

Implementasi Kontrol Terdistribusi pada Beban Steam Boiler

Arif Kusbandono 13299108

Building System, Sistem Instrumentasi Cerdas EL414, Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Bandung

E-mail: bandono@ee.itb.ac.id

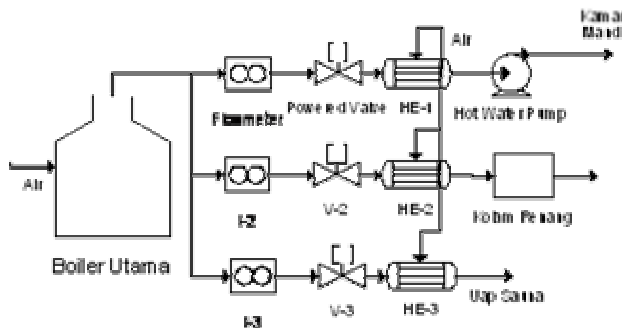
I. Permasalahan

Boiler (*boil* = mendidih, merebus [kata kerja]) digunakan sebagai sumber panas. Dari aneka jenis panas – *dry heat*, *wet heat*, *drafty heat*, *even heat*, dll. –, boiler menyediakan panas rata yang bukan merupakan aliran udara (*even*, *draftless heat*). Panas tersebut dihasilkan lewat kombinasi maupun konfigurasi tunggal boiler bahan bakar minyak atau boiler gas. Boleh disebut boiler merupakan bejana di mana air dipanaskan lewat pembakaran. Karena itu, panas yang dimaksud dapat berupa air panas ataupun steam, sehingga dapat dibagi menjadi sistem *hot water boiler* dan *steam boiler*. Perbedaan mendasar kedua jenis boiler tersebut adalah sistem pemipanya (*piping*). Untuk *hot water system* harus digunakan pompa dalam sirkulasinya, sedangkan *steam* dapat bersirkulasi dengan tekanan dirinya sendiri (kecuali dibutuhkan tekanan lebih besar dapat digunakan kompresor).

Pada skala pabrik pemilihan *steam boiler* sebagai sumber panas adalah atas alasan ekonomis. Selama kuantitas panas masih bisa diperoleh dari pertukaran panas (*heat exchange*) *steam* dan bukannya pemanasan langsung di beban termalnya (*thermal load*), adalah lebih lebih efisien untuk menggunakan suatu unit boiler utama. *Steam* kemudian didistribusikan ke tiap beban termal. Maka untuk beban termal residensial/hunian seperti hotel efisiensi tersebut juga dilakukan, ketimbang alternatif lain : menggunakan *heater* terpisah untuk masing-masing beban.

Daftar beban termal sebuah hotel dapat meliputi air panas (untuk mandi, kolam renang, *jacuzzi*, keperluan dapur), uap sauna, uap untuk proses *laundry*, pemanas ruang (di daerah nontropis), dll. Pertukaran panas di *heat exchanger* (HE) ditentukan oleh laju aliran *steam*, jenis/materi beban termal, luas permukaan, dan tipe konfigurasi *tube* HE. Beban primer dalam daftar di atas adalah air (untuk air panas dan uap) dan udara lingkungan/*ambience* (untuk pemanasan ruangan).

Dengan menggunakan jenis HE tertentu untuk supply air panas, uap, dan pemanasan ruangan, maka yang diperlukan adalah pengendalian laju alir *steam* ke unit HE untuk mengontrol temperatur beban termal tersebut. Adanya arsitektur boiler utama – unit distribusi – HE – beban termal – unit distribusi akhir, memungkinkan pemilihan sistem instrumentasi cerdas yang terdistribusi (*distributed architecture*) yang terkoneksi dengan kontroler boiler utama. Instrumentasi Cerdas yang dimaksudkan adalah sistem pengendali temperatur beban.



