

RANCANGAN KENDALI SUHU DAN DAYA HEATER BERBASIS MIKROKONTROLER 89C51

Ari Satmoko, G. Bambang Heru K., Nurhanan
Pusat Pengembangan Teknologi Keselamatan Nuklir – BATAN

ABSTRAK

RANCANGAN KENDALI SUHU DAN DAYA HEATER BERBASIS MIKROKONTROLER 89C51. Pusat Pengembangan Teknologi Keselamatan Nuklir – BATAN telah mengembangkan kendali suhu proporsional dengan rangkaian analog konvensional. Namun demikian rangkaian yang telah dibuat terlalu kompleks sehingga pengaturan suhu referensi menjadi tidak ergonomis. Untuk menyempurnakan rangkaian elektronik tersebut maka dikembangkanlah rangkaian digital berbasis mikrokontroler 89C51. Secara umum rangkaian tersebut terdiri dari lima modul yaitu mikrokontroler, modul ADC, modul keypad, modul 7S dan modul pengatur daya. Mikrokontroler berfungsi sebagai otak pengolah data dan pengatur modul-modul lain. Modul keypad mempunyai fungsi utama untuk memasukkan data berupa suhu referensi. Suhu referensi dan suhu aktual dapat ditampilkan melalui modul 7S. Suhu aktual diperoleh melalui modul ADC yang mengkonversi tegangan analog dari thermocouple menjadi tegangan digital untuk dapat diolah oleh mikrokontroler. Sedangkan modul pengatur daya berfungsi untuk mengatur daya heater.

ABSTRACT

DESIGN FOR CONTROLLING TEMPERATURE AND HEATER POWER USING 89C51 MICROCONTROLLER. P2TKN-BATAN has develop proportional temperature control using analog electronic circuit. But, this conventional circuit is too complex and then the setting for reference temperature is not ergonomic. To solve this problem, a digital circuit was designed using 89C51 microcontroller. The circuit contains 5 units; microcontroller, keypad unit, 7S unit, ADC unit and power control unit. Microcontroller is a central processor to control the other units. The keypad is used to set the temperature reference. Both reference temperature and actual temperature are displayed by 7S unit. The actual temperature is obtained from ADC unit which converts analog potential from thermocouple sensor to digital value to be processed by microcontroller. The power control unit is used to control the power heater.

