

BAB IV METODE PENELITIAN

Rancangan riset yang telah dilaksanakan adalah eksperimental yang diawali dengan desain dari prototipe alat berdasarkan teori yang ada. Selanjutnya dilakukan implementasi desain tersebut melalui eksperimen di laboratorium. Penelitian ini akan dilaksanakan pada Laboratorium Fisika Terapan dan Laboratorium Elektronika pada Jurusan Fisika FMIPA UNRI serta berbagai bengkel kerja untuk membuat komponen penelitian serta ditunjang oleh tenaga peneliti yang memadai untuk menunjang kelancaran penelitian ini. Disamping itu penelitian ini melibatkan mahasiswa tingkat sarjana dalam eksperimen serta pengolahan data untuk penelitian tugas akhirnya yang diambil dari data riset.

IV.1. Persiapan Penelitian

Pada penelitian ini telah dilakukan beberapa persiapan awal untuk menunjang kelancaran pekerjaan sebagai berikut.

IV.1.1 Literatur Recherché,

Literatur recherche telah dilakukan untuk mengumpulkan literatur yang mendukung penelitian ini di dalam tema penggunaan sensor PTC sebagai detektor untuk mengukur kecepatan aliran udara. Penelusuran literatur telah dilakukan dengan melakukan kontak dengan rekan-rekan di dalam seperti di perguruan tinggi di pulau Jawa dan di luar negeri seperti di Jerman dan Malaysia dengan mengingat keterbatasan sarana literatur yang ada di Universitas Riau. Dari penelusuran diperoleh gambaran bahwa belum terdapat penggunaan sensor suhu PTC untuk sensor kecepatan udara sekaligus menentukan arah vektor aliran udara. Umumnya, anemometer yang dipergunakan untuk mengukur kecepatan udara dipilih dari hotwire.

IV.1.2. Pemesanan Alat dan Bahan

Penelitian ini bersifat eksperimen dan memerlukan beberapa alat dan bahan habis. Pembelian sampel sensor serta komponen elektronik yang akan dipergunakan untuk diperlukan dalam penelitian ini dipesan dari beberapa sumber seperti Firma Epcos dan Buerklin di luar negeri. Oleh karena komponen alat yang menjadi bahan penelitian harus di pesan dan memerlukan waktu maka untuk memperlancar jalannya penelitian maka dilakukan persiapan lainnya seperti mempersiapkan alat-alat penelitian yang telah tersedia seperti oven Heraeus, power supply dan catu daya stabil, kartu antar muka (ADC), software dan PC untuk

mengkuisisi data pengukuran. Pembuatan rangkaian elektronik dan karakterisasi sensor dilakukan sepenuhnya di Universitas Riau, sementara pembuatan dudukan cakram ukur untuk menentukan sudut vector aliran udara dilakukan dengan pemesanan pada bengkel kerja jurusan Fisika FMIPA ITB Bandung.

IV.1.3. Persiapan Peralatan Lab. dan Instrumen Ukur

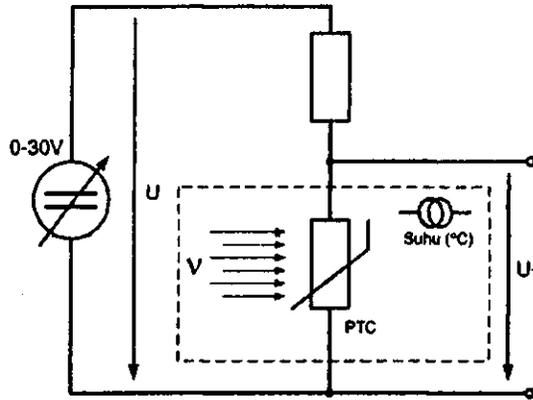
Untuk menunjang pengukuran di lab telah disiapkan beberapa peralatan sebagai berikut untuk mempermudah pekerjaan: Osiloskop Digital Philips PM3382 100Mhz, Multimeter Digital Advantest R8240, Termostat Heraus 6060 $T_{max} = 300^{\circ}\text{C}$ yang berguna untuk pengujian sensor, ADC Card Velleman + Software PC2000, Hewlett Packard Quartz Thermometer 2804A, Hewlett Packard Digital Voltmeter HP3456A dan alat ukur Keithley Nanovoltmeter 181. Karakterisasi sensor akan dilakukan di Universitas Riau.

Untuk karakterisasi sensor suhu PTC sebagai detektor kecepatan dan sudut vektor aliran udara maka telah dikembangkan suatu terowongan udara kecil (*mini wind channel*) yang dibuat dari pipa PVC berdiameter 8 inchi dimana dilakukan karakterisasi sensor pada variasi kecepatan aliran dan sudut datang udara. Dengan mempergunakan trafo toroida tegangan AC maka kecepatan aliran udara yang tiba di permukaan sensor dapat divariasikan, sementara untuk mengubah-ubah sudut datang kecepatan aliran udara dilakukan dengan memutar cakram ukur pada sudut yang akan ditentukan.