Sistem ini bertugas melakukan suatu rutin yaitu:

1. mengukur suhu beban termal, mengukur jumlah pasokan *steam*, mengukur sirkulasi beban termal
2. melakukan pengendalian laju alir *steam*
3. menerima masukan pengguna/operator
4. mengirim dan menerima informasi dari kontroler boiler utama

II. Spesifikasi Fungsional

Input

- Setting temperatur yang diinginkan lewat keypad.
- Informasi laju alir dari flowmeter yang dipasang di jalur sirkulasi beban termal dan dari flowmeter yang dipasang di keluaran (*throughput*) katup *steam* di HE tersebut.
- Informasi suhu beban termal dari sensor suhu
- Perintah dari kontroler utama lewat RS232

Output

- Display menunjukkan status : *ready*, perintah memasukkan temperatur, setting temperatur, bukaan katup, remote interrupt.
- Koefisien pengaturan bukaan valve ke *valve motor driver*.
- Informasi ke kontroler utama via RS232 mengenai status, setting temperatur, laju alir sirkulasi beban termal, besar bukaan katup, dan suhu beban termal.

Temperatur yang di-*set* operator/pengguna dibandingkan dengan temperatur beban termal kemudian dengan mengubah-ngubah bukaan katup *steam* akan diperoleh temperatur yang diinginkan. Banyaknya panas yang dipertukarkan berbanding lurus dengan laju alir *steam* di unit HE, laju alir ini ditur oleh katup berpengerak motor.

Yang perlu diperhatikan adalah bahwa beban juga harus bersirkulasi. Untuk itu digunakan sensor yang mendeteksi flow sirkulasi beban termal (misalnya sirkulasi air sebagai beban termal untuk proses mendapatkan uap sauna).

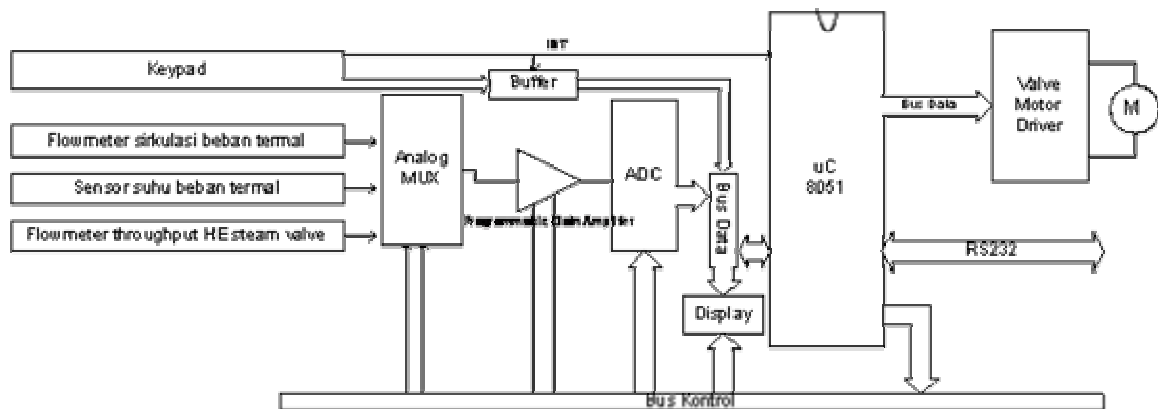
Dengan adanya komunikasi ke kontroler boiler utama jenis informasi yang dikirimkan dapat disimpan sebagai statistik maupun untuk pengambilan keputusan oleh kontroler utama. Kontroler utama memiliki hak akses untuk memerintahkan suatu rutin pada unit kontroler ini. Display menampilkan informasi bagi pengguna.

