#### **BAB IV**

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Rancangan Perangkat

Pada penelitian ini menghasilkan dua hasil rancangan perangkat yaitu terdapat perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

# 4.1.1 Hasil Rancangan Hardware

Hasil rancangan hardware berhasil dibuat untuk mendeteksi suhu yang terdapat pada *induced draft fan*. Berikut hasil rancangan *hardware* yang telah dibuat.



**Gambar 4.1** Hasil Rancangan *Hardware* 

Pada Gambar 4.1 menunjukkan hasil rancang *hardware* untuk pendeteksi suhu *induced draft fan* menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontoller yang terintegrasi langsung dengan wifi ESP8266. Cara kerja dari hasil rancangan *hardware* ini dengan mengaktifkan *power supply* 24V dan NodeMCU ke tegangan listrik, kemudian tegangan positif *power supply* akan dihubungkan ke *input* positif pada transmitter 4-20 mA dan tegangan negatif *power supply* akan diteruskan ke *ground* NodeMCU. Pada transmitter 4-20 mA terdapat 3 input masukan sensor RTD dan keluaran dari transmitter 4-20 mA berupa arus ini berada pada pin negatif sebagai *output* transmitter akan dihubungkan ke resistor  $300 \Omega$  yang dipasang paralel dan resistor  $10 \Omega$  yang dipasang seri. Rangkaian resistor ini akan menghasilkan nilai resistor akhir berdasarkan perumusan berikut

• R<sub>pararel</sub>

$$\frac{1}{Rparalel} = \frac{1}{300} + \frac{1}{300} = \frac{2}{300}$$
$$\frac{1}{Rparalel} = \frac{2}{300}$$
$$Rpararel = 150\Omega$$

R<sub>total</sub>

$$Rtotal = Rpararel + Rseri$$
  
 $Rtotal = 150 + 10$   
 $Rtotal = 160\Omega$ 

Arus keluaran transmitter yang dihubungkan dengan  $R_{total}$   $160\Omega$  akan menghasilkan keluaran tegangan sesuai dengan perumusan hukum Ohm.

$$V = I \times R \tag{4.1}$$

ouput tegangan akan diteruskan ke pin analog input NodeMCU untuk membaca data terukur yang kemudian dikirimkan oleh wifi ke Labview untuk dilakukan pemantauan.

#### 4.1.2 Hasil Rancangan Software

Pada penelitian ini menggunakan *software* arduino IDE (*Integrated development enviroenment*) untuk membuat program pengukuran suhu dan menggunakan *software* Labview untuk melakukan proses pemantauan suhu *induced draft fan*.

## a. Pembuatan Program Arduino

Software yang digunakan pada penelitian ini adalah software arduino IDE untuk membuat program yang akan diupload ke NodeMCU sehingga mikrokontroller dapat menerima analog input dari sensor RTD yang kemudian akan diproses menjadi data digital. Pembacaan data digital dapat dipantau melalui serial monitor yang ada ada arduino IDE, namun pada penelitian ini data yang diproses akan langsung dikirimkan oleh WiFi ke Labview sehingga pemantauan dapat dilakukan menggunakan software Labview. Adapun proses pembuatan program pendeteksi suhu menggunakan sensor RTD di arduino IDE sebagai berikut:

- 1. Buka *software* arduino IDE, buka *tools* untuk memilih *board* NodeMCU 1.0 (ESP-12E *module*)
- 2. Download dan tambahkan library ESP8266 di arduino IDE ke dalam sketch
- 3. Kemudian buatlah program perumusan untuk sensor RTD

- 4. Tambahkan ssid dan password untuk menghubukan ke WiFi
- Tambahkan protokol UDP agar data yang terkirim oleh WiFi bisa terhubung ke Labview
- 6. Upload program.

