

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Elf Dhian Oktafianti Dewi, Mahasiswa dari Jurusan Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya dengan judul *Automatic processing* Film (APF) berbasis mikrokontroller ATMEGA 8535 (Kontrol Suhu). Modul yang dibuat dapat memberikan setting suhu pada proses *developer* yang dapat dipilih yaitu 35°C, 36°C dan 37°C. Nilai suhu tersebut ditampilkan pada LCD 2x16. Pengukuran data dilakukan dengan membandingkan suhu pada *developer* menggunakan *thermometer*, alat ini mampu memberikan suhu sesuai setting dengan rata – rata error pada data sebesar 0,13% atau dengan kata lain alat ini layak untuk digunakan. Kekurangan pada alat ini masih menggunakan kontrol suhu yang belum terlalu stabil dan pada power supply masih kurang stabil sehingga hasil output dari kontrol suhunya menjadi tidak stabil [3].

Penelitian yang dilakukan oleh Jujun Septiadi, Mahasiswa Jurusan Fisika Universitas Diponegoro dengan judul Pengaruh Kenaikan Suhu Cairan *Developer* Terhadap Densitas Radiograf. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai suhu pengembang yang optimal yaitu dengan mengukur kerapatan radiografi dengan faktor paparan dan bahan tertentu dan suhu yang bervariasi antara 17° C - 32° C. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu semakin besar nilai kerapatan. Suhu optimal diperoleh pada rentang suhu antara 20° C - 23° C. Kekurangan dari penelitian ini cuma mengukur tingkat kenaikan

suhu yang terjadi pada cairan *developer* dan belum dicoba untuk mengukur kenaikan suhu pada cairan lain yang menyebabkan terjadinya suatu pengaruh lain [5].

2.2. Dasar Teori

2.2.1 *Automatic processing Film*

Dalam dunia radiografi, pengolahan film yang dilakukan tidak hanya dengan cara manual, tetapi ada pengolahan film dengan cara lain yaitu pengolahan film secara otomatis (*automatic processing*). *Automatic processing* mempunyai pengertian pengolahan film yang dilajukan secara otomatis dengan menggunakan mesin pengolahan film untuk melakukan pekerjaan pengolahan film yang biasanya dilakukan oleh manusia.

Dalam *automatic processing*, semua telah diatur oleh mesin mulai film masuk ke *developer*, ke *fixer* hingga film keluar dari mesin dalam keadaan kering. *Automatic processing* dikenal juga dengan istilah *dry to dry* yang artinya film masuk dalam keadaan kering dan keluar juga dalam keadaan kering, tidak seperti pada pengolahan film secara manual dimana film masih harus dikeringkan beberapa saat sebelum akhirnya kering.

Prinsip yang digunakan pada pengolahan film secara otomatis sebenarnya sama dengan pengolahan film secara manual. Namun pada pengolahan film secara otomatis tidak terdapat tahapan *rinsing*. Hal ini dikarenakan tahapan *rinsing* telah digantikan oleh roller yang berada di dalam mesin *automatic processing*. Tahapan-tahapan yang ada pada *automatic processing* adalah *developing*, *fixing*, *washing* dan *drying*.

Semua tahapan di atas sama dengan manual seperti bagaimana proses di *developer*, *fixer* hingga masuk ke *dryer*. Perbedaannya hanya pada proses ini cairan yang digunakan untuk *developer* dan *fixer* tidak boleh yang berjenis powder. *Developer* dan *fixer* untuk pengolahan film secara otomatis hanya boleh dari jenis liquid. Hal ini disebabkan pada *developer* dan *fixer* dari jenis powder masih ada beberapa kristal dari *developer* dan *fixer* yang tidak larut dalam cairan sehingga jika digunakan pada mesin *automatic processing*, kristal ini dapat menempel pada roller yang kemudian akan berakibat tergoresnya film saat roller menjepit film [6].

