BAB III

METODE

3.1 Peralatan dan Bahan

A. Peralatan

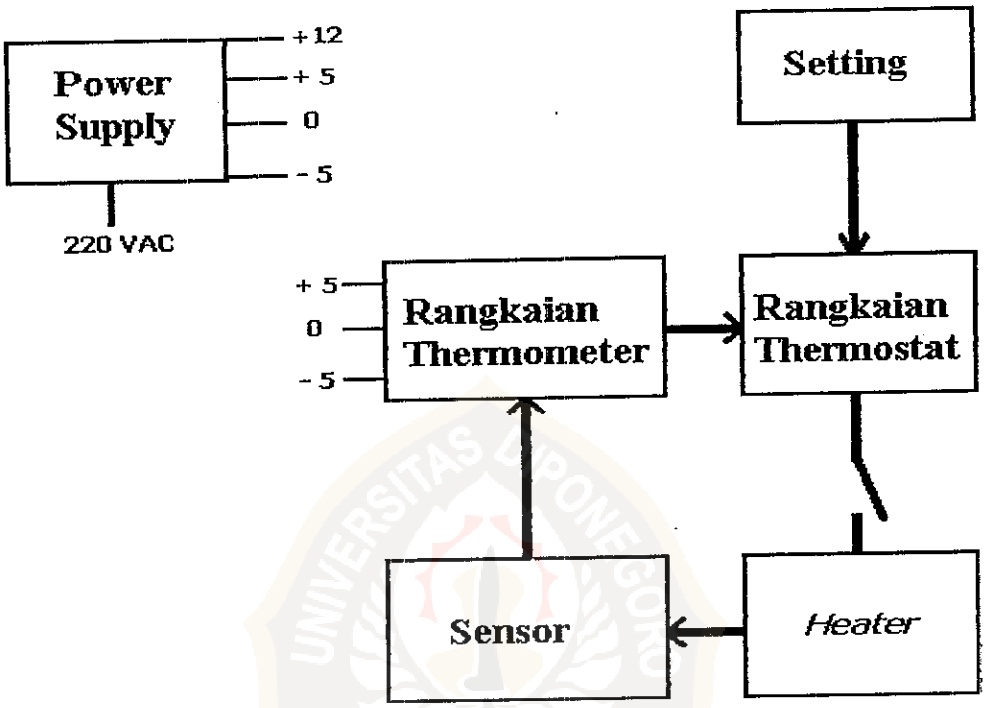
1. Avometer Digital
2. Tools set
3. Thermometer

B. Bahan-bahan

1. Capasitor
2. Transistor 2 N2222
3. Dioda
4. IC LM 324, IC CA 3140
5. Resistor
6. Heater
7. Sensor Dioda IN4148, IC LM 35 dan NTC

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.2 Skema Rangkaian Pengatur Suhu *Waterbath*



Gambar 3.1 Skema rangkaian pengatur suhu

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.3 Cara Kerja

Rangkaian *power supply*, jika *main switch ON* (saklar ditekan) tegangan jala-jala akan mensuplai primer trafo pada bagian sekunder tegangan diturunkan sebesar 24VAC dan 12VAC, tegangan ini akan digunakan sebagai input IC KA317 dan AN7905T. Tegangan tersebut akan disearahkan oleh dioda bridge CR10, oleh capasitor diratakan sehingga menghasilkan tegangan DC sebesar 12Volt dan 5Volt, yang akan dikirim keseluruh rangkaian.

Rangkaian termometer berfungsi untuk mendeteksi temperatur air pada *waterbath* dengan menggunakan sensor, yang berfungsi untuk merubah temperatur menjadi nilai tahanan. Di dalam rangkaian termometer nilai tahanan ini akan dirubah menjadi tegangan yang selanjutnya dikuatkan oleh rangkaian yang berada didalam termometer. Besaran arus (nilai arus) yang dihasilkan oleh rangkaian termometer dimasukkan ke rangkaian termostat.