Berikut ini contoh program arduino IDE:

```
File Edit Sketch Tools Help
 sketch_may16a§
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiUdo.h>
#ifndef STASSID
#define STASSID "sekarr"
#define STAPSK "1234567890"
#endif
int remotePort = 2000; //clien Device port
unsigned int localPort = 8888;// Server local port
IPAddress remoteIp(192,168,110,85);//Server Computer IP
char packetBuffer[UDP_TX_PACKET_MAX_SIZE + 1]; //buffer to hold incoming packet,
WiFiUDP Udp;
#define RTD A0
int RTDValue=0;
int temp=0;
float fvalue=0.00;
float suhu=0.00;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(STASSID, STAPSK);
  while (WiFi.status() != WL CONNECTED) {
    Serial.print('.');
    delay(500);
```

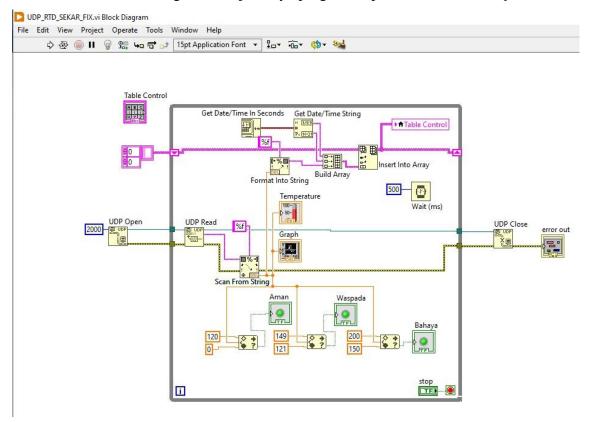
Gambar 4.2 Program Arduino IDE

#### b. Pembuatan Program Labview

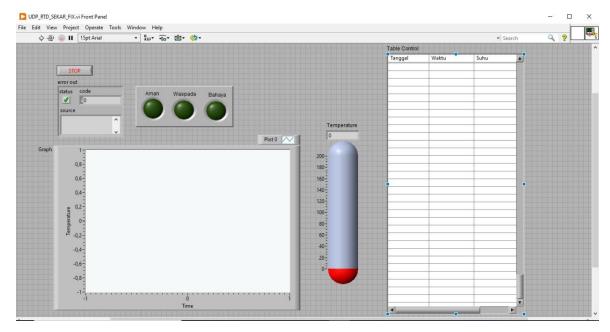
Untuk memantau suhu yang terbaca oleh sensor, penelitian ini menggunakan software Labview (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) untuk memantau perubahan suhu yang terjadi. Labview menggunakan bahasa pemrograman dataflow sehingga pada diagram block data pengukuran yang masuk ke sistem akan melewati aliran sistem proses hingga dapat menampilkan data pengukuran pada front panel. Berikut ini langkah-langkah dalam membuat program di software Labview:

- Buka aplikasi Labview dan akan muncul dua layar yaitu front panel dan diagram block.
- 2. Pada *diagram block* buat program sistem kontrol menggunakan protokol UDP (*user datagram protocol*). Protokol UDP ini dimulai dengan UDP *open* untuk menerima data yang terkirim oleh WiFi, kemudian dilanjutkan dengan UDP *read* yang di letakkan didalam *loop* untuk membaca data yang masuk dan

- memprosesnya menjadi data *string* untuk dapat ditampilkan pada *front panel* menjadi indikator suhu, grafik perubahan suhu, *range* tingkat bahaya perubahan suhu dan *tabel control*. Selanjutkan UDP *close* untuk menyelesaikan sistem prosesnya.
- 3. Pada *front panel* berisikan indikator-indikator yang akan menampilkan data yang telah diproses oleh oleh *diagram block*. Pada penelitian ini *front panel* berisikan indikator suhu berupa angka dan termometer, grafik perubahan suhu yang terjadi setiap detiknya, *tabel control* untuk menampilkan data yang terbaca setiap detik dan indikator yang dapat menentukan tingkat perubahan suhu dalam keadaan aman, waspada dan bahaya. Tingkat aman suhu yang terbaca terdapat pada *range* 0 120 °C, waspada pada *range* 121- 149 °C, bahaya pada *range* 150-200 °C.
- 4. Klik *run* pada pojok kiri atas *front panel* untuk menjalankan program Labview, sementara untuk menghentikan jalannya program dapat klik indikator *stop*.



