

Rancang Bangun Pengendali *Temperature* Berbasis *Arduino Uno* Pada Ketel UAP di Pabrik Gula Wonolangan

Anggi Juliant Hidayat*, Imam Marzuki, Indro Wicaksono

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Panca Marga, Probolinggo, Indonesia

Email : indrowicaksono@upm.ac.id, imam@upm.ac.id

*) Corresponding Author : julianhidayat028@gmail.com

INFO ARTIKEL

Article history

Received 10 Maret 2022

Revised 29 Maret 2022

Accepted 28 April 2022

Available Online 7 Juni 2022

Kata Kunci

Perancangan

Pengendali *Temperature*

Arduino Uno

Ketel Uap

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memberi masukan tentang bagaimana Rancang Bangun Pengendali Temperatur Berbasis *Arduino Uno* Pada Ketel Uap di Pabrik Gula Wonolangan. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data meliputi data primer yaitu diambil dari hasil observasi dan wawancara yang peneliti lakukan di perusahaan dan data sekunder yang diambil peneliti dari referensi buku, jurnal, majalah, situs internet yang berhubungan dengan alat pengendali temperatur.

Pada penelitian ini proses kerja dari suatu rancangan sistem yaitu bagaimana *sensing element* akan memberikan masukan berupa variabel yang diukur (*temperature* dengan unit °C) ke *arduino* dan kemudian *arduino* akan mengkalkulasi, mengurangi atau menambah dengan membandingkan *set pointnya*, kemudian selisih pembacaan tersebut (*error*) dijadikan *outputan* untuk menggerakkan kontrol *valve*.

Pendahuluan

Sebuah temuan yang diperoleh peneliti pada Abad 21 saat ini, yaitu masih diberdayakannya penggunaan alat yang manual sejak jaman penjajahan sampai saat ini. Padahal teknologi jaman saat ini lebih mengarah pada sistem yang *auto*. Temuan tersebut terjadi di perusahaan-perusahaan warisan penjajah, seperti Pabrik Gula Wonolangan. Hasil survei peneliti di Pabrik Gula Wonolangan, Dringu, Kabupaten Probolinggo ditemukannya pengendali temperatur pada *boiler* masih menggunakan kendali manual. Hasil wawancara peneliti dengan kepala teknisi Pabrik Gula Wonolangan ditemukan bahwa masih sering terjadi kesalahan, apalagi yang mengerajakan manusia, *human error* masih sangat tinggi. Apalagi, jika terjadi *over steam*, hal ini bisa menyebabkan tekanan yang besar pada pipa, akibatnya kebocoran cukup sering terjadi. Jika hal itu terjadi, maka akan merugikan produksi, sebab akan menunda proses produksi yang lainnya.

Berdasarkan temuan tersebut, maka peneliti pada laporan penelitian ini akan mengajukan judul “Rancang Bangun Pengendali

Temperatur Berbasis *Arduino Uno* Pada Ketel UAP di Pabrik Gula Wonolangan”. Secara umum hasil penelitian ini berupa *prototype* temperatur kontrol yang dirancang menggunakan sensor *thermocouple*, *arduino uno*, *MAX6675 k-type*, *relay* dan *solenoid valve*. *Arduino* menerima *input* dari sensor *thermocouple*, kemudian *arduino* memberikan *output* kepada modul *relay* untuk NC, selanjutnya *solenoid valve* yang di *connect* pada modul *relay running*. Otomasi ini dapat memberikan kemudahan untuk menstabilkan temperatur pada *equipment* industri.

Dari hasil yang ditemukan peneliti di Pabrik Gula Wonolangan terdapat permasalahan yaitu bagaimana rancang bangun pengendali temperatur berbasis *arduino uno* pada ketel UAP di Pabrik Gula Wonolangan? Dari permasalahan tersebut peneliti mempunyai tujuan untuk membuat rancang bangun pengendali temperatur berbasis *arduino uno* pada ketel UAP di Pabrik Gula Wonolangan.

