

BAB IV

PENGUJIAN, PERCOBAAN DAN ANALISA

4.1. Pengujian

4.1.1. Pengujian Power supply

Pengujian power suplay dilakukan dengan tujuan untuk memeriksa apakah tegangan keluaran sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh komponen-komponen pada rangkaian dimana tegangan yang dibutuhkan rangkaian adalah 5VDC. Untuk pengujian power suplay seperti pada table berikut ini :

Tabel 4.1 Pengujian Power Suplay

| Tegangan sumber (tegangan sebelum legulator) | Tegangan setelah regulator |
|---|----------------------------|
| 8.93 Volt DC | 5.02 Volt DC |

Table diatas menunjukkan bahwa rangkaian power suplay tersebut memenuhi syarat untuk digunakan dalam rangkaian karena tegangan yang diperlukan sensor kelembaban SHT11, LCD dan mikrokontroller ATmega16 adalah sebesar 5 Volt.

4.1.2. Pengujian LCD

LCD digunakan untuk menampilkan nilai kadar air pada biji kopi. LCD yang digunakan adalah LCD 16x2 yang nantinya akan menampilkan kelembaban dalam satuan %RH (relative humadity). Adapun tampilan LCD setelah micro di download program dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.1 Tampilan Layar LCD

Muncul tampilan pada LCD seperti diatas menandakan bahwa rangkaian interface ke modul LCD dapat bekerja dengan baik.

4.1.3. Validasi Alat Untuk Pengukuran Kelembaban / Kadar Air

Pengujian sensor kelembaban dilakukan dengan cara membaca kelembaban yang tertampil pada LCD, kemudian dibandingkan dengan kelembaban yang terbaca pada humaditymeter acuan. Pengambilan data dilakukan dikantor BMKG stasiun Yogyakarta. Sampling data dilakukan setiap lima menit sekali selama 2 jam. Data hasil penelitian kelembaban dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4.2 Data Hasil Penelitian Validasi Sensor Kelembaban

| No | Jam | Kelembaban (%RH) | | Selisih |
|----|-------|------------------|-----|---------|
| | | BMG | LCD | |
| 1 | 11.00 | 89 | 87 | 2 |
| 2 | 11.10 | 89 | 88 | 1 |
| 3 | 11.20 | 89 | 89 | 0 |
| 4 | 11.30 | 88 | 87 | 1 |
| 5 | 11.40 | 84 | 84 | 0 |
| 6 | 11.50 | 82 | 82 | 0 |

| | | | | |
|---------------|-------|-------------|-------------|----------|
| 7 | 12.00 | 81 | 80 | 1 |
| 8 | 12.10 | 82 | 82 | 0 |
| 9 | 12.20 | 80 | 79 | 1 |
| 10 | 12.30 | 79 | 79 | 0 |
| 11 | 12.40 | 79 | 79 | 0 |
| 12 | 12.50 | 74 | 74 | 0 |
| 13 | 13.00 | 73 | 73 | 0 |
| Jumlah | | 1066 | 1062 | 6 |

Nilai % kesalahan, % rerata kesalahan dan akurasi dari sensor kelembaban dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{Kesalahan} = \frac{\text{rerata selisih}}{\text{rerata tampilan LCD}} \times 100\%$$

$$\% \text{Kesalahan} = \frac{6}{1062} \times 100\%$$

$$= 0,56 \%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100 \% - 0.56 \% = 99.44 \%$$

Perbandingan kelembaban alat dengan humiditymeter dan data-data perhitungan diatas menunjukkan bahwa sensor kelembaban dapat berfungsi dengan

baik dengan tingkat kesalahan yang relative kecil yaitu 0.56 %. Nilai kelembaban yang terbaca oleh alat dipengaruhi oleh besar kecilnya penguapan.