III. Spesifikasi Perangkat

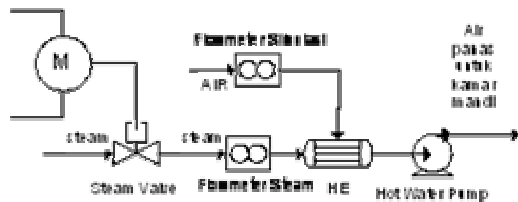
- Mikrokontroler keluarga MCS-51 digunakan sebagai prosesor sistem ini. Telah tersedia fitur untuk transmit dan receive UART, dua eksternal interrupt. Dari pin transceiver UART tersebut dipakai interface MAX232 untuk dapat dipakai pada level tegangan dan format RS232.
- Keypad merupakan matriks *momentary switch* yang mengaktifkan interrupt dan mengirimkan kombinasi bit ke bus data sebagai representasi dari saklar yang aktif . Terdiri dari tombol digit 0 – 9, tombol reset. Juga dihubungkan ke buffer yang akan menyimpan bit-bit representasi tersebut sampai di-*load* lagi saat meminta interrupt.
- Flowmeter yang digunakan untuk mengukur laju alir *steam* adalah jenis *venturi tube* yang pada dasarnya mengukur beda tekanan (Δp). Dengan persamaan aljabar sederhana $flow = \alpha \pi (\Delta p)$.
- Sensor suhunya menggunakan *thermocouple*.

- Digunakan *successive approximation* ADC dengan transmisi data paralel.
- Digunakan sebuah *analog multiplexer* untuk memilih besaran sensor mana yang akan diubah oleh ADC untuk dibaca datanya oleh prosesor. Sebelum masuk ADC karena karakter sensornya berbeda-beda, maka dipakai pengondisi sinyal sebuah *programmable gain amplifier* yang bisa memberikan 4 macam gain.
- *Valve motor driver* menerima informasi besarnya putaran motor yang harus dilakukan untuk mengubah bukaan katup *steam*.
- Untuk display digunakan unit LCD dan driver berlayar memanjang (vertikal).

IV. Arsitektur Sistem



unit kontrol

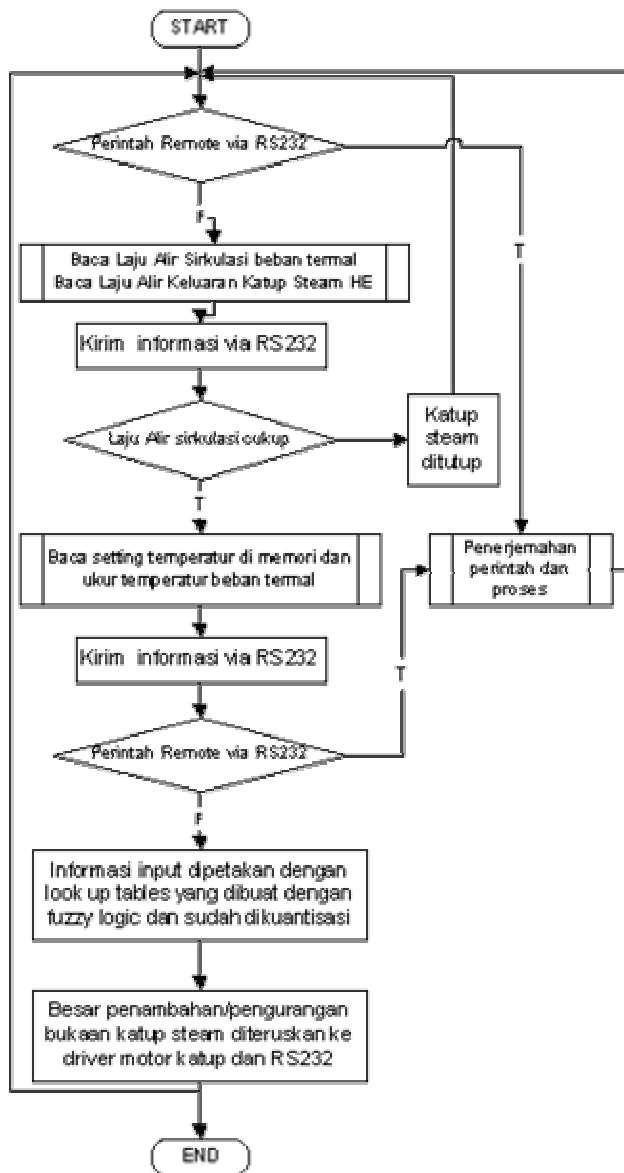


sensor dan aktuator (kasus suplai air panas untuk kamar mandi)