Fungsi dari rangkaian termostat adalah untuk menentukan bekerja atau tidaknya *heater*. Besarnya temperatur atau lamanya *heater* bekerja bisa ditentukan dengan mengaturnya pada rangkaian *setting*. Panas yang dihasilkan oleh *heater* akan dideteksi oleh sensor yang akan memberi imformasi ke rangkaian termometer. *Heater* dapat diatur untuk bekerja pada temperatur antara 25 ^{0}C – 55 ^{0}C. Bila temperatur di bawah nilai yang diinginkan termostat mengendalikan supaya *heater* terjadi pemanasan. Dan bila temperatur telah mencapai nilai yang diinginkan pemanasan akan terhenti. Hal ini berulang terus sehingga temperatur selalu konstan.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.4 Prosedur Penelitian

1. Merancang dan merealisasi rangkaian termometer pada pengatur suhu *waterbath* meliputi rangkaian penghasil arus konstan dan rangkaian intrumentasi.

a. Rangkaian penghasil arus konstan

Dalam rangkaian penghasil arus konstan yaitu memberikan arus yang tetap bagi basis transistor. Rangkaian ini di rancang dalam sebuah penguat operasional (Op-amp) merupakan penguat gandeng langsung dan mempunyai faktor penguatan yang tinggi. Di rangkaian tersebut terlihat simbol penguat operasional 1 (A1) di perlihatkan dalam gambar perancangan yaitu dalam sebuah IC op-amp.

- IC op-amp : IC LM 324
- Catu daya : + 5 Volt
- Vref : + 2,5 Volt (di peroleh dari rangkaian).

b. Rangkaian intrumentasi

Pada rangkaian ini di buat dengan menghubungkan sebuah penguat tersangga ke sebuah penguat diferensial membentuk rangkaian penguat intrumentasi.

Penguat intrumentasi adalah penguat yang paling berguna untuk pengukuran, intrumentasi atau pengendalian karena penguat ini dirancang dengan beberapa op-amp dan tahanan presisi yang membuat rangkaiannya

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

sangat stabil dan berguna bila mana ketelitian merupakan hal yang penting (Coughlin, 1992).

Dan penguat seperti ini berguna pada bagian muka dari intrumen ukur karena impedansi inputnya yang tinggi (Malvino, 1985).

Ciri-ciri penguat intrumentasi diringkaskan sebagai berikut :

1. Gain tegangannya, dari masukan diferensial (V1-V2) kekeluaran berujung tunggal, di setel oleh satu tahanan.
2. Resistansi masukan dari kedua masukannya sangat tinggi dan tak berubah jika gainnya berubah.
3. Vo tidak tergantung pada tegangan bersama V1 maupun V2 (tegangan mode bersama, melainkan hannya pada perbedaan keduanya).

Perancangan terlihat seperti pada lampiran.

2. Merancang dan merealisasi rangkaian termostat pada pengatur suhu *waterbath* meliputi rangkaian komparator dan rangkaian pengendali.

a. Rangkaian komparator

Komparator atau pembanding adalah membandingkan tegangan isyarat pada satu masukan dengan satu tegangan acuan pada masukan lainnya.

Pada rangkaian ini sebagai gerbang komparator di pilih IC CA 3140 karena mempunyai impedansi masukan yang sangat tinggi, arus masukan sangat rendah dan kualitas kerja dengan kecepatan tinggi.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

b. Rangkaian pengendali

Transistor sebagai saklar pengendali pemanasan elemen dipilih transistor BD235, dengan *type* NPN. Dan untuk menjaga kestabilan tegangan dititik A di pakai dioda zener 1,5 V.

Pemakaian transistor sebagai saklar merupakan penggunaan yang sederhana, dapat di umpamakan seperti sebuah saklar mekanik, yaitu hanya mengenal dua keadaan yakni keadaan menghantar (saturasi), dan keadaan tersumbat *(cut off)*, hal ini dikontrol oleh tegangan basisnya. Bila transistor menghantar arus dari kolektor ke emiternya, keadaan ini dapat disamakan dengan saklar yang tertutup.. Pada saat transistor tidak menghantar, sehingga tidak ada arus yang mengalir dari kolektor ke emiter, keadaan ini di samakan dengan saklar terbuka.