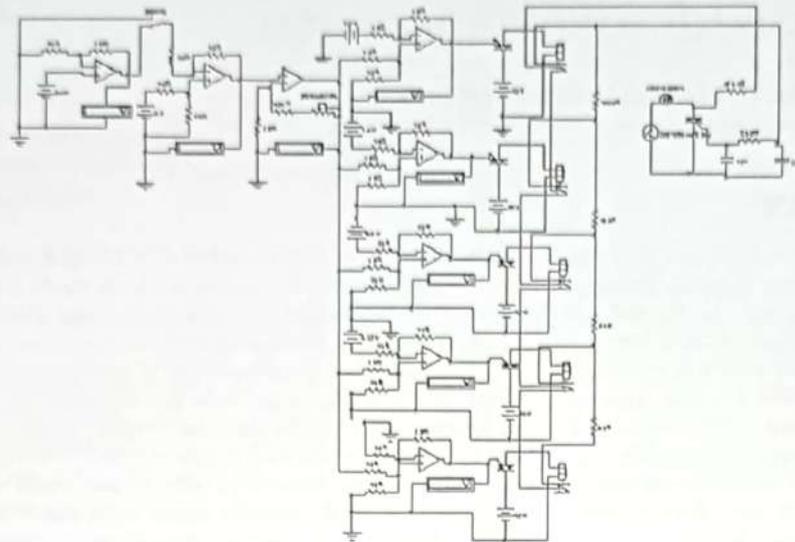
PENDAHULUAN

Pengujian bahan, misalnya uji *creep*, dilakukan pada suhu tinggi menggunakan pemanas listrik. Kendali suhu biasanya menggunakan *thermostat* yang berfungsi sebagai *switch*. Ketika suhu belum mencapai titik yang dikehendaki, *thermostat* berada pada posisi *on* sehingga pemanas dapat dialiri arus listrik. Namun ketika suhu yang dituju sudah tercapai, *thermostat* berada pada posisi *off* untuk mematikan listrik. Meskipun pemanas telah dimatikan, panas sisa masih dapat meningkatkan suhu media yang dipanaskan. Selang beberapa waktu sebagian panas diserap oleh lingkungan, dan suhu pun kembali turun hingga akhirnya dapat menghidupkan kembali *thermostat*. Begitu seterusnya, hingga *thermostat* mengambil posisi bergantian antara *on-off*. Namun demikian kendali *on-off* memiliki kelemahan yaitu pemborosan panas yang berlebihan di atas suhu tujuan, penyimpangan suhu yang tidak dikehendaki, dan waktu yang dibutuhkan untuk stabil relatif lama.

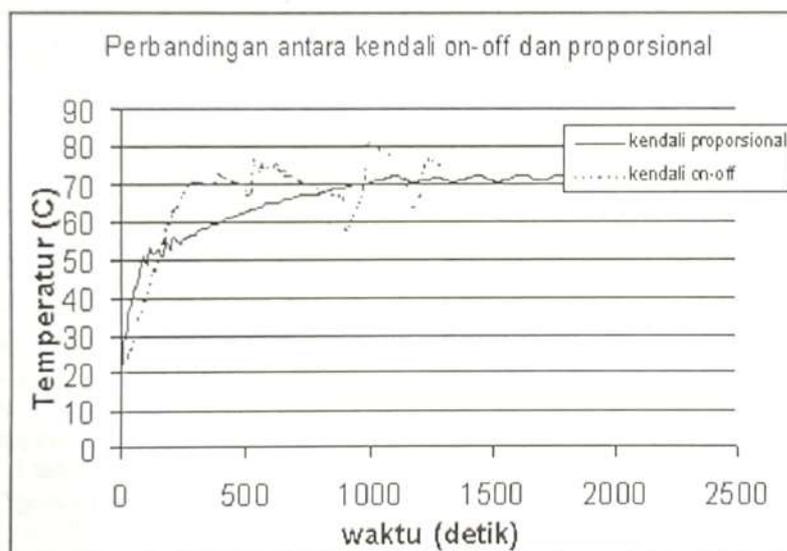
P2TKN telah mengembangkan kendali proporsional untuk pengaturan suhu. Ide dasarnya

adalah penggunaan daya pemanas maksimum di saat awal dan pengurangan daya pemanas di saat-saat menuju keadaan akhir. Kegiatan ini telah menghasilkan sebuah rangkaian elektronik konvensional untuk kendali suhu secara proporsional seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1.⁽¹⁾ Perbandingan hasil uji coba antara kendali *on-off* dan proporsional ditunjukkan oleh Gambar 2.⁽¹⁾

Secara umum terlihat dengan jelas bahwa kendali proporsional memiliki kelebihan dibandingkan dengan kendali *on-off*, seperti menekan efek osilasi temperatur, dan mempercepat pencapaian suhu stabil. Namun demikian rangkaian elektronik konvensional yang telah dikembangkan tergolong kompleks. Pengaturan suhu referensi dilakukan secara manual yang tentu saja menyita waktu dan kehati-hatian. Dalam rangka meningkatkan kinerja kendali suhu, lahirlah gagasan untuk mengembangkan kendali suhu berbasis mikrokontroler. Dengan teknologi digital ini, akurasi suhu dapat ditingkatkan. Demikian juga dengan kinerjanya yang jauh lebih ergonomis. Hingga sekarang ini, pengembangan kendali suhu masih dalam taraf desain yang akan dibicarakan dalam makalah ini.



Gambar 1. Rangkaian elektronik konvensional pengatur suhu.