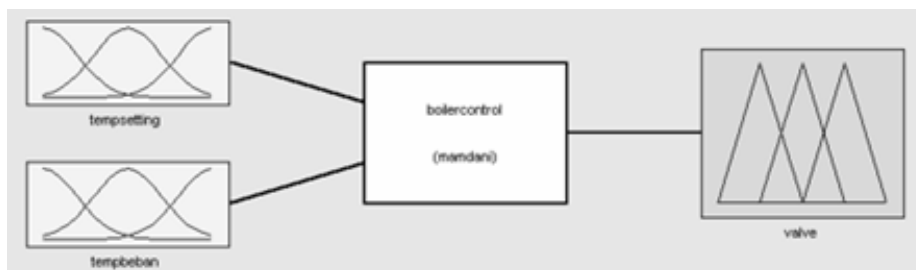
V. Sistem Kecerdasan Tiruan

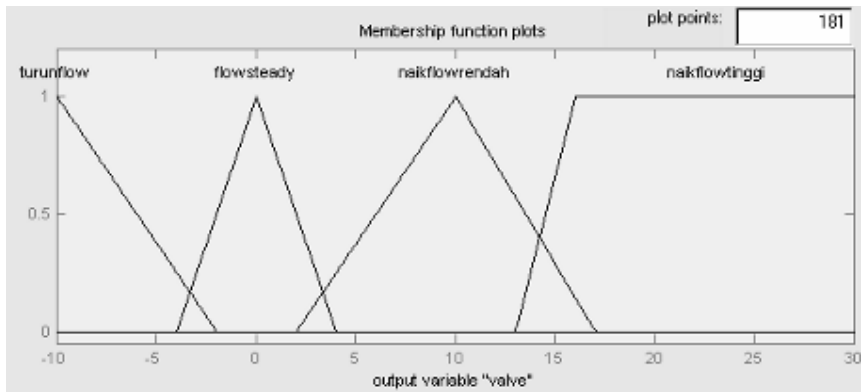
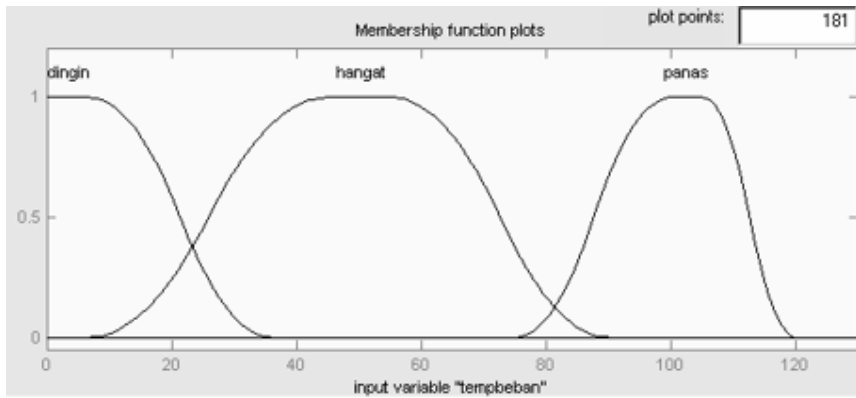
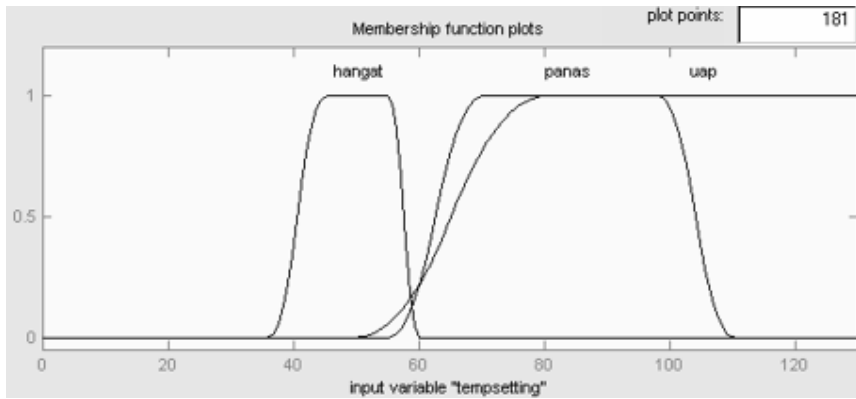
Rutin yang terjadi di prosesor setelah reset pertama adalah pada prioritas *interrupt*. Dengan prioritas pada keypad, maka setiap ada tombol yang aktif isi buffer untuk tombol berubah dan prosesor akan menjalankan program di alamat vektor *interrupt*. Program tersebut secara singkat akan membaca bit representasi dari tombol yang ditekan untuk disimpan ke register. Setelah itu program interrupt berakhir. Selama program tersebut berjalan *interrupt* di-*disable* dan di akhir program di-*enable* kembali. Cara ini dilakukan karena keterbatasan jumlah jalur data, sehingga tidak dapat *dedicated* untuk keypad saja.

