial*) selalu didasari atas tinjauan karakteristik Plant untuk segala tugas pengaturan. Untuk mengetahui respon plant terhadap penerapan kontroler PID dengan penalaan parameternya, perlu dibuat model matematik plant tersebut. Simulasi menggunakan program *Matlab* dengan variasi parameter kontroler PI pada suatu model matematik, menunjukkan berkurangnya fluktuasi rata-rata $\pm 50\%$ untuk contoh model sistem pengaturan yang dibuat (*Chairuzzaini, 2004*). Simulasi menggunakan *Matlab* menunjukkan bahwa pengendalian tekanan dan temperatur pada boiler menunjukkan hasil yang terbaik pada nilai parameter Proporsional ($K_p = 1$) dan parameter Integral ($K_i = 2$) (*Shankar, 2008*)

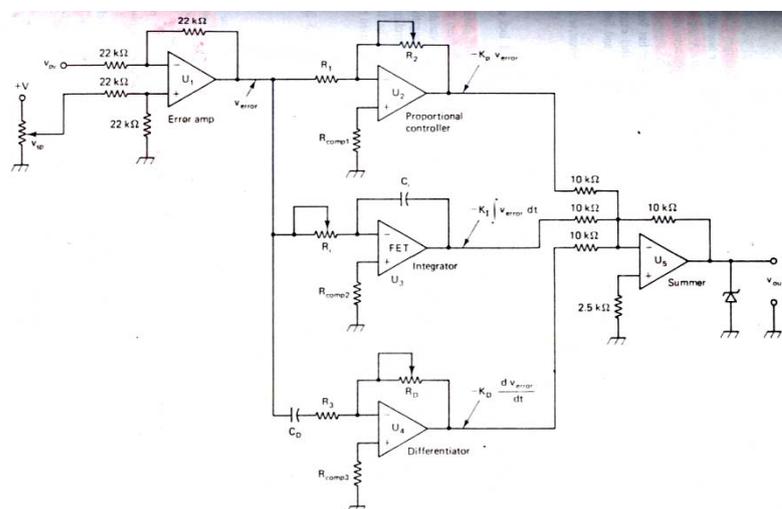
Model matematik dari plant yang umumnya rumit, harus diketahui terlebih dahulu sebelum penalaan **parameter PID** dilakukan. Penyusunan model matematik plant yang tidak mudah menjadi kendala dalam penerapan sistem kontrol dengan metode PID. Untuk itulah diperlukan suatu cara penalaan parameter PID tanpa membuat model matematik sistem pengaturan terlebih dahulu. Penerapan kontroler PID sangat dibutuhkan terutama untuk mengatasi fluktuasi pada keluaran sistem pengaturan, atau dikatakan untuk menghasilkan keluaran yang **stabil**. Kendala yang dihadapi untuk penerapan kontroler PID yaitu pembuatan model matematik dapat diatasi dengan metode eksperimental, yaitu dengan menerapkan kontroler PID langsung pada obyek (plant), dan secara *trial error* divariasikan nilai parameter PIDnya, agar didapatkan sistem yang lebih stabil (fluktuasi keluaran di sekitar nilai setting lebih kecil). Simulasi menggu

Metodologi

Untuk mewujudkan tujuan utama tersebut, akan dibuat kontroler PI yang dapat divariasikan nilai parameter integrasinya; kemudian diuji untuk menentukan parameter yang tepat untuk mendapatkan kontroler temperatur yang stabil. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah

a. Pembuatan dan pengoperasian rangkaian kontroler

Desain rangkaian seperti terlihat dalam gambar 1, diuji secara simulasi menggunakan program EWB (*Electronic WorkBench*) dan grafik untuk memudahkan analisa.



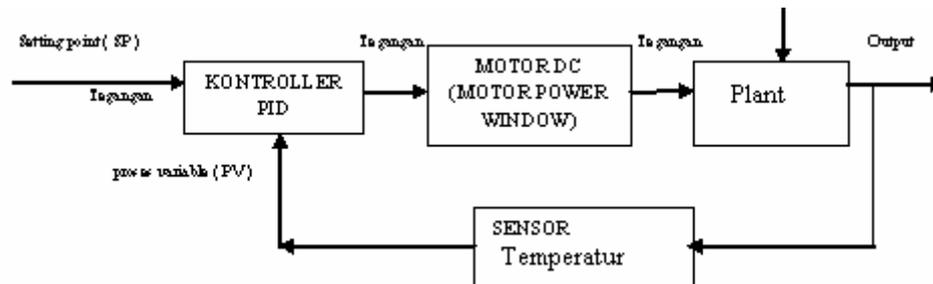
Gambar 1. Desain Rangkaian

b. Pengujian dan Pengambilan data

Sebelum dilakukan pengujian untuk pengambilan data, dilakukan pengujian pada

- Rangkaian kontroler; untuk memastikan apakah rangkaian kontroler yang telah dirancang dapat bekerja atau berfungsi dengan baik sebagaimana yang diinginkan. Pengujian yang dilakukan terhadap rangkaian meliputi nilai parameter listrik (tegangan) di tiap-tiap masukan dan keluaran suatu komponen.