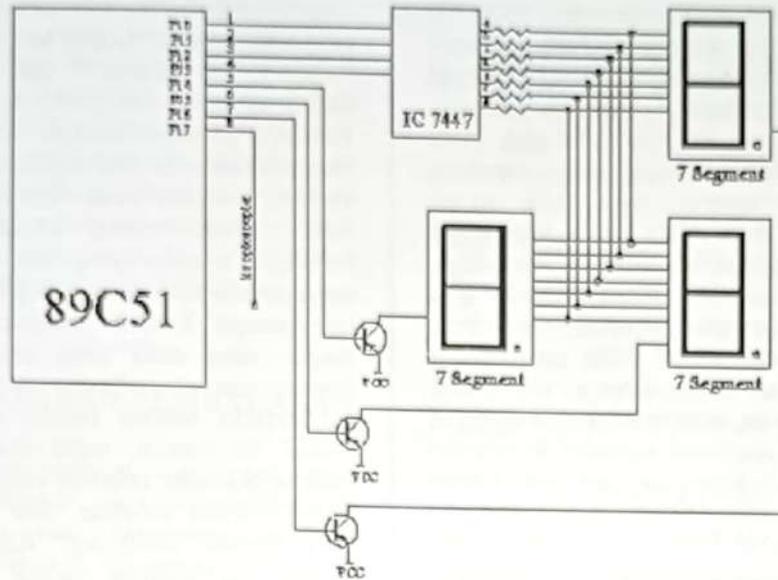
Gambar 2. Osilasi temperatur untuk kendali *on-off* dan kendali proporsional.⁽¹⁾

TEORI TENTANG MIKROKONTROLER

Keberadaan komputer merambah semua aspek kehidupan. Pemanfaatan komputer bermula pada pemanfaatan kemampuan *chip* mikroprocessor yang dapat melakukan komputasi sangat cepat. Perkembangan zaman menyebabkan munculnya terobosan-terobosan baru yang salah satunya adalah dibuatnya *chip* mikrokontroler. Mikrokontroler adalah *single chip computer* yang memiliki

kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kontrol. Dibandingkan dengan komputer, mikrokontroler memiliki kelebihan seperti bentuk yang kecil, konsumsi daya yang rendah dan ekonomis.

Sistem kendali suhu yang sedang dikembangkan ini akan menggunakan mikrokontroler bertipe 89C51 yang termasuk dalam keluarga 8051. Tipe 89C51 memiliki beberapa karakteristik penting di antaranya :⁽²⁾

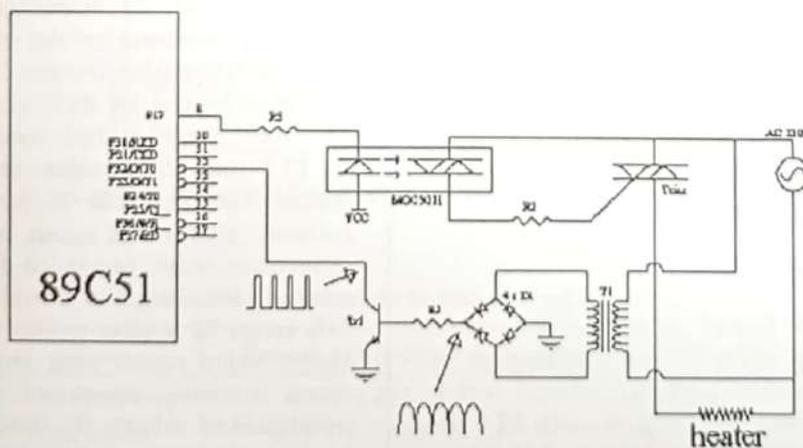


Gambar 5. Modul tampilan suhu dengan 7S.