Selama tidak ada *interrupt* rutin utamanya dapat digambarkan.



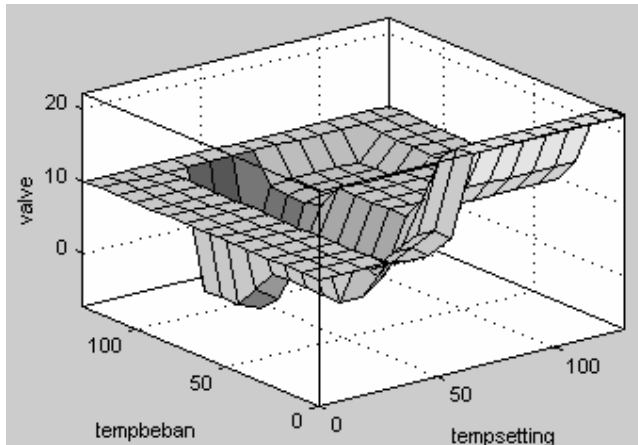
Sistem inferensi fuzzy dipilih karena memang cocok untuk pengendalian dan peta keluaran yang diperoleh sudah dalam kuantitas. Proses fuzifikasi – operasi fuzzy – proses implikasi – agregasi ouput – defuzzifikasi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:





rules

1. If (tempsetting is hangat) and (tempbeban is dingin) then (valve is naikflowrendah) (1)
2. If (tempsetting is hangat) and (tempbeban is hangat) then (valve is flowsteady) (1)
3. If (tempsetting is hangat) and (tempbeban is panas) then (valve is turunflow) (1)
4. If (tempsetting is panas) and (tempbeban is dingin) then (valve is naikflowtinggi) (1)
5. If (tempsetting is panas) and (tempbeban is hangat) then (valve is naikflowrendah) (1)
6. If (tempsetting is panas) and (tempbeban is panas) then (valve is flowsteady) (1)
7. If (tempsetting is uap) and (tempbeban is dingin) then (valve is naikflowtinggi) (1)
8. If (tempsetting is uap) and (tempbeban is hangat) then (valve is naikflowrendah) (1)
9. If (tempsetting is uap) and (tempbeban is panas) then (valve is naikflowrendah) (1)



VI. Referensi

- [1] Richard D. Ashworth, "Hot Water Boilers and Steam Boiler Consumer Information" (<http://www.acesimates.com/boilers.htm>), 2003.
- [2] Miura Boiler Co., Ltd. "Miura XJ1 Intelligent Steam Manager : Microcomputer Board Specification of Oil and Gas Boiler Controller", 2000.
- [3] Luke Coldiron, "Recovery Boiler Intelligent Sootblowing" (<http://www.texascontrols.com/html/controls/sootblower.htm>).
- [4] Ryoji Ohiba, "Intelligent Sensor Technology", 1990.
- [5] George Stephanopoulos, "Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice", 1984.
- [6] Hardian Arbi (TK ITB'99), narasumber