4.1.4. Pengujian Alat Secara Keseluruhan

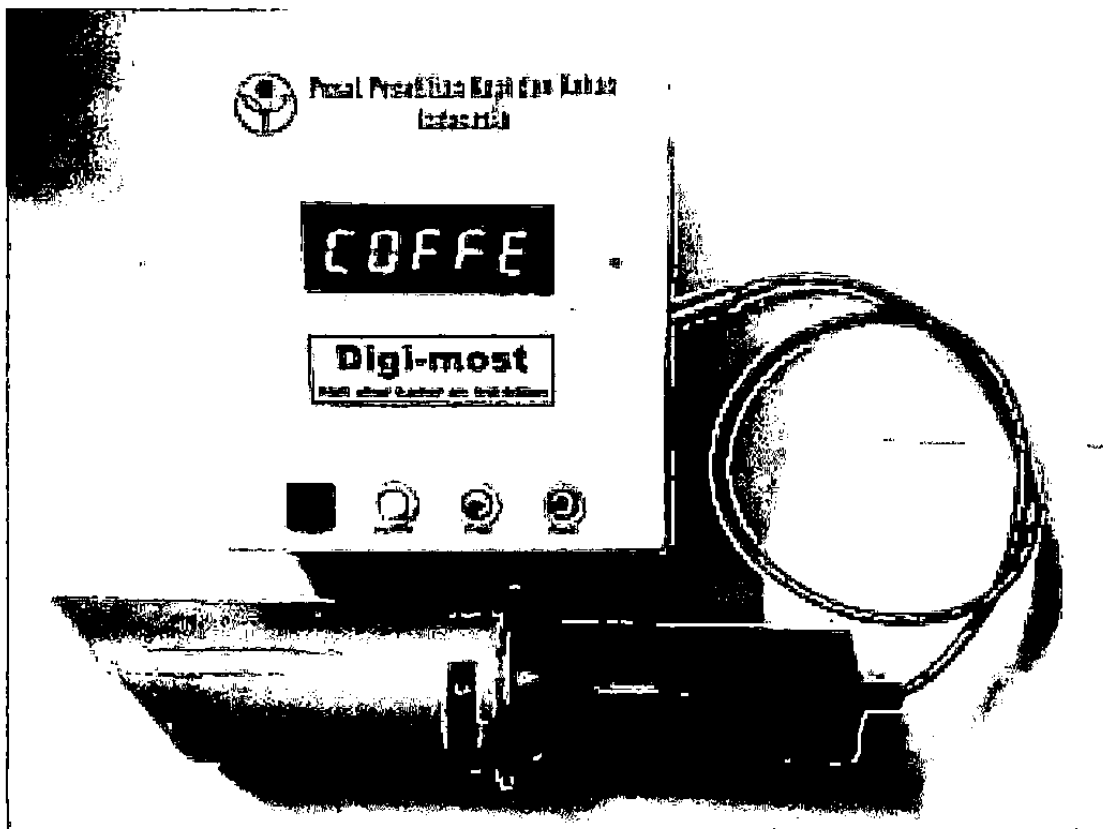
Pegujian alat secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja system secara keseluruhan. Pengujian kali ini melibatkan hampir keseluruhan rangkain yang telah dirancang. Pengujian rangkaian kontroler adalah pengujian terhadap fungsi-fungsi yang ada dalam rangkaian tersebut sesuai rancangan meliputi pengujian power suplay, pengujian rangkaian sensor, dan pengujian keluaran diplay. Pengujian sensor SHT11 telah dilakukan sebelumnya, keterangan dapat dilihat di sub bab 4.1.3 tentang pengujian sensor kelembaban. Pengujian tersebut sekaligus menguji display LCD yang digunakan. Ternyata LCD pada rangkaian kontroler dapat menampilkan karakter dengan baik untuk menampilkan data.