2.2.2 Developing

Developing merupakan proses mengubah kristal-kristal Silver Bromida yang terpapar oleh sinar-x dan mengandung atom-atom Silver Netral pada *latent image sites* menjadi butiran-butiran silver metalik, Proses *developing* dilakukan dengan cara memasukkan dan menggoncangkan film dalam larutan *developer* selama 5-10 detik, sampai terbentuk bayangan putih. Larutan *developer* inilah yang nantinya berfungsi membangkitkan bayangan latent menjadi bayangan nyata dengan cara mereduksi AgBr yang terkena sinar menjadi perak metalik. Suhu *developer* di harapkan pada suhu 18°-20° C [7].

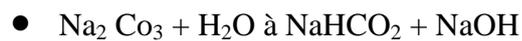
Dalam proses *developer* ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses pembangkitan, yakni suhu cairan, agitasi dan derajat kelemahan *developer*. Larutan *developer* memiliki beberapa kandungan yang ada di dalamnya, diantaranya:

1. *Developing Agent*

Developing agent bersifat basa lemah dan bahan-bahan yang dapat berfungsi sebagai *developing agent/reducing agent* yaitu sodium hydrosulphite, hydrogen peroxida, dan forenal dehidra.

2. *Activator/Accelerator*

Bahan pengaktif terhadap bahan pembangkit, bahan ini digunakan karena *developer* hanya aktif pada pH basa saja. Bahan yang biasa digunakan adalah Na_2CO_3 (manual) karena sifatnya yang dapat bereaksi dengan air sehingga menghasilkan Na_2OH sebagai cadangan, bentuk reaksinya:



NaOH disini berfungsi untuk menetralkan asam sebagai hasil reaksi oleh bahan *developer*. Kemudian bahan yang selanjutnya adalah NaOH (*automatic*) Merupakan larutan basa kuat yang sangat mudah menarik CO_2 dari udara maka harus disimpan dalam wadah tertutup rapat karena mudah rusak yang berakibat memperpendek umur larutan *developer*.

3. *Preservative (Antioxidant)*

Biasanya berupa Sodium Sulphite/Natrium Sulphite yang berfungsi untuk mengurangi atau menangkalkan pengaruh oksidasi dari udara terhadap bahan pembangkit dan Membentuk bahan pereduksi baru.

4. *Restrainer*

Biasanya dari Potassium Bromide yang berfungsi untuk memperthankan kristal-kristal silver halide yang tidak terpapar oleh sinar-X [7].

Tabel 2.1 Jenis-jenis larutan *developer* dan fungsinya[8]

Unsur	Fungsi
Phenidone	Membantu memunculkan gambar
Hydroquinone	Membentuk kontras
Sodium sulphite	Pengawet-mengurangi oksidasi
Potassium carbonate	Aktivator-memerintahkan aktivitas dari agen developing
Benzotriazole	Mempertahankan-mencegah kabut (fog) dan mengontrol aktivitas developing agent
Glutaraldehyde	Mengeraskan emulsi
Fungicide	Memcegah pertumbuhan bakteri
Buffer	Mempertahankan pH (7+)
Air	Pelarut

2.2.3 Suhu *Developer*

Developer merupakan larutan pengembang yang digunakan pada pemrosesan pencucian film. Suhu pada cairan *developer* merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam proses pencucian film agar kualitas gambar yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan. Penempatan larutannya sendiri harus ditutup untuk mengurangi oksidasi dan ditaruh di dalam ruangan pada temperatur 20 derajat atau temperatur yang dianjurkan oleh pabrik [9].

Cairan *develop* yang digunakan dalam prosesor otomatis adalah cairan kimia yang diformulasikan khusus dan sangat terkonsentrasi yang dirancang untuk bereaksi pada suhu antara 80° F dan 95° F atau 26° C dan 35° C. Akibat suhu tinggi, perkembangan terjadi dengan cepat. Cairan *develop* yang digunakan dalam pemrosesan film manual berbeda dengan yang digunakan dalam pemrosesan film otomatis dan tidak boleh digunakan dalam proses otomatis [10].