IV.2. Kalibrasi Sensor PTC Untuk Mendeteksi Kecepatan Aliran Udara

Karakteristik statis dan dinamis dari sensor suhu PTC yang dipergunakan sebagai sensor kecepatan dan sudut alir udara dilakukan dengan mengukur sensor pada kondisi statis (udara tenang) dan dinamis (udara bergerak). Dari hasil pengukuran diperoleh kurva arus sebagai fungsi tegangan sensor $I(U)$ yang menyatakan fungsi transfer sensor akibat pengaruh dari lingkungannya.

Pada penelitian ini sensor PTC thermistor akan dikalibrasi mempergunakan rangkaian seperti pada gambar 4.1 berikut ini. Tegangan operasional U diatur melalui komputer dan data hasil pengukuran dibaca melalui interface ADC. Hasil pengukuran kemudian diolah mempergunakan software SigmaPlot dan Table Curve untuk membentuk kurva $I(U)$ dan dengan mempergunakan software Matlab dan Mathcad akan dimodelkan kurva $I(U)$ tersebut untuk memperoleh parameter model serta tahanan termal dari sensor sebagai fungsi dari kecepatan aliran udara.



Gambar 4.1. Rangkaian untuk mengkalibrasi sensor PTC-thermistor

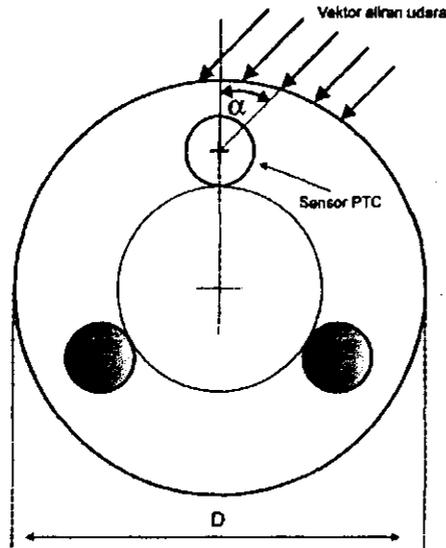
Sensor diberikan tegangan variabel dengan interval waktu yang bertujuan untuk mencapai waktu kondisi kesetimbangan sensor setelah self-heated. Suhu lingkungan (medium) T_M diukur mempergunakan sensor suhu ekstra. Akuisisi data arus dan tegangan sensor dilakukan pada $v = 0$ m/s dan pada variasi kecepatan aliran udara $v \neq 0$ m/s. Kurva $I(U)$ pada berbagai variasi kecepatan yang menghubungkan antara kecepatan aliran udara dengan tahanan termal dinyatakan dalam persamaan King's [Bradshaw, 1968] berikut:

$$R_w = (a + b \cdot v^n)^{-1} \quad (4.1)$$

dengan parameter regresi a dan b serta $n = 0.5$. Secara teoritis, kecepatan aliran udara v dapat dihitung sebagai fungsi dari tegangan terukur U_R pada tahanan seri R , dimana U_S - tegangan suplai sensor. Dari hasil penelitian ini akan diperoleh hubungan antara tahanan termal sebagai fungsi kecepatan udara, serta parameter regresi dari persamaan Kings diatas.

IV.3. Menentukan Sudut Vektor Aliran Udara

Untuk menentukan sudut aliran udara dipergunakan konfigurasi tiga elemen sensor yang ditempatkan pada sudut tertentu pada suatu bidang aliran silindris yang terletak dalam medan aliran asimetris. Ketiga elemen sensor PTC ditempatkan pada suatu sudut 120° antara satu dengan lainnya seperti diperlihatkan pada gambar 4.2. berikut ini.



Gambar 4.2 Susunan sensor: tiga elemen sensor suhu PTC-thermistor ditempatkan pada sudut tertentu pada bidang alir silindris

Dengan eksitasi periodik pada elemen sensor maka pengaruh suhu dapat dieliminir dari hasil pengukuran. Dari pembacaan pengukuran secara simultan dari ketiga elemen sensor maka kecepatan aliran udara dan sudut vektor arah aliran dapat dihitung selama operasi mempergunakan prosedur optimasi.