Alat yang di gunakan yaitu *arduino*, *solenoid valve*, *Blok Switched-Mode Power Supply* (SMPS), *MAX6675*, *Thermocouple*, *Relay* dan LCD. Adapun pengertiannya yaitu:

1. **Arduino** adalah pengendali *mikro single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang.
2. **Solenoid valve** atau katup listrik adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai *koil* sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan *piston* yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve* mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*, lubang masukan diberi kode P, berfungsi sebagai terminal/tempat udara masuk atau *supply*.
3. **Power Supply** : Artinya suatu peralatan yang berfungsi untuk menyediakan sumber daya listrik yang cocok dengan suatu peralatan.
4. **Regulator Switching** adalah suatu sirkit elektronik yang berfungsi untuk membuat agar tegangan keluaran stabil terhadap perubahan-perubahan seperti, tegangan masukan yang tidak konstan, arus beban yang tidak konstan, *temperature* ruangan yang tidak konstan.
5. **MAX6675** dibentuk dari kompensasi *cold-junction* yang *outputnya* digitalisasi dari sinyal termokopel tipe-K.
6. **Termokopel (Thermocouple)** adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek "*Thermo-electric*". Efek *Thermo-electric* pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama Thomas Johann Seebeck pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara *gradient* akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (*junction*) ini dinamakan dengan Efek "*Seebeck*". Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan Elektronika yang berkaitan dengan Suhu (*Temperature*).

Adapun beberapa kelebihan yang dimiliki oleh *Thermocouple*, antara lain:

- Spesifikasi lebih beragam, biaya rendah (*low cost*), dan kisaran temperatur luas sehingga dapat disesuaikan sampai *temperature* tinggi.
- Waktu respon cepat.

Sedangkan kekurangannya terdiri dari:

- Sensitivitasnya rendah.

- Membutuhkan suhu referensi.
- *Nonlinearity*.
- Terbatasnya akurasi sistem kesalahan kurang dari 1°C yang sulit dicapai.

7. **Relay** merupakan bentuk hambatan terdiri atas titik-titik kontak bawah dengan gulungan *spool*-nya tidak bergerak dan titik kontak bagian atas yang bergerak. Prinsip kerja hambatan adalah menghubungkan titik-titik kontak bagian bawah dengan titik bagian atas yaitu terletak gulungan *spool* dialiri arus listrik yang timbul *elektromagnet*. (Handy Wicaksono, 1996, 1-12). Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

8. **LCD (Liquid Crystal Display)** adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

- Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- Terdapat karakter *generator* terprogram.
- Dapat diamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- Dilengkapi dengan *back light*.

Metode

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Adapun tahapan-tahapan penelitian ini digambarkan oleh Gambar 3.1.

Proses Pengambilan Data

Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dan informasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