Pada Gambar 2.1 dibawah, ini merupakan rekomendasi yang diberikan dari pabrik untuk suhu cairan *develop* dan *fixer*:



Gambar 2.1 Cairan *develop* dan *fixer* [11]

<i>Type of Product</i>	<i>Temperature</i>
<i>Developer</i>	30° C - 35° C
<i>Fixer</i>	20° C - 30° C

Pada proses pencucian secara manual suhu pada cairan *develop* berpengaruh pada lamanya proses pencucian, lama waktu pencucian dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.2 Pengaruh Suhu Terhadap Waktu

<i>Temperature</i>	<i>Development time (minutes)</i>
68° F / 20° C	5
70° F / 21° C	4.5
72° F / 22° C	4
76° F / 24° C	3
80° F / 26° C	2.5

Pada proses pencucian film ketika suhu lebih tinggi atau lebih rendah dari yang direkomendasikan oleh pabrikan maka akan mengakibatkan lamanya waktu

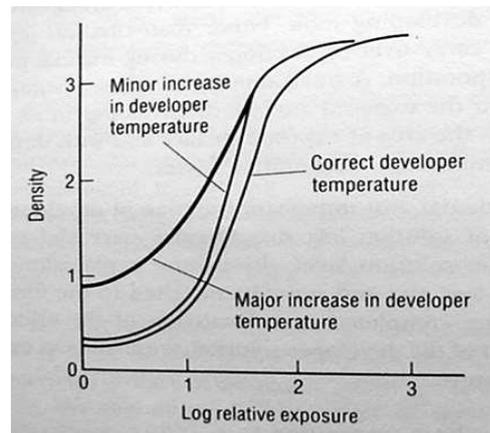
pencucian dan juga mengurangi kontras dari pemrosesan film, pemrosesan terlalu lama atau pada suhu yang lebih tinggi dari yang direkomendasikan juga dapat menghasilkan kabut pada film, mengurangi kontras film dan informasi diagnostik [12].

Suhu pada cairan *develop* dapat disesuaikan dengan pilihan bantuan reaksi cairan kimia lain, sehingga dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Suhu cairan *develop* tinggi: antara 38° C - 42° C dengan waktu proses selama 90 detik atau lebih cepat.
- b. Suhu cairan *develop* rendah: sekitar 30° C dan masih bisa memproses dengan cepat.
- c. Suhu cairan *develop* sedang: antara 33° C - 37° C.

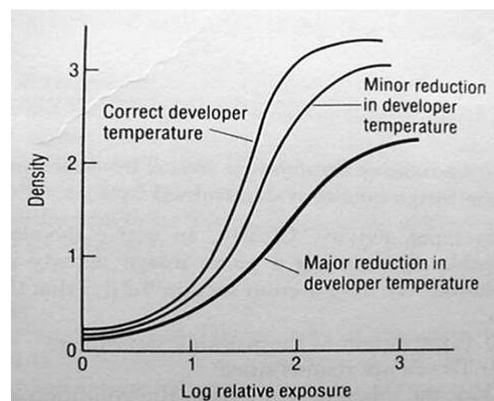
Adapun efek yang terjadi pada film jika pada proses *develop* sedang berlangsung suhu mengalami kenaikan dan penurunan sehingga menyebabkan beberapa efek sebagai berikut [13]:

- a. Efek yang terjadi pada gambar ketika suhu meningkat pada saat proses *develop* berlangsung yaitu: terjadi peningkatan pada kerapatan gambar pada paparan yang sama (menyebabkan peningkatan kecepatan film), bahan kimia meningkatkan sedikit kabut dan dapat meningkatkan kontras pada gambar. Jika peningkatan suhu terlalu parah maka akan menyebabkan peningkatan berat jenis, peningkatan kabut kimia yang tidak dapat diterima dan pengurangan kontras. Perhatikan Gambar 2.2 dibawah, yang mana pada gambar ditunjukkan sebuah grafik yang terjadi akibat dari kenaikan suhu pada saat proses pencucian film sedang berlangsung.



Gambar 2.2 Efek Kenaikan Suhu

- b. Efek yang terjadi pada gambar ketika suhu menurun pada saat proses *develop* berlangsung yaitu: tingkat kepadatan rendah dan kontras rendah akan tetapi jika penurunan suhu yang terjadi terlalu parah maka akan mengakibatkan terjadinya penurunan berat jenis dan bahkan kehilangan kontras. Perhatikan Gambar 2.3 dibawah, yang mana pada gambar ditunjukkan sebuah grafik yang terjadi akibat dari penurunan suhu pada saat proses pencucian film sedang berlangsung.