Modul Pengatur Daya

Bagian ini terdiri dari dua bagian yaitu rangkaian zero dan rangkaian triac (lihat Gambar 6). Rangkaian zero terdiri dari transformator T1 untuk menurunkan tegangan bolak-balik, dioda bridge 4xDI untuk menyearahkan tegangan bolak-balik, dan transistor Tr1 dengan kaki kolektor yang dihubungkan ke *interrupt*.⁽⁴⁾ Kaki transistor yang lain yakni emitor dihubungkan ke *ground*, sedangkan basis dihubungkan dengan keluaran *dioda bridge* setelah melalui resistor R1. Titik nol bolak-balik terdeteksi melalui fasilitas *interrupt external* kaki P3.3 (INT1) dengan cara sebagai

berikut. Pin P3.3 pada awalnya diset *high*. Tegangan pada basis transistor bersifat sinusoidal. Pada saat tegangan nol, basis transistor tidak dipicu sehingga P3.3 terpisah dari *ground*. Namun ketika tegangan naik (sinusoidal), transistor terpicu sehingga P3.3 terhubung langsung ke *ground*. Dengan demikian posisi P3.3 berubah dari *high* menjadi *low* dan *interrupt* bekerja. Berawal dari sinilah timer juga bekerja. Keadaan ini berulang sesuai dengan frekuensi tegangan bolak-balik. Karena frekuensi tegangan PLN adalah 50 Hz, maka satu periode membutuhkan waktu 20 ms. Dan karena bolak balik telah disearahkan oleh dioda bridge, maka titik nol terdeteksi untuk setiap setengah periode atau 10 ms.



Gambar 6. Modul pengatur daya heater.

Dengan terdeteksinya titik nol yang berulang setiap 10 ms, daya heater dapat diatur dengan mencari waktu yang tepat untuk memicu triac melalui *optocoupler*. Di sinilah fasilitas timer berperan ditunjang oleh interrupt timer 0. Register timer di set pada nilai tertentu. Ketika titik nol terdeteksi, timer bekerja. Pada saat register timer menjumpai *overflow*, maka *timer flag* TF0 langsung memberikan sinyal. Pada saat inilah *optocoupler* dinyalakan yang kemudian memicu triac dan heater.

Optocoupler berfungsi sebagai pengaman memisahkan jaringan mikrokontroler dengan jarringan AC 220 V. Kaki input *optocoupler* dihubungkan ke mikrokontroler melalui P1.7. Pada kapasitas daya penuh, P1.7 *diclearkan* (set 0). Dengan demikian arus akan mengalir melalui dioda pada *optocoupler*. Pada giliran berikutnya triac pada *optocoupler* menjadi aktif yang kemudian memicu triac daya. Apabila daya heater yang diinginkan hanya 50%, pada saat titik nol terdeteksi, *optocoupler* tidak dipicu menunggu waktu timer. Setelah 5 ms tercapai, *optocoupler* dihidupkan. Pada giliran berikutnya triac juga segera dipicu sehingga heater pun hidup hingga waktu 10 ms. Bila triac dipicu pada saat kurang dari 5 ms sejak titik nol terdeteksi, daya pada heater menjadi lebih dari 50 %. Begitu pula bila dipicu pada saat lebih dari 5 ms, daya heater akan berkurang dari 50 %. Besarnya daya heater tidak linear terhadap waktu pemicu karena kurva tegangan bersifat sinusoidal.

Untuk mematikan heater secara total, mikrokontroler cukup mengatur kaki P1.7 dengan diset *high* terus menerus. Dalam kondisi seperti ini *optocoupler* tidak bekerja, demikian pula dengan triac dan juga heater.

Kapasitas heater yang dapat dikendalikan bergantung sepenuhnya terhadap kapasitas Triac daya yang digunakan. Karena Triac berfungsi sebagai pengendali daya, maka otomatis arus yang harus disuplai ke heater pasti melewati Triac tersebut. Dengan demikian arus yang dibutuhkan oleh heater harus sanggup dipenuhi atau dilewati oleh Triac.