Perancangan terlihat seperti pada lampiran.

3. Menggabungkan rangkaian termometer dan rangkaian termostat dalam merancang rangkaian pengontrol atau rangkaian pengatur suhu *waterbath* dapat dibuat dengan menghubungkan rangkaian termometer ke sebuah rangkaian termostat.

   a. Rangkaian termometer

   Rangkaian ini mendapat catu daya +5 Vdc dari power *supply*. Tegangan referensi dihasilkan dari LM 336 yang menghasilkan tegangan sebesar 2,5 V sebagai catu daya untuk sensor. Tegangan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

referensi untuk masukan bagi kaki 3 IC AI (LM 324) diperoleh dari pembagi tegangan, sehingga didapat tegangan untuk kaki 3 IC AI sebesar 1,2 Vdc. Rangkaian penghasil arus konstan memberikan arus yang tetap bagi basis transistor.

Tegangan pada kaki 5 berubah-ubah sesuai kenaikan tegangan sensor yang bersamaan dengan perubahan temperatur. Tegangan pada kaki 5 dianggap sebagai V_1, tegangan pada kaki 10 dianggap sebagai V_2. Perbedaan kedua tegangan tersebut akan dikuatkan pada rangkaian penguat instrumentasi. Keluaran rangkaian penguat instrumentasi dihubungkan kerangkaian termostat yang terdiri atas IC LM CA 3140 yang berfungsi sebagai IC pengontrol pemanas.

b. Rangkaian termostat

Pada rangkaian termostat ini berfungsi untuk mengontrol pemanasan elemen dengan *setting* (antara 0,5 – 2,5 volt) dengan tegangan input yang berasal dari keluaran rangkaian termometer.

Apabila V*setting* lebih besar dari V*in*, berarti temperatur belum mencapai panas yang dikehendaki, sehingga transistor masih bekerja sebagai saklar tertutup, maka pemanasan elemen terus berlangsung, indikator *LED* tetap menyala. Dan bila V*in* lebih kecil dari V*setting* berarti temperatur yang dikehendaki telah melebihi temperatur yang diinginkan, maka keluaran komparator pada kaki 6 (IC CA 3140) menjadi -V*sat*, sehingga dioda zener menjadi *forward* (maju).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Arus basis transistor (TR2) menjadi nol, transistor bekerja sebagai saklar terbuka maka pemanasan elemen terhenti, di tandai dengan matinya indikator *LED.*

1. Selanjutnya mengamati tegangan keluaran sensor dengan memasangkan sensor untuk *ring* suhu, untuk Dioda 1N4148, NTC dan IC LM 35.

A. Mengamati tegangan keluaran dengan mengganti-gantikan sensor yang dipergunakan yaitu Dioda 1N4148, NTC dan IC LM 35.

a. Sensor Dioda 1N4148

Untuk mengamati tegangan keluaran sensor Dioda 1N4148 ini dengan tegangan input 1,24 Volt.

Terlihat pada suhu 28^0C tegangan keluaran sebesar 3,74 Volt sampai dengan 37^0C dengan tegangan keluaran sebesar 3,65 Volt dengan demikian terlihat tegangan keluarannya turun terhadap kenaikan suhu.

b. Sensor NTC

Mengamati tegangan keluaran sensor NTC dengan tegangan input 1,24 Volt.

Terlihat pada suhu 32^0C tegangan keluaran sebesar 0,620 Volt sampai dengan 41^0C dengan tegangan keluaran turun sebesar 0,255 Volt terhadap kenaikan suhu.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

c. Sensor IC LM 35

Mengamati tegangan keluaran sensor IC LM 35 dengan tegangan input 1,24 Volt.

Pada suhu 36^0C tegangan keluaran 3,58 Volt sampai dengan 45^0C dengan tegangan keluaran sebesar 3,47 Volt dengan demikian terlihat tegangan keluarannya turun terhadap kenaikan suhu.

Dari perbandingan ketiga sensor tersebut dapat terlihat tabel data pengukuran pada lampiran.