Gambar 4.3 diagram block Labview



Gambar 4.4 Front Panel Labview

# 4.2 Uji Karakteristik Sensor RTD

Sebelum dilakukan pengujian di lapangan secara langsung perlu dilakukan pengujian karakteristik sensor RTD utnuk menentukan seberapa akurat dan sensitif sensor serta alat pengujian yang dibuat dalam mendeteksi suhu. Penelitian ini menggunakan suhu kalibrator merk Amtek sebagai alat ukur standar yang memberukan nilai acuan suhu untuk menguji sensor RTD. Pada saat proses pegujian sensor RTD akan dimasukkan ke dalam alat suhu kalibrator untuk dilakukan pemanasan menggunakan konduktor di dalam alat kalibrator. Berikut ini tabel uji karakteristik pengujian suhu sensor RTD dengan pembandinnya menggunakan suhu kalibrator.

Tabel 4.1 Uji Coba Pengukuran Suhu Menggunakan RTD dan *Temperature* Kalibrator

No.	Suhu Kalibrator	RTD (°C)					Rata-	Standar		<b>D</b> .		Error
							Rata $(\bar{X})$	Deviasi $(\Delta X)$	Presisi (%)	Bias	Akurasi (%)	
	(°C)	1	2	3	4	5						%)
1	50	46,55	47,69	47,64	47,83	48,01	47,54	0,5739	96,38	2,46	91,63	8,36
2	80	78,22	79,33	79,49	78,11	79,49	78,93	0,7006	97,33	1,07	96,03	3,96
4	100	109,77	109,62	109,94	109,13	109,93	109,06	0,7671	97,88	9,06	88,63	11,36
5	120	121,61	125,54	125,88	123,89	126,08	124,60	1,8812	95,47	4,60	91,46	8,53
6	150	159,34	161,42	159,26	158,96	162,01	160,20	1,4075	97,36	11,20	90,38	9,61
7	180	200	200	200	200	200	200	0	100	20	88	11
rata-rata								97,40		91,02		

Berdasarkan tabel uji karateristik sensor di atas, terlihat beberapa perhitungan yang dilakukan untuk melihat keakuratan dan sensitivitas alat ukur yang dibuat seperti pengukuran standar deviasi, presisi, bias, akurasi dan *error*. Digunakan nilai mutlak pada pengukuran ini dikarenakan banyaknya nilai pengukuran yang menyimpang dari nilai acuan alat ukur standarnya. Berikut contoh perhitungan dari tabel uji karakteristik sensor RTD di atas:

# • Standar deviasi $(\sigma)$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X}_i)^2}{(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{(46,55 - 47,54)^2 + (47,69 - 47,54)^2 + (47,64 - 47,54)^2 + (47,83 - 47,54)^2 + (48,01 - 47,54)^2}{(5-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{(-0,99)^2 + (0,5)^2 + (0,1)^2 + (0,29)^2 + (0,47)^2}{4}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,9801 + 0,25 + 0,01 + 0,0841 + 0,2209}{4}}$$

$$= \sqrt{\frac{1,3176}{4}}$$

$$= \sqrt{0,3294}$$

$$= 0.5739$$

### Presisi

$$Presisi = 100\% \left(1 - \frac{3\sigma}{\bar{X}}\right)$$

$$Presisi = 100\% \left(1 - \frac{3(0,5739)}{47,54}\right)$$

$$Presisi = 100\% \left(1 - \frac{1,7217}{47,54}\right)$$

$$Presisi = 100\% (1 - 0,03621)$$

$$Presisi = 100\% (0,9638)$$

$$Presisi = 96,38\%$$

• Bias

$$Bias = |X_{benar} - \bar{X}|$$
  
 $Bias = |50^{\circ}\text{C} - 47,54^{\circ}\text{C}|$   
 $Bias = 2,46^{\circ}\text{C}$ 