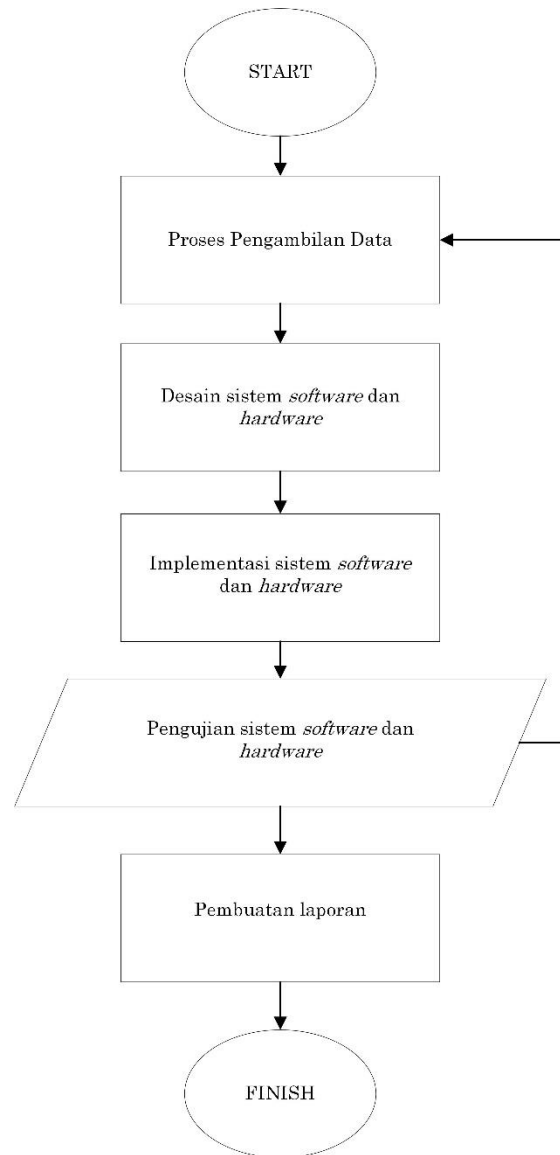
1. Observasi

Melakukan pengamatan dari permasalahan yang ada di dalam kehidupan sehari-hari dan kebutuhan perusahaan tentang perkembangan teknologi. Permasalahan yang ada saat ini yaitu sistem rancang bangun pengendali temperatur berbasis *arduino uno* pada ketel UAP di Pabrik Gula Wonolangan.

2. Studi Pustaka/Studi *Literatur*

Mengumpulkan maupun mencari data baik melalui buku, jurnal, majalah, situs internet yang berhubungan dengan alat pengendali temperatur. Mencari referensi-referensi yang berkaitan dengan masalah yang akan diselesaikan, terutama pada aplikasi atau alat yang akan digunakan seperti aplikasi *Arduino*

Uno, thermocouple type-K, solenoid valve, MAX6675 dan relay.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Hasil & Pembahasan

Analisis Sistem

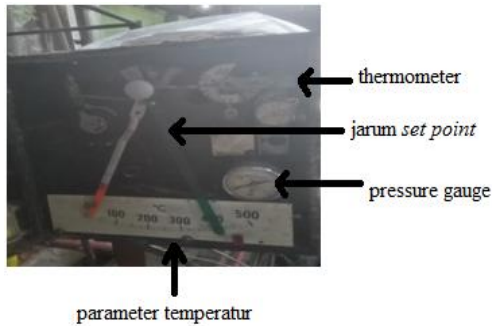
Peran tenaga manusia pada pengoperasian ketel uap sebagai pengontrol pembakaran dan mengontrol *valve* pada *inlet* dan *outlet* di ketel uap. Peranan tenaga manusia di sini sangat beresiko tinggi dan bisa berakibat *fatality* karena peranan tenaga manusia langsung berhadapan dengan item yang bertemperatur tinggi dan cara mengeksekusi pekerjaan yang masih terbilang manual. Oleh karena itu Peneliti membuat alat pengendali temperatur untuk meminimalisir *human accident* serta memudahkan tenaga manusia dalam pengoprasian ketel uap di Pabrik Gula Wonolangan. Kelebihan dari alat ini untuk tenaga manusia adalah menghilangkan *system*

kerja yang masih manual dalam *open close* pada *valve inlet* maupun *outlet* pada ketel uap. Dari menghilangkan *system* kerja yang masih manual otomatis berbanding lurus dengan menghilangkan *human accident* pada setiap masa giling tebu tiba.

Sampel Penyajian Alat

Temuan yang diperoleh peneliti pada pabrik gula wonolangan, yaitu masih diberdayakannya penggunaan alat yang manual sejak zaman penjajahan sampai saat ini. Padahal teknologi zaman saat ini lebih mengarah pada sistem yang *auto*. Temuan tersebut terjadi di perusahaan-perusahaan warisan penjajah. Hasil survei peneliti di Pabrik Gula Wonolangan, Dringu,

Kabupaten Probolinggo ditemukannya pengendali temperatur pada ketel uap yang masih menggunakan kendali manual. Gambar 1 menunjukkan temperature control pada Pabrik Gula Wonolangan yang masih manual (tradisional).



Gambar 1. Temperature Control Pada Pabrik Gula Wonolangan

Berdasarkan sampel penyajian alat diatas dapat di simpulkan bahwa peneliti membuat alat *temperature control* yang modern yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 2. Pengendali *Temperature Control*

Alat yang digunakan masih tradisional, sehingga akan memberikan dampak pada kinerja ketel uap.

Pengujian Alat

Pengujian *Arduino Uno*

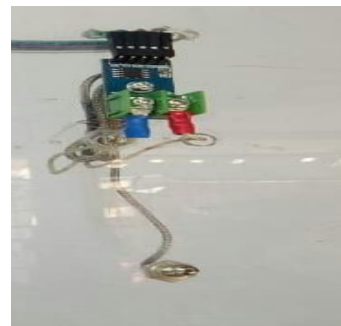
Pengujian merupakan langkah yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana kesesuaian dengan kenyataan pada alat yang telah dibuat, apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Pengujian alat juga berguna untuk mengetahui tingkat kinerja dari alat tersebut. Setelah dilakukan pengujian, maka selanjutnya melakukan ujian ukuran atau analisa terhadap apa yang diuji untuk mengetahui keberhasilan dari alat yang dibuat dalam tugas akhir.