4. Membuat grafik hubungan suhu masukan sensor terhadap tegangan keluaran baik untuk sensor Dioda 1N4148, NTC dan IC LM 35.

   Dalam pembuatan grafik tersebut dengan mempergunakan program *excel*, selanjutnya dari data pengukuran Dioda 1N4148, NTC dan IC LM 35 dimasukkan ke program *excel* selanjutnya dapat terlihat hasil dari tegangan keluaran terhadap suhu.

   Dari grafik tampilan tersebut, dicari slope atau hubungan antara tegangan keluaran Dioda 1N4148, NTC dan IC LM 35 terhadap suhu.

5. Analisis data

   Dalam menganalisis data ini dapat terlihat bahwa pengukuran tegangan keluaran dari sensor Dioda 1N4148, NTC dan IC LM 35 dengan tegangannya tetap (konstan) yaitu : 1,24 Volt memperlihatkan kenaikan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

suhu, artinya bahwa setiap perubahan temperatur maka tegangan keluarannya akan berubah.

3.5 Analisa

Prosedur analisa dilakukan dengan pengukuran pada rangkaian termometer dengan menggunakan sensor yang berbeda yaitu jenis : IC LM 35, Dioda 1N4148 dan NTC dengan tujuan membandingkan ketiga jenis komponen tersebut agar dapat mengetahui sensitivitasnya sebagai sensor suhu.

3.6 Sensor

Sensor sebagai alat deteksi temperatur yang digunakan pada penelitian ini adalah NTC, IC LM 35 dan Dioda 1N4148.

1. NTC *(Negative Temperature Coeficient)*

NTC yaitu termistor yang nilai tahanannya berkurang jika terjadi kenaikan suhu setiap 1°C. Sedangkan termistor adalah suatu tahanan termal yang merupakan komponen semikonduktor yang berkelakuan seperti resistor yang bersifat NTC.

NTC sejenis resistor yang harga resistansinya dipengaruhi oleh temperatur. Apabila temperatur naik atau bertambah maka harga resistansinya akan berubah turun atau sebaliknya (Budhianto, 1983).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2. IC LM35

IC LM35 yaitu pengindera suhu yang memberikan tegangan keluaran yang berbanding langsung dengan suhu yang diukurnya, dalam derajat celsius. Ini berarti bahwa kalau suhu 0 ^{0}C maka tegangan keluarannya adalah 0 Volt. Tegangan output naik 10 mV untuk setiap derajat celsius, sehingga pada 19,8 ^{0}C tegangan outputnya adalah 0,198V. Ini adalah keuntungan penting kalau dibandingkan dengan pengindra suhu lain yang tertentu dalam kelvin. (Anonim, 2000).

3. Dioda Silikon 1N4148

Dioda ini mempunyai arus puncak 500mA dan tegangan maju 1V, arus 10 mA. Dioda semikonduktor memiliki karakteristik khusus yaitu sifatnya yang tidak simetri, maksudnya arus yang mengalir melewati dioda pada arah tertentu jauh lebih kecil dari arus yang mengalir pada arah yang berlawanan.

Fungsi dioda semikonduktor antara lain sebagai penyearah, pembatas arus, filter (penapis), *clipper* (pemotong), *clamper* (pendorong) dan sensor temperatur.

Dioda silikon digunakan untuk sensor temperatur karena dioda silikon pada suhu ruang mempunyai elektron bebas yang lebih sedikit dibanding kristal germanium. Hal ini akan berhubungan dengan kestabilan atom-atomnya.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Saat temperatur berada pada harga nol mutlak, kristal silikon berlaku seperti isolator sempurna. Sedangkan pada saat temperatur di atas nol mutlak, penambahan panas akan menyebabkan perubahan pada ikatan kovalen atom-atom silikon. Adanya energi panas memutuskan beberapa ikatan kovalen, sehingga dengan energi ini elektron valensi berpindah ke pita konduksi.

Makin tinggi suhu maka makin besar jumlah elektron tertendang ke dalam pita konduksi, makin besar arus elektron yang mengalir sehingga makin besar pula arus listrik yang melewati dioda tersebut (Malvino, 1985).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)