4.2. Percobaan

4.2.1. Bahan

Contoh biji kopi yang bervariasi kadar airnya diperoleh dari KUB Kebun Makmur Saungan Sleman Yogyakarta masing-masing telah disimpan selama disimpan 1 tahun, 1 tahun 2 bulan, 1 tahun 7 bulan dan sampel dari pedagang bubuk kopi yang telah disimpan selama 2 tahun. Alat pengukur kadar air yang diuji adalah hasil rancangan dan satu buah pengukur kadar air Digi-most sebagai alat pembanding. Alat pengukur kadar air Digimost type digital ini adalah buatan dari

salah satu lembaga riset perkebunan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, fungsi dari alat ini untuk mengetahui nilai kadar air yang terkandung pada biji bijian. berikut gambar alat pembanding Digi-most:



Gambar 4.2 Digi-Most Digital

4.2.2. Pengujian dan Analisa

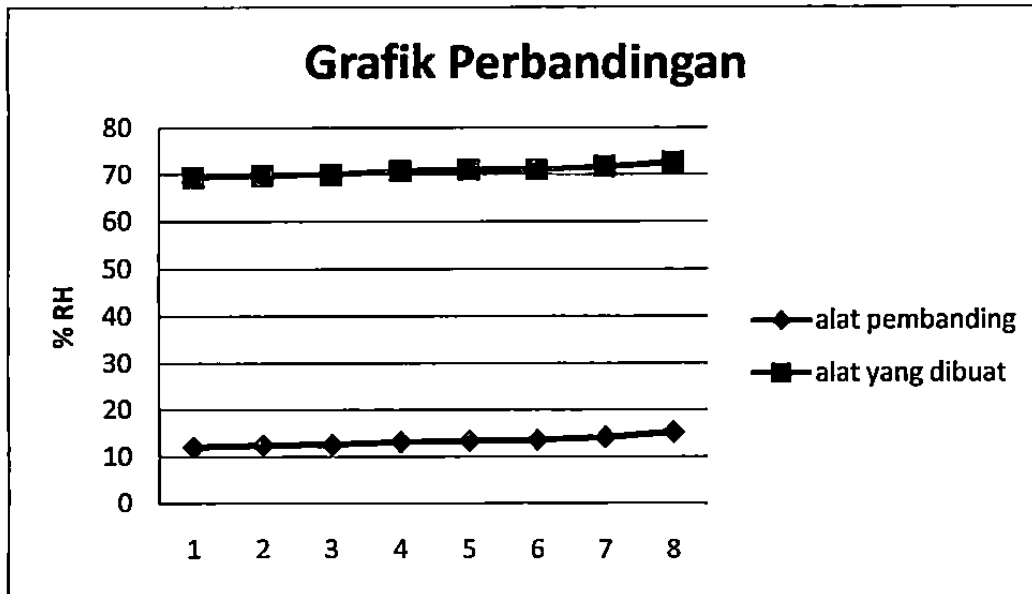
Sebanyak 8 macam contoh kopi yang bervariasi kadar airnya, masing-masing ditakar langsung oleh tabung penakar yang terdapat pada alat. selanjutnya dimasukkan kedalam alat pengukur kadar air kopi dan ditetapkan kadar airnya begitu juga dengan alat pengkalibrasiannya dengan biji kopi yang sama, Pada pengukuran sampel 1 didapat kadar air kopi sebesar 12.3 %RH pada alat ukur Digi-most sedangkan 69.4 %RH terbaca oleh alat pengukur kadar air yang telah dibuat sampel

2 pada alat ukur Digi-most menunjukkan besar kadar air kopi sebesar 12.5% dan 69.8 %RH terbaca oleh alat yang telah dibuat. Dan pada sampel 3 dengan kandungan kadar air 12.7 %RH yang terbaca oleh Digi-most sedangkan yang terbaca pada alat ukur yang telah dibuat adalah 69.9 %RH. Untuk lebih lengkapnya, nilai kadar air pada biji kopi baik dari hasil pengujian menggunakan Digi-most maupun hasil pengujian menggunakan alat yang telah dibuat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 hasil pengujian

| Sampel | Kadar Air Dalam Biji Kopi (%) | |
|--------|-------------------------------|----------------------|
| | Digi-most (%) | alat yang dibuat (%) |
| 1 | 12.1 %RH | 69.4 %RH |
| 2 | 12.5 %RH | 69.8 %RH |
| 3 | 12.7 %RH | 69.9 %RH |
| 4 | 13.4 %RH | 70.8 %RH |
| 5 | 13.6 %RH | 71.0 %RH |
| 6 | 13.6 %RH | 71.0 %RH |
| 7 | 14.2 %RH | 71.7 %RH |
| 8 | 15.2 %RH | 72.6 %RH |