HASIL DAN RINGKASAN PEMBAHASAN

Sampai sejauh ini telah dirancang hardware per modul. Untuk dapat berfungsi, mikrokontroler harus diprogram terlebih dahulu dengan memperhatikan konfigurasi masing-masing modul. Dibandingkan dengan kendali suhu dengan rangkaian elektronik konvensional, kendali suhu berbasis mikrokontroler mempunyai kelebihan

karena dapat diprogram. Kendali proporsional dapat dilakukan dengan beberapa atau banyak titik. Namun untuk fungsi heater, keadaan yang diinginkan hanyalah suhu yang dituju dapat tercapai secepat mungkin. Penyimpangan terlalu tinggi tentu saja tidak boleh terjadi. Begitu pula pada keadaan *standby* di mana suhu berada pada suhu referensi ± 1 °C, daya heater dapat diatur secara otomatis melalui pemrograman supaya rentang ± 1 °C selalu terjaga.

Dengan telah dibahasnya semua modul yang diperlukan dalam sistem kendali suhu, kegiatan dapat dilanjutkan pada fabrikasi rangkaian elektronik PCB. Pemrograman mikrokontroler juga dapat dikerjakan secara paralel. Kedua tahap kegiatan ini akan menjadi subyek pengembangan berikutnya.

KESIMPULAN

Untuk menyempurnakan rangkaian elektronik analog untuk kendali suhu maka dikembangkanlah rangkaian digital berbasis mikrokontroler 89C51. Perhitungan-perhitungan dan evaluasi rancangan kendali suhu digital telah selesai dikembangkan. Secara umum rangkaian tersebut terdiri dari lima modul yaitu mikrokontroler, modul ADC, modul keypad, modul 7S dan modul pengatur daya. Mikrokontroler berfungsi sebagai otak pengolah data dan pengatur modul-modul lain. Modul keypad mempunyai fungsi utama untuk memasukkan data berupa suhu referensi. Suhu referensi dan suhu aktual dapat ditampilkan melalui modul 7S. Suhu aktual diperoleh melalui modul ADC yang mengkonversi tegangan analog dari *thermocouple* menjadi tegangan digital untuk dapat diolah oleh mikrokontroler. Sedangkan modul pengatur daya berfungsi untuk mengatur daya heater. Dengan diperolehnya data-data seperti yang ada dalam pembahasan, maka pekerjaan selanjutnya dapat dilakukan yaitu pembuatan PCB, fabrikasi rangkaian elektronik dan uji coba.

TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Sudarno dan Demon Handoyo yang telah meluangkan waktu berdiskusi tentang pengembangan mikrokontroler.

DAFTAR PUSTAKA

1. PIPING SUPRIATNA, *et.al.*, *Aplikasi Instrumentasi Kendali Suhu (Secara proporsional)*, Disajikan pada Presentasi Laporan Teknis Hasil Penelitian Tahun 2003 - P2TKN, Serpong, Pebruari 2004.

2. LUKMAN R. dan ELVANTO Y.I, *Modul Training Mikrokontroler 8051 Level Basic*, PRASIMAX, Cetakan ke-1, 2001
3. LUKMAN R. dan TEGUH A., *Modul Training Mikrokontroler 8051 Level Intermediate*, PRASIMAX, Cetakan ke-1, 2002
4. -----, *Modul Training Mikrokontroler 8051 Special Topic: Motor Control*, PRASIMAX, Cetakan ke-1, 2003

TANYA JAWAB

Azizul Khakim

- Apakah *software*nya bisa menggunakan bahasa lain selain Assembler?

- Bagaimana aplikasi lebih lanjutnya?

Ari Satmoko

- Tidak. Harus menggunakan bahasa assembler, namun demikian bahasa assembler ini juga terdiri dari bermacam-macam versi.
- Tahap sekarang ini masih dalam disain detail. Komponen yang dibutuhkan juga sudah tersedia. Pekerjaan selanjutnya adalah merangkai komponen tersebut dan kemudian diaplikasikan pada sebuah sistem heater.