

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Heater electric merupakan perangkat yang hampir selalu ada di mana saja, dari pabrik besar, urusan rumah tangga, sampai peralatan medis di rumah sakit. Dasar penelitian ini yaitu mendapatkan data aktual tentang perangkat mana yang paling baik buat mengendalikan daya *heater*. performa sistem kontrol daya pemanas elektrik (*electric heater*) sangat dipengaruhi oleh variabel massa objek yang dipanaskan serta target perbedaan suhu yang ingin dicapai. Pengujian eksperimental membuktikan bahwa penurunan target temperatur operasional atau pengurangan massa beban secara linear akan menurunkan kebutuhan input panas kerja pemanas (dalam kWh), yang sekaligus mengubah efisiensi termal dari sistem tersebut. (Marten Darmawan, 2023)

Penggunaan sistem kendali *on-off* konvensional menggunakan kontaktor pada *electric heater* berdaya besar sering kali menghasilkan keluaran temperatur yang bergelombang dan tidak stabil. Hal ini disebabkan oleh pasokan arus listrik yang terputus-putus secara ekstrem, yang pada akhirnya dapat menurunkan kualitas produk pada proses termal. (Dedi Sunandar1, 2018)

Secara konvensional, komponen sakelar mekanis seperti kontaktor magnetik banyak digunakan karena harganya yang ekonomis dan kapasitas arusnya yang besar. Namun, kontaktor bekerja dengan mekanisme *On/Off* penuh yang memiliki keterbatasan pada kecepatan beralih (*switching speed*), sehingga sering menimbulkan lonjakan inersia *thermal over shoot* yang besar serta ketidakstabilan suhu di sekitar target (*set point*). pengendalian sistem pemanas elektrik berdaya besar menggunakan saklar mekanis seperti Magnetic Contactor (MC) memiliki kelemahan pada siklus hidup kontak yang terbatas . Operasi on-off yang cepat dan berulang secara kontinue memicu timbulnya percikan api listrik (*spark*) yang mempercepat keausan kontak mekanis, sehingga menurunkan efisiensi kerja sistem kontrol termal. (Eko Kustiawan ST, 2018)

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, teknologi berbasis semikonduktor seperti *Solid State Relay (SSR)* dan *Power regulator* (berbasis *SCR/Thyristor*) mulai diadopsi secara luas. *SSR* menawarkan kecepatan *switching* yang sangat tinggi tanpa komponen mekanis yang bergerak, sehingga mampu meredam fluktuasi *offset* suhu secara signifikan. Sementara itu, *power regulator* memberikan keunggulan dalam memodulasi amplitudo tegangan dan daya efektif secara linier, sehingga ideal untuk aplikasi kontrol manual berskala gradasi panas.

Meskipun ketiga teknologi kontrol daya ini telah banyak diimplementasikan, analisis komparatif mengenai performa transien arus, linieritas daya, serta dampak riilnya terhadap nilai *offset* suhu pada target spesifik masih memerlukan pengujian empiris yang mendalam. Oleh karena itu, pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi secara komprehensif karakteristik kerja kontrol daya *Contactors*, *SSR*, dan *Power regulator* demi menghasilkan rekomendasi sistem kontrol pemanas yang optimal dan Presisi tinggi di industri. bahwa pemilihan aktuator daya sangat krusial dalam memperpanjang masa pakai (*lifetime*) sistem pemanas elektrik. Penggunaan Solid State Relay (*SSR*) berbasis semikonduktor modern mampu mengeliminasi percikan api (*spark*) dan korosi kontak yang biasa terjadi pada saklar mekanis. Isolasi optis pada *SSR* juga mendukung kecepatan pensaklaran yang sangat tinggi, sehingga sangat ideal untuk meregulasi daya pemanas dalam skema *close-loop PID*. (CHOERUDIN, 2020)

Melakukan penelitian eksperimental pada sistem kontrol daya *heater electric* membawa banyak dampak positif, mulai dari kemajuan teknis sampai manfaat nyata di lapangan. Lewat data eksperimen, menghasilkan data faktual perbandingan dari ketiga perangkat tersebut. Efisiensi energi jadi lebih baik karena pemborosan daya bisa diminimalisir dan suhu jadi jauh lebih stabil serta akurat. Eksperimen ini juga membantu untuk memahami soal seberapa baik perangkat itu sebenarnya. Sehingga jadwal perawatan bisa disusun lebih rapi dan risiko downtime mesin bisa dikurangi.