Gambar 2.3 Efek Penurunan Suhu

2.2.4 Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 merupakan sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC (dulu yang buat adalah Dallas Semiconductor, lalu dicaplok oleh Maxim Integrated

Products). Sensor DS18B20 merupakan sensor digital yang memiliki 12-bit ADC internal. Sangat presisi, sebab jika tegangan referensi sebesar 5Volt, maka akibat perubahan suhu, ia dapat merasakan perubahan terkecil sebesar $5/(2^{12}-1) = 0.0012$ Volt pada rentang suhu -10 sampai +85 derajat Celcius, sensor ini memiliki akurasi +/-0.5 derajat. Sensor ini bekerja menggunakan protokol komunikasi 1-wire (one-wire). Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang -55°C hingga 125°C dengan ketelitian (+/-0.5°C) [14].

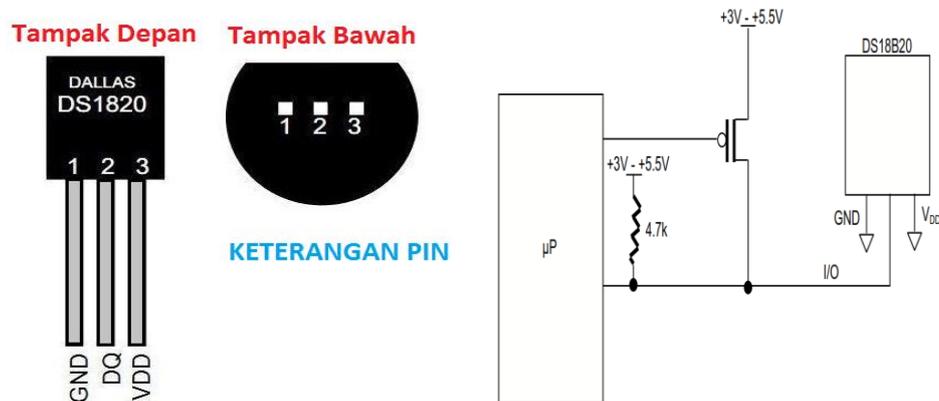
Sensor suhu DS18B20 menyediakan pembacaan suhu 9 hingga 12-bit yang dapat dikonfigurasi menunjukkan suhu perangkat. Informasi dikirim ke / dari DS18B20 melalui antarmuka 1-kawat, sehingga hanya satu kabel (dan *ground*) yang dihubungkan dari mikroprosesor pusat ke DS18B20. Kekuatan untuk membaca, menulis, dan melakukan konversi suhu dapat diturunkan dari jalur data itu sendiri tanpa perlu eksternal sumber daya.

Karena setiap DS18B20 berisi nomor seri silikon unik, beberapa DS18B20s dapat ada pada bus 1-kawat yang sama. Ini memungkinkan penempatan sensor suhu di banyak tempat berbeda. Aplikasi di mana fitur ini berguna termasuk kontrol lingkungan HVAC, merasakan suhu di dalam gedung, peralatan atau mesin, dan proses pemantauan dan kontrol [15].

Adapun beberapa fitur yang terdapat pada sensor DS18B20 ini sebagai berikut:

- a. Antarmuka 1-kawat yang unik hanya membutuhkan satu pin port untuk komunikasi.

- b. Dapat diberdayakan dari jalur data. Sumber Daya listrik kisaran 3.0V hingga 5.5V.
- c. Mengukur suhu dari -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$. Setara dengan Fahrenheit adalah -67°F hingga $+257^{\circ}\text{F}$.
- d. $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ akurasi dari -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$.
- e. Konversi suhu 12-bit ke kata digital di 750 ms (maks.).
- f. Resolusi termometer dapat diprogram dari 9 hingga 12 bit [15].



Gambar 2.4 Konfigurasi Sensor Suhu DS18B20 [15]

Keterangan PIN:

- GND : *Ground*
- DQ : *Data IN/OUT*
- VDD : *Power Supply Voltage*

2.2.5 Arduino

Arduino merupakan merupakan sebuah rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk

digunakan. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino merupakan sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328 yang mampu dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB [16].