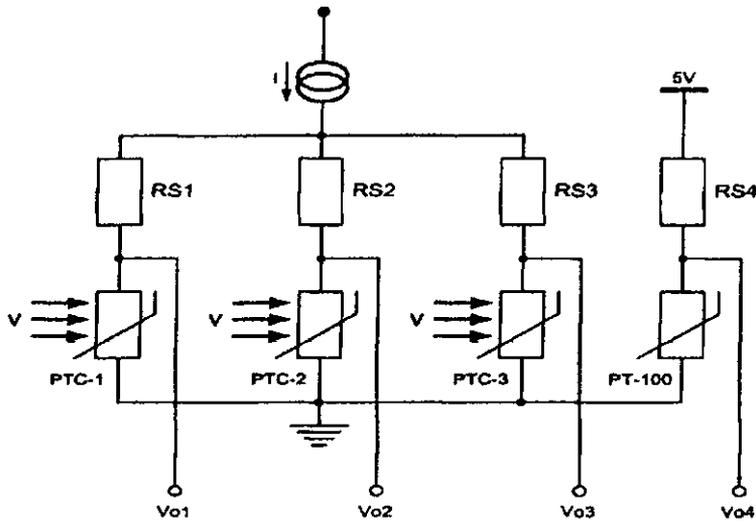
Struktur medan aliran asimetris dua dimensi ini memungkinkan pada penelitian ini untuk mengukur tegangan setiap sensor PTC $U_{PTC} = U_s - U_R$ yang bergantung pada sudut vektor aliran udara α dan kecepatan aliran udara v yang datang. Secara umum persamaan sensor dapat dimodelkan seperti persamaan berikut:

$$U_{PTC}(v, T, \alpha) = U_{0k}(v, T) + U_{1k} \cdot f(\alpha, \Delta\alpha_k) \quad (4.2)$$

dimana, $k = 1, 2, 3$ dan $\Delta\alpha_1 = 0^\circ$, $\Delta\alpha_2 = 120^\circ$, $\Delta\alpha_3 = 240^\circ$.

Dengan metoda yang diusulkan pada penelitian ini, semua informasi diperoleh dari sistem sensor ini sendiri. Prosedur oto-kalibrasi yang merupakan fitur dari „smart“ sensor dapat dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran elemen sensor asimetris di dalam silinder ukur, serta berdasarkan sinyal identik dari ketiga sensor yang diamati: $U_{PTC1} = U_{PTC2} = U_{PTC3}$ yang berimplikasi pada parameter model yang stabil serta arah aliran udara dapat secara mudah dievaluasi.

Ketiga elemen sensor yang ditempatkan pada medan asimetris tersebut akan diberikan sumber arus yang sama dan akan diukur tegangan jatuh pada terminal sensor seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Rangkaian Kalibrasi Karakteristik Elektris 3 Sensor PTC.

Pengukuran sudut vektor aliran udara dilakukan secara simultan. Dari pembacaan pengukuran tegangan keluaran V_{O1} , V_{O2} , V_{O3} dari ketiga elemen sensor serta tegangan keluaran sensor PT-100 untuk mengukur suhu lingkungan V_{O4} maka kecepatan aliran udara dan sudut vektor arah aliran udara dapat dihitung selama operasi mempergunakan prosedur optimasi.

IV.4. Penelitian Simulasi Penuaan Sensor

Untuk mensimulasikan proses penuaan pada thermistor maka sensor diberikan tegangan berbeda kontinyu selama selang waktu tertentu. Besarnya penyimpangan dari parameter-parameter sensor dapat diperoleh berdasarkan diferensiasi persamaan (4.3) yang memberikan:

$$\frac{\Delta R_T}{R_T} = \frac{\Delta R_{T0}}{R_{T0}} + \frac{\Delta B}{B} \cdot \left(\frac{B \cdot T_S - B \cdot T_C}{T_S} \right) \quad (4.3)$$

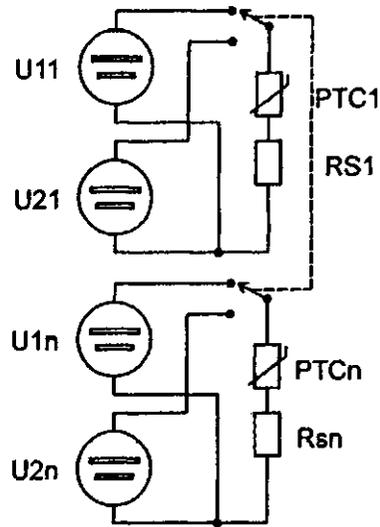
dimana

$\frac{\Delta R_T}{R_T}$ rasio penyimpangan nilai tahanan pada suhu T_S dari harga seharusnya akibat toleransi pengiriman dari R_{T0} dan B

$\frac{\Delta R_{TN}}{R_{TN}}$ rasio penyimpangan dari nilai tahanan nominal pada suhu nominal T_N , dan

$\frac{\Delta B}{B}$ rasio penyimpangan nilai B pada suhu nominal

Rangkaian dari proses penuaan diperlihatkan pada gambar 4.4 dimana setiap sensor memperoleh arus yang sama dengan selang waktu tertentu, dan mengalami perubahan panas. Karakteristik sensor pada setiap selang waktu tertentu akan diamati dan dibandingkan terhadap sensor baru (referensi).



Gambar 4.4. Simulasi proses penuaan sensor (ageing) dengan memberikan perlakuan tegangan secara kontinyu untuk melihat perubahan karakteristik sensor sebagai fungsi waktu

Penelitian ini akan dihentikan jika terdapat penyimpangan lebih besar dari 1,5% dari nilai awal referensi.