Dari tabel di atas dapat dilihat perbandingan kadar air pada biji kopi diambil dari 8 sampel biji kopi yang berbeda-beda kadar airnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat grafik berbandingan nilai kadar air kopi alat yang dibuat dengan Digi-most berdasarkan kedelapan sampel biji kopi tersebut.



Dari grafik diatas dapat diketahui linieritas alat pengukur kadar air tersebut sampai nilai selisih alat kadar air yang telah dibuat mencapai nilai minimum, penulis menggunakan rumus regresi linier untuk mencari selisih pengukuran dari alat ukur kadar air tersebut. Rumus regresi linier sederhana adalah :

$$y = a + (b.x)$$

Kita tahu bahwa rumus regresi linier adalah $y = a + (b.x)$, dimana y adalah variabel dependen atau variabel tak bebas sedangkan x adalah variabel independen atau variabel bebas. y dianggap variabel tak bebas karena nilai variabel y dipengaruhi oleh variabel x dan tidak berlaku sebaliknya. Sedangkan nilai a adalah intercepta atau titik potong dan nilai b sebagai slope.

Tabel 4.4 koefisien x , y , xy , x^2

| no | Kadar Air Dalam Biji Kopi (%) | | koefisien xy | koefisien x^2 |
|----|-------------------------------|----------------------|----------------|-----------------|
| | alat pembeding (%) | alat yang dibuat (%) | | |
| 1 | 12.1 %RH | 69.4 %RH | 839.74 | 4816.36 |

| | | | | |
|-------|--------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
| 2 | 12.5 %RH | 69.8 %RH | 872.5 | 4872.04 |
| 3 | 12.6 %RH | 69.9 %RH | 880.74 | 4886.01 |
| 4 | 13.2 %RH | 70.8 %RH | 934.56 | 5012.64 |
| 5 | 13.4 %RH | 71.0 %RH | 951.4 | 5041 |
| 6 | 13.6 %RH | 71.0 %RH | 965.6 | 5041 |
| 7 | 14.2 %RH | 71.7 %RH | 1018.14 | 5140.89 |
| 8 | 15.2 %RH | 72.6 %RH | 1103.52 | 5270.76 |
| n = 8 | $\Sigma y = 106.8$ | $\Sigma x = 566.2$ | $\Sigma xy = 7566.2$ | $\Sigma x^2 = 40080.7$ |

$$a = \frac{-425.408}{8}$$

$$a = -53.2$$

Dari perhitungan diatas maka didapat persamaan regresi liniernya

$$y = -53.2 + 0.9412(x)$$

setelah persamaan regresi linier didapat maka selisih perbandingan nilai alat pengukur kadar air Digi-most dengan alat pengukur kadar air yang dibuat dapat dihitung dengan memasukkan variabel x sebagai nilai kadar air yang dibuat oleh penulis, sehingga perhitungan selisihnya sebagai berikut:

- a. Sampel 1 dengan kadar air yang terukur oleh alat yang dibuat sebesar $x = 69.4$

$$y = -53.2 + 0.9412(x)$$

$$y = -53.2 + 0.9412(69.4)$$

$$y = -53.2 + 65.319$$

$$y = 12.11$$

Nilai yang terukur pada alat yang dibuat 12.3 %RH.

Nilai yang terhitung pada sampel 1 adalah 12.11 %RH.