Gambar 2.5 Arduino Uno [17]

Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino UNO [18]

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	ATMega328
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Inputan (disarankan)	7-12V
Batas Tegangan Input	6-20V
Pin Digital I/O	14 (6 pin sebagai output PWM)
Pin Analog Input	6
Arus DC per I/O Pin	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATMega328), sekitar 0,5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB (ATMega328)
EEPROM	1KB (ATMega328)
Clock	16 MHz

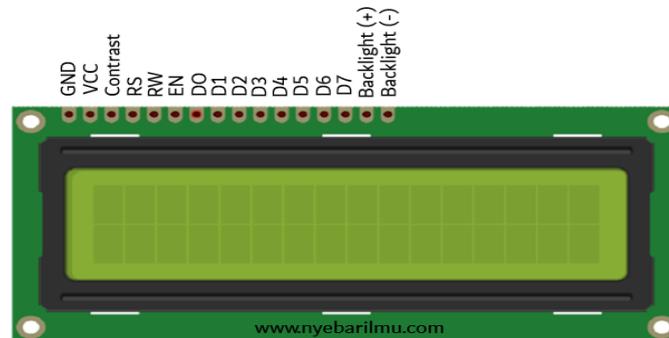
2.2.6 *Liquid Cristal Display (LCD)*

Liquid Cristal Display (LCD) merupakan sebuah perangkat keras yang berfungsi sebagai penampil data baik berupa huruf, karakter, angka maupun grafik. *Liquid Cristal Display (LCD)* dibuat dengan teknologi *CMOS logic* yang sistem kerjanya tidak menghasilkan cahaya akan tetapi bekerja dengan memantulkan cahaya yang berada di sekitarnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit* [19].



Gambar 2.6 *Liquid Cristal Display* [19]

LCD atau *Liquid Crystal Display* pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian *Backlight* (Lampu Latar Belakang) dan bagian *Liquid Crystal* (Kristal Cair). *Liquid Crystal Display (LCD)* memiliki berbagai macam ukuran salah satunya LCD 16×2 yang terdiri dari 16 kolom dan 2 baris. LCD ini berisi 16 pin jalur data, jalur kontrol, *power* dan *Back Light*. LCD ini juga memiliki 2 baris dimana masing-masing baris memuat 16 karakter. Pada LCD juga terdapat *back light* yang akan menampilkan karakter, huruf, angka maupun grafik walaupun dalam kondisi yang gelap [20].



Gambar 2.7 Pin – pin Pada *Liquid Cristal Display* [21]

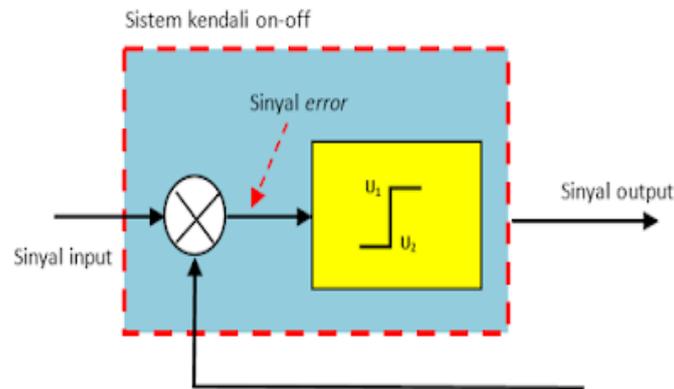
Tabel 2.4 Keterangan Pin – pin Pada *Liquid Cristal Display* [20]

No	Nama	Keterangan
1	GND	Catu daya 0 Vdc
2	VCC	Catu daya positif
3	<i>Constrate</i>	Untuk kontras tulisan pada LCD
4	RS atau <i>Register Select</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>High</i> : untuk mengirim data ○ <i>Low</i> : untuk mengirim instruksi
5	R/W atau <i>Read/Write</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>High</i> : mengirim data ○ <i>Low</i> : mengirim instruksi ○ Disambungkan dengan <i>LOW</i> untuk pengiriman data ke layar
6	E (<i>enable</i>)	untuk mengontrol ke LCD ketika bernilai <i>LOW</i> , LCD tidak dapat diakses
7	D0-D7	Data Bus 0 – 7
8	<i>Backlight+</i>	disambungkan ke VCC untuk menyalakan lampu latar
9	<i>Backlight-</i>	disambungkan ke GND untuk menyalakan lampu latar