Untuk industri, penerapan hasil kajian ini secara langsung bakal mendongkrak kualitas produk hasil pemrosesan *heater electric*. Biaya operasional bisa ditekan dan standar efisiensi energi juga bisa di kurangi karena sudah tidak menggunakan bahan bakar gas dan fosil. Ini adalah cara paling baik untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam yang tidak bisa di perbarui.

1.2 Perumusan Masalah

Ada beberapa poin inti yang perlu diketahui dalam penelitian ini mengenai bagaimana sistem kontrol suhu pada *heater electric* bekerja. Masalah utamanya bisa dirinci sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik arus listrik dan efisiensi waktu pemanasan sistem kontrol kontaktor dalam merespons pencapaian target suhu awal 150°C ?
2. Seberapa besar nilai fluktuasi (offset) suhu yang dihasilkan oleh sistem kontrol Solid State Relay dalam pencapaian target suhu 150°C ?
3. Bagaimana korelasi linear antara persentase pengaturan potensiometer pada power regulator (skala 10% hingga 100%) terhadap modulasi daya efektif (Watt) serta capaian suhu maksimal elemen pemanas?

1.3 Batasan Masalah

Ada beberapa batasan yang perlu di tetapkan. Batasan-batasan penelitian ini penting supaya semua pembahasan tetap fokus pada tujuan. Berikut adalah batasan masalah dalam penelitian antara lain :

1. Pengujian karakteristik kestabilan suhu dan nilai *offset* pada *Contactactor* dan *Solid State Relay (SSR)* dibatasi pada target suhu (*set point*) sebesar 150°C.
2. Pengujian pada *Power regulator* menggunakan metode pengaturan manual berbasis persentase potensiometer dari skala 10% hingga 100% tanpa menggunakan target suhu (*set point*) tetap.
3. *Parameter* utama yang diukur dan dianalisis hanya meliputi waktu pemanasan (menit), arus listrik (Ampere), daya efektif (Watt), dan suhu aktual (°C).
4. Penelitian ini tidak membahas analisis mendalam mengenai rugi-rugi panas (*heat loss*) pada lingkungan sekitar

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah disusun, penelitian ini punya beberapa poin yang ingin dicapai diantaranya sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik kerja, perubahan nilai arus, daya, serta efisiensi waktu pemanasan dari ketiga jenis sistem kontrol daya (*Contactor*, *SSR*, dan *Power regulator*).
2. Mengevaluasi akurasi dan kestabilan kontrol suhu melalui perbandingan nilai *offset* antara sistem Kontaktor dan *SSR* pada *set point* 150°C.
3. Mengetahui pengaruh variasi persentase *set point* pada *Power regulator* (10% hingga 100%) terhadap keluaran daya *termal* dan suhu maksimal yang dapat dicapai.

1.5 Manfaat Penelitian

Kalau melihat tujuan penelitian tadi, ada beberapa poin manfaat yang bisa diambil. Berikut manfaat penelitian antara lain :

1. Hasil penelitian bisa jadi acuan saat memilih perangkat pengendali daya yang tepat. Teknisi dapat menyesuaikan dengan kebutuhan di lapangan.
2. Mahasiswa dapat memperoleh wawasan tentang bagaimana karakteristik dan prinsip kerja dari tiga perangkat tersebut.
3. Penelitian ini dapat digunakan untuk meneliti lebih jauh soal sistem kontrol *heater* otomatis dan pengembangan teknologi *heater* otomatis.