Arduino adalah sebuah *board mikrokontroller* yang berbasis *ATmega328*

dimana *arduino* ini memiliki 14 pin digital dan 6 pin analog. Dimana *arduino* mampu mensupport sebuah *mikrokontroler* dan dapat dikoneksikan dengan komputer yang menggunakan kabel USB. *Arduino uno* ini memiliki kelebihan tersendiri yaitu bersifat *open source*.

Pengujian *Thermocouple* dan *MAX6675*

Pada pengujian sensor suhu untuk sistem ini menggunakan *thermocouple* type-K dan modul *MAX6675*. Modul *MAX6675* digunakan untuk menguatkan *output* dari *chromel* dan *alumel* yang terdapat pada *thermocouple* dan juga untuk mengkonversi suhu secara serial dari *thermocouple*, di sini penulis menggunakan media korek api untuk menaikkan temperatur untuk mencapai *setpoint*.



Gambar 3. *Thermocouple* dan *MAX6675*

Peneliti menggunakan sensor *thermocouple type-k* karena *thermocouple* memiliki beberapa kelebihan, yaitu sebagai berikut :

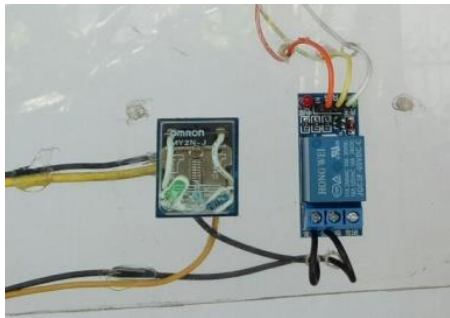
1. Mudah dibaca, karena memiliki layar yang tidak mudah keruh dan skala yang jelas.
2. Akurasi yang tepat dalam pengukuran suhu.
3. Respon cepat untuk setiap adanya perubahan suhu.
4. Baik digunakan untuk pengukuran variasi suhu dengan jarak kurang dari 1 cm.
5. *Thermocouple* tidak mudah rusak dan tahan lama.

Pengujian *Relay*

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical*(Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature Relay* (yang

berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V, 2A.

Pada saat pengujian ketika *thermocouple* mendeteksi suhu 50°C maka *relay* akan memberikan *supply* daya pada *solenoid valve* dan posisi *solenoid valve* menjadi NO (*normaly open*) dan *output* berupa *pressure steam* akan keluar dari *valve*.



Gambar 4. Relay 12V dan 5V

Dan *relay* 12V yang terconnect pada *relay* 5V sebagai proteksi agar arus listrik AC dari *solenoid valve* tidak bisa masuk ke *arduino uno*. Peneliti menggunakan *relay* karena adanya *relay* pada rangkaian dapat berfungsi dengan maksimal dikarenakan *voltage drop* (penurunan tegangan) kecil. Jika tidak menggunakan *relay* maka arus yang akan ke beban harus melewati saklar, sehingga sirkuit akan lebih panjang yang menyebabkan *voltage drop* yang besar. Dan jika menggunakan *relay* arus yang menuju ke beban langsung diambilkan dari baterai tidak melewati saklar sehingga sirkuit akan lebih pendek, dan *voltage drop* lebih kecil. Ini akan membuat kerja beban lebih *maximal*.

Pengujian Solenoid Valve

Peneliti menggunakan *solenoid valve* sebagai final elemen karena berbagai pertimbangan dari studi kasus yang didapat pada Pabrik Gula Wonolangan, karena *system open close valve* pada *inlet* maupun *outlet* pada *boiler* masih manual. Dengan menggunakan *solenoid valve system open close*. Peneliti berpatokan pada *setpoint* temperatur sebesar 50°C yang dikeluarkan oleh *arduino uno* dan *realaes* 49°C, artinya dalam keadaan nomal *operating solenoid valve* dalam keadaan *close* (NC-*normaly close*) dan *force open* ketika *setpoint* 50°C *arduino* memerintahkan *energize to open*, dan ketika temperatur menurun ke 49°C *solenoid valve* akan kembali *close* ke kondisi normal.