- Linearitas Sensor Temperatur; penunjukan termometer analog diperbandingkan dengan Sensor temperatur LM 35DZ yang diberikan tegangan +12 Volt dan bagian keluarannya dihubungkan dengan voltmeter digital
- Plant dengan menggabungkan kontroler, alat ukur, serta peralatan bantu (power supply) sesuai dengan blok diagram pada gambar 2; untuk memastikan bahwa plant dapat dikendalikan oleh rangkaian kontroler dengan informasi temperatur dari alat ukur yang terpasang



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Pengendalian Temperatur

dan dilanjutkan dengan **Pengujian dan analisa respon sisiem**, dengan tahapan :

- Inisialisasi variabel utama
- Memasukkan nilai penguatan K_p , K_i , dan serta nilai *setpoint*
- Menggunakan kontroler PI untuk pengontrolan temperatur

Pemberian nilai parameter K_p , K_i untuk memperoleh respon sistem yang optimal dilakukan dengan menggunakan metode manual (*hand tuning / trial and error*).

Langkah-langkah penalaan yang dilakukan dapat diuraikan sebagai berikut :

- Temperatur air dinaikkan bertahap mulai dari 30°C – 150°C , dengan setiap tahap kenaikan sebesar 30°C .
- Memberikan nilai $K_p = 1; 2$ tanpa K_i dan mengamati keluaran kontroler
- Mengatur nilai $K_i = 1; 2$ dan mengamati keluaran kontroler
- Mengatur kombinasi nilai K_i dan K_d dan mengamati keluaran kontroler

c. Analisa dan kesimpulan

Dari pengamatan keluaran (respon) dapat diketahui berapa lama respon transien sistem untuk tiap-tiap nilai K_d dan K_i serta variasinya; dan juga dapat ditentukan nilai kesalahan keadaan mantapnya. Kesimpulan respon yang terbaik yaitu nilai respon transien tercepat dengan kesalahan keadaan mantap terkecil.

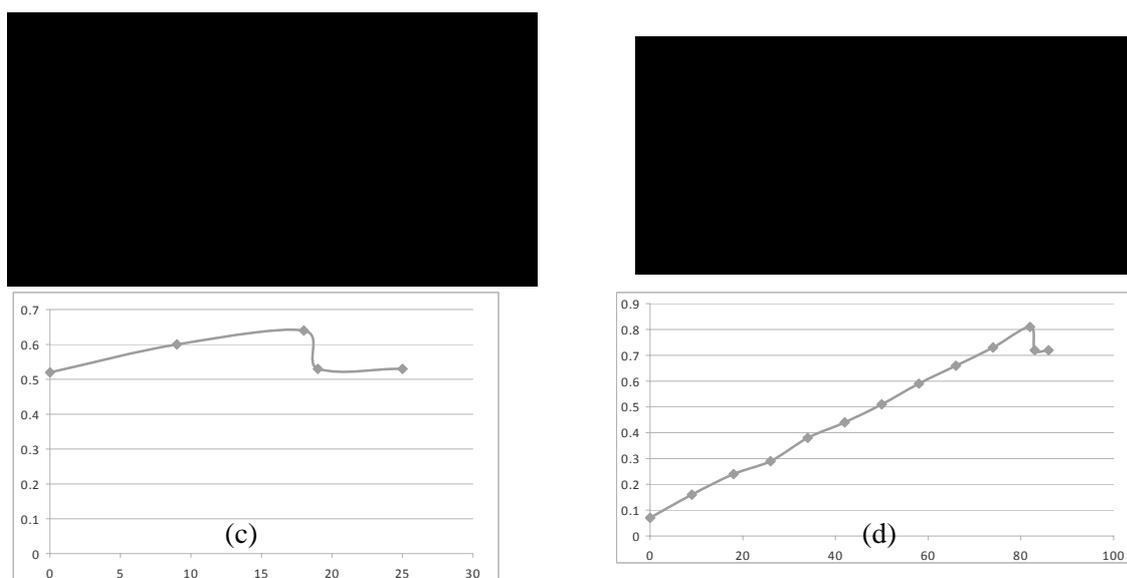
Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan gambar respon sistem pada nilai K_p dan K_i antara 1- 2 dengan variasi setting point tiap kenaikan 30°C , respon sistem terbaik terjadi pada saat nilai $K_p = 1$ dan nilai $K_i = 1$, seperti ditunjukkan pada gambar 3.