2.2.7 Sistem Kontrol *ON/OFF*

Pengendali on-off adalah pengendali yang paling dasar dalam sistem kendali. Karena karakteristiknya, pengendali ini dikenal juga dengan sebutan pengendali dua-posisi atau dua langkah. Pengendali ini merupakan pengendali yang paling sederhana dan paling murah namun mencukupi untuk aplikasi-

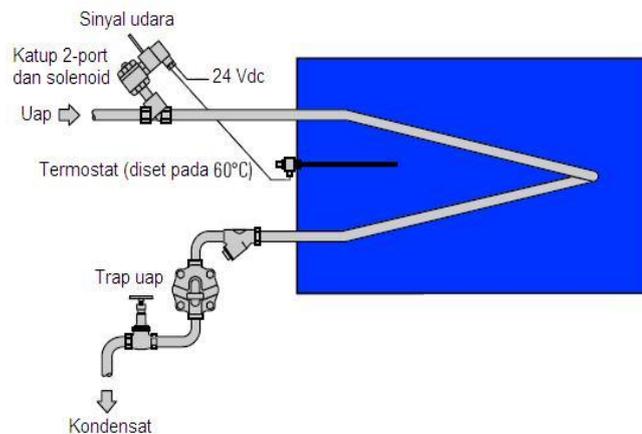
aplikasi di mana tidak diperlukan ketelitian yang tinggi [22]. Aksi kendali dua posisi adalah aksi kendali otomatis yang hanya mempunyai dua kondisi/posisi, yaitu *On* dan *Off*. Sehingga sistem kendali dua posisi ini sering juga disebut dengan sistem kendali *On - Off*. Gambar 2.8 dibawah merupakan gambar diagram blok sistem kendali dua posisi *on - off*.



Gambar 2.8 Diagram blok sistem kendali *on-off* [23]

Dalam sistem kendali On-Off untuk memperoleh sinyal keluaran sistem dapat dilakukan dengan mengambil dari sinyal keluaran pengendali $u(t)$ yang cenderung tetap pada salah satu nilai maksimum atau minimum, tergantung apakah sinyal pembangkit kesalahan (error) positif atau negatif [23].

Untuk mengetahui bagaimana kerja dari pengendali On-Off ini, perhatikan Gambar 2.9 dibawah. Tangki air yang ditunjukkan pada Gambar 2.9, tujuannya adalah memanaskan air di dalam tangki dengan menggunakan energi dari koil uap sederhana. Pada pipa menuju koil dipasang katup 2-port dan aktuatur, lengkap dengan termostat yang ditempatkan di air dalam tangki.



Gambar 2.9 Kontrol Suhu [22]

Misalkan, dalam hal ini, suhu yang diinginkan atau setpoint adalah 60°C dan thermostat sebagai sensor suhu juga diset pada suhu 60°C . Apa yang terjadi bila thermostat diset pada satu titik seperti ini? Logikanya apabila titik penyakelarnya tepat pada suhu 60°C , sistem tidak dapat beroperasi dengan baik, karena katup tidak tahu apakah harus membuka atau menutup pada suhu tersebut. Akibatnya katup akan membuka dan menutup pada interval waktu yang sangat pendek (cepat) yang bisa menyebabkan kerusakan. Kerusakan tidak terbatas pada katupnya saja bisa jadi sistem penggerakannya akan rusak juga.

Maka dari itu, thermostat harus memiliki batas atas dan batas bawah. Hal ini sangat penting untuk mencegah siklus membuka-menutup terlalu cepat seperti yang telah disinggung di atas. Misalnya, dalam hal ini batas atasnya adalah 61°C , yang merupakan titik di mana thermostat akan memerintahkan katup untuk menutup dan batas bawahnya 59°C , titik di mana thermostat akan memerintahkan katup untuk membuka. Jadi, ada perbedaan titik penyakelaran yang sudah dibuat pada thermostat sebesar $\pm 1^{\circ}\text{C}$ dari 60°C sebagai set point [22].