Pengujian LCD

Pengujian LCD 16x2 dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan parameter berupa

tampilan *temperature* pada LCD sesuai dengan keinginan dan kebutuhan. Pengujian dilakukan dengan memprogram karakter atau tulisan yang ingin ditampilkan pada LCD melalui sebuah *arduino uno*.

Langkah-Langkah Pengaktifan Board Control dan Cara Kerja

1. Pada awalnya *power* yang dimasukkan sebesar 220 VAC 50 Hz dan kemudian lampu *power ON* berwarna hijau akan menyala. Setelah lampu menyala maka *Switch ON Breaker* ke posisi *ON (I)* dan *supply power* untuk kebutuhan *coil*, kontroler serta *solenoid valve* akan tersedia.
2. Langkah selanjutnya adalah pemasangan oksigen (O₂) untuk keperluan *ouput* dari proses tersebut ke kompresor oksigen (O₂) serta pasang *flexsibel tube* dengan ketahanan 10 Bar ke konektor *supply* (S) *Solenoid Valve* dan pastikan konektor tersebut terpasang dengan kuat untuk kepentingan *safety*. Setelah semua terpasang dengan kuat kemudian buka secara perlahan-lahan *main valve* dari tabung kompresor sambil lalu memperhatikan pembacaan tekanan dari tabung oksigen (O₂) tersebut. Dalam hal ini penulis menggunakan kompresor oksigen (O₂) ke posisi tekanan 8 bar. Sebelum mengaktifkan *power* pada *control* pastikan *Breaker* pada posisi *OFF*.
3. Selanjutnya tabung *regulator* pada posisi *close* untuk menghindari gerakan kejut dari *solenoid valve* apabila *energized*.

Apabila langkah diatas sudah terpenuhi maka proses kerja bisa dimulai.

Kesimpulan

1. Alat dapat bekerja sebagai pengendali temperatur dimana sensor *thermocouple type-K* mendeteksi dengan baik sesuai dengan *set point* yang diinginkan yaitu 50°C, pada saat *temperature* mendeteksi 50°C *solenoid valve* akan *normaly open* dan pada saat *temperature* di bawah 50°C *solenoid valve* akan *auto release*.
2. *Solenoid valve* bekerja dengan baik sesuai *temperature* yang terdeteksi sekitar 50°C.

Saran

Penelitian yang dilakukan oleh penulis ini tentunya tidak lepas dari kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, untuk pengembangan *system* lebih lanjut diperlukan perhatian terhadap beberapa hal, diantaranya:

1. Pengembang selanjutnya bisa menggunakan kontraktor untuk *system* proyeksinya.
2. Pengembang selanjutnya bisa memonitoring dari jarak jauh melalui *smartphon*nya.

DAFTAR PUSTAKA

- Giancoli, C.D., 1999, Jakarta, *Fisika edisi kelima, jilid 1, terjemahan Dra. Hanum, Yuhilza, M. Eng.*: Erlangga.
- Figaro Engineering Incorporation, Version Change Of FIC93619A to FIC02667, tersedia di: <http://www.figarousa@figarosensor.com>. Tanggal akses 22 Agustus 2018
- Malvino, P.A., 1985, Jakarta, *Prinsip-Prinsip Elektronik, Jilid 1, terjemahan M. Barmawi dan M. O Tjian, Ph.D.*, PT. Erlangga.
- Malvino, P.A., 1992, Jakarta, *Prinsip-Prinsip Elektronika, Edisi Ketiga*, PT. Erlangga.
- Umami, R.M., 2010, Malang, *Perancangan dan Pembuatan Alat Pengendali Asap Rokok Berbasis Mikrokontroler AT89S8252*.
- Umboh, R., 2012, Manado, *Perancangan Alat Pendinginan Portable Menggunakan Elemen Peltier*.
- Winoto, A., 2010, Bandung, *Mikrokontroler AVR ATmega8/16/32/8535 dan Pemrogramannya Dengan Bahasa C Pada WinAVR.*: Informatika.