Dari grafik gambar 3, nilai $V_{set} = 0,2$ volt setara dengan 30°C , dan kelinearan sensor diuji hingga 150°C . Dengan demikian pada grafik tersebut menunjukkan respon pada saat temperatur setting 60°C , 90°C , 120°C , dan 150°C . terlihat bahwa pencapaian setting point (SP) tidak langsung dapat tercapai titik setting point yang diharapkan, tetapi terjadi *overshoot* terlebih dahulu yaitu terjadinya gelombang selisih antara setting point (SP) dan proses variable (PV), dengan mekanisme pengendalian kontroler ke actuator, temperatur akan turun bersamaan dengan turunnya tegangan PV mencapai setting point (SP), tetapi terdapat offset yaitu selisih antara proses variabel (PV) dengan setting point (SP), dimana nilai setting point lebih tinggi daripada nilai proses variable (PV).

Pada grafik gambar 3 juga dapat ditunjukkan bahwa dengan setting point yang lebih mendekati nilai maksimal kesalahan menjadi semakin kecil (berturut-turut 19 %, 12,25 %, 11,75 %, dan 10%) untuk setting point (SP) sebesar 0,8 Volt osilasi mencapai puncaknya pada nilai 0,81 Volt, pada keadaan tersebut motor mulai berputar membuka katup sehingga tekanan turun dan pembacaan tegangan oleh sensor (PV) akan berkurang, setelah melewati nilai 0,8 Volt (setting point) motor belum berhenti, dan motor baru berhenti pada nilai PV sebesar 0,72 Volt, sehingga terjadi offset sebesar 0,08 Volt (10 %). Hal ini dapat terjadi karena kelas ketelitian alat ukurnya, sehingga semakin mendekati nilai skala maksimal kesalahannya menjadi semakin kecil.

Dapat disimpulkan bahwa untuk responnya menunjukkan performansi yang baik, terbukti dengan tidak terjadinya osilasi dan tercapai kondisikeadaan mantap.



Gambar 3 Grafik Respon Sistem Pengendalian : (a) 0,2 V, (b) 0,4 V, (c) 0,6 V, dan (d) 0,8 V

Kesimpulan

Dengan pengujian dan analisa data yang didapat, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaturan temperatur pada model Boiler dengan rentang $30^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$ menggunakan kontroler PI menghasilkan respon terbaik pada nilai konstanta proporsional (K_P) = 1, konstanta integral (K_I) = 1
2. Dalam proses pengaturan temperatur harus diperhatikan pula spesifikasi alat ukur yang dipergunakan, karena merupakan penentu dalam nilai kesalahankeadaan mantap
3. Nilai Konstanta yang tepat akan menjamin performansi yang lebih baik, sehingga perlu ditentukan nilai-nilai optimal plant yang ditinjau
4. Pengoprasian yang terbaik pada alat pengontrol dengan menggunakan kontroler PID ini adalah pada tegangan setting (temperatur setting 150°C) dengan kesalahan keadaan mantap 10 %

Daftar Pustaka

- Chaeruzzaini, 1998, *Sistem Kontrol Servo Posisi Berbasis Komputer PC-IBM*, <http://www.elektroindonesia.com>
- Dwiana Hendrawati, 2009, *Perbaikan Karakteristik Kontroler Temperatur dengan menggunakan Metode Kontroler PID*, Laporan Penelitian Pengembangan 2009
- Jacob, J Michael, 2002, *Industrial Electronics Applications and Design*, Prentice Hall. Inc, New Jersey.
- Petruzella, Frank D, 1996, *Elektronika Industri*, Andi, Yogyakarta
- Rusli, Mohammad, 1991, *Sistem Kontrol Kedua*, Malang: Teknik Elektro Universitas Brawijaya

-
- Shankar, Gowri K., 2008, *Control of Boiler Operation using PLC – SCADA*, Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2008 Vol II IMECS 2008, 19-21 March, 2008, Hong Kong
- Steeman J.P.M, *Data Sheet Book 2*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Takahashi,I & Noguchi,T., *A New Quick Response and High Efficiency Control Strategy of An Induction Motor*, IEEE Transaction of Industrial Application, Vol 1A- 22 no.5
- Ziegler, J. G. dan N.B. Nichols, 1942, *Optimum Setting for Automatic Controllers*, Tans. ASME, vol. 64, pp. 759-768.