• Akurasi

$$Akurasi = 100\% \left(1 - \frac{2,46 + 3(0,5739)}{50}\right)$$

$$Akurasi = 100\% \left(1 - \frac{4,1817}{50}\right)$$

$$Akurasi = 100\% (1 - 0,0836)$$

$$Akurasi = 100\% (0,9163)$$

$$Akurasi = 91,63\%$$

• Error

$$Error = 100\% \left(\frac{bias + 3\sigma}{X_{benar}}\right)$$

$$Error = 100\% \left(\frac{2,46 + 3(0,5739)}{50}\right)$$

$$Error = 100\% \left(\frac{4,1817}{50}\right)$$

$$Error = 100\% (0,0836)$$

$$Error = 8,36\%$$

Sesuai dengan tujuan penelitian ini sensor RTD yang digunakan untuk mendeteksi suhu memiiki snsitivitas pengukuran yang baik karena saat konduktor di dalam alat kalibrator diberikan suhu dengan panas tertentu seperti 50°C hingga 180°C sensor dapat mengukur suhu mendekati nilai acuan yang diberikan, namun saat pengujian semakin lama sensor diletakkan di dalam kondukor maka pengukuran sensor terus meningkat walaupun suhu yang diberikan tidak terlalu tinggi, hal ini terlihat pada Tabel 4.1 suhu 100°C sehingga penulis harus mendinginkan sensor sebentar untuk mendapatkan pengukuran yang pas. Pada saat pengukuran suhu 180°C pengukuran yang terbaca sebenarnya melebihi 200°C namun pada program perumusan yang dibuat memiliki pemetaan suhu dengan range 0-200°C menyesuaikan batas pengukuran pada transmitter

yang digunakan sehingga pada saat uji coba suhu yang terukur hanya sampai 200°C. Berdarkan tabel diatas dengan nilai rata-rata nilai presisi 97,40% dan tingkat akurasi 91,02% alat instrumen yang dibuat ini sudah termasuk baik karena memiliki tingkat presisi dan akurasi di atas 90%.

# 4.3 Pemantauan Suhu Induced Draft Fan dan Pengujian Transmisi Data Lewat Wifi

Pengukuran suhu dan pengujian transmisi data lewat WiFi ini berguna untuk menentukan berapa lama *delay* yang terjadi saat sistem pemantauan dimulai dan melihat seberapa responsif pengukuran yang dikirimkan melalui WiFi jika pemantauannya dilakukan dengan jarak yang jauh dari titik sensor diletakkan. Pengujian ini juga dilakukan untuk menyesuaikan dengan ruang *control room* pihak perusahaan sehingga di masa yang akan datang dapat ditentukan jarak pemantauan maksimal untuk *induced draft fan. Induced draft fan* memiliki *range* suhu aman pada 0-120°C, waspada 121-149°C dan bahaya 150-200°C. Pada saat melakukan pengukuran suhu di lapangan *induced draft fan* dalam keadaan regulasi katub 100% dan arus yang diberikan sistem DCS untuk membuat motor bekerja sebesar 32 *Ampere*.

Tabel 4.2 Data Hasil Pengamatan Suhu *Induced Draft Fan* dan Transmisi Data WiFi

No.	Jangkauan Wifi (m)	Waktu Kirim (Jam:Menit:Detik)	Waktu Terima (Jam:Menit:Detik)	Delay (detik)	Suhu (°C)
1	10	14:17:10	14:17:10	0	110,71
2	20	14:23:01	14:23:01	0	110,40
3	30	14:30:01	14:30:02	1	108,94
4	40	14:35:01	14:35:02	1	109,07
5	50	14:38:01	14:38:03	2	109,38
6	80	14:49:01	14:30:03	3	109,78

Berdasarkan tabel diatas, pengukuran dilakukan mulai dari jarak 10 meter hingga 100 meter. Pada jarak 10 - 20 meter tidak terjadi *delay* saat sistem pemantauan dimulai dan suhu yang terbaca normal sebesar 110,71°C – 110,40°C. Kemudian pada jarak 30 - 40 meter terjadi *delay* 1 detik saat sistem pemantauan dimulai dan suhu yang terbaca normal sebesar 108,94°C dan 109,07°C. Pada jarak 50 meter dengan suhu 109,38°C pembacaan sensor mengalami *delay* 2 detik dan saat jarak 80 meter dengan suhu terbaca 109,78°C mengalami *delay* 3 detik saat sistem pemantauan dimulai. Dan pada jarak 90 hingga 100 meter sistem pemantauan tidak dapat lagi membaca pengukuran yang dikirim oleh WiFi. Pembacaan suhu yang tidak konstan ini karena perubahan suhu yang terjadi pada *induced draft fan* berubah-ubah setiap detiknya sehingga nilai yang terbaca pada Labview harus diambil nilai rata-ratanya terlebih dahulu. Pada pengukuran ini juga menunjukkan bahwa suhu pada *induced draft fan* tergolong aman dengan suhu ±110°C.