- b. Sampel 2 dengan kadar air yang terukur oleh alat yang dibuat sebesar $x = 69.8$

$$y = -53.2 + 0.9412(x)$$

$$y = -53.2 + 0.9412(69.8)$$

$$y = -53.2 + 65.789$$

$$y = 12.49$$

Nilai yang terukur pada alat yang dibuat 12.5 %RH.

Nilai yang terhitung pada sampel 2 adalah 12.49 %RH.

- c. Sampel 3 dengan kadar air yang terukur oleh alat yang dibuat sebesar $x = 69.9$

$$y = - 53.2 + 0.9412(x)$$

$$y = - 53.2 + 0.9412(69.9)$$

$$y = - 53.2 + 65.789$$

$$y = 12.58$$

Nilai yang terukur pada alat yang dibuat 12.7 %RH.

Nilai yang terhitung pada sampel 3 adalah 12.58 %RH.

- d. Sampel 4 dengan kadar air yang terukur oleh alat yang dibuat sebesar $x = 70.8$

$$y = - 53.2 + 0.9412(x)$$

$$y = - 53.2 + 0.9412(70.8)$$

$$y = - 53.2 + 66.636$$

$$y = 13.43$$

Nilai yang terukur pada alat yang dibuat 13.6 %RH.

Nilai yang terhitung pada sampel 4 adalah 13.43 %RH.

- e. Sampel 5 dengan kadar air yang terukur oleh alat yang dibuat sebesar $x = 71.0$

$$y = - 53.2 + 0.9412(x)$$

$$y = - 53.2 + 0.9412(71.0)$$

$$y = - 53.2 + 66.825$$

$$y = 13.62$$

Nilai yang terukur pada alat yang dibuat 13.5%RH.

Nilai yang terhitung pada sampel 5 adalah 13.62%RH.

- f. Sampel 6 dengan kadar air yang terukur oleh alat yang dibuat sebesar $x = 71.0$

$$y = - 53.2 + 0.9412(x)$$

$$y = - 53.2 + 0.9412(71.0)$$

$$y = - 53.2 + 66.825$$

$$y = 13.62$$

Nilai yang terukur pada alat yang dibuat 13.7%RH.

Nilai yang terhitung pada sampel 6 adalah 13.62%RH.

- g. Sampel 7 dengan kadar air yang terukur oleh alat yang dibuat sebesar $x = 71.7$

$$y = - 53.2 + 0.9412(x)$$

$$y = - 53.2 + 0.9412(71.7)$$

$$y = - 53.2 + 67.484$$

$$y = 14.28$$

Nilai yang terukur pada alat yang dibuat 14.8 %RH.

Nilai yang terhitung pada sampel 7 adalah 14.28 %RH.

- h. Sampel 8 dengan kadar air yang terukur oleh alat yang dibuat sebesar $x = 72.6$

$$y = - 53.2 + 0.9412(x)$$

$$y = - 53.2 + 0.9412(72.6)$$

$$y = - 53.2 + 68.3312$$

$$y = 15.13$$

Nilai yang terukur pada alat yang dibuat 15.8 %RH.

Nilai yang terhitung pada sampel 8 adalah 15.32 %RH.

dari perhitungan di atas maka persamaan regresi linier sederhana dapat dimasukkan ke dalam program sehingga nilai kadar air yang terbaca oleh LCD dapat mendekati nilai kadar air yang terukur pada alat pembanding Digi-most. Berikut perintah program pembacaan rumus regresi linier untuk perhitungan kadar air pada biji kopi.

```
void kalibrasi_RH (void)
{
RH_kal = (float)(-53.2+ (float)(0.9421*rhTrue));
}
```

Setelah program dikalibrasi dengan menggunakan persamaan regresi linier maka di peroleh data sebagai berikut:

Tabel 4.5 data pengukuran setelah dikalibrasi

| Sampel | Kadar Air Dalam Biji Kopi (%) | | |
|--------|-------------------------------|-------------------|----------------------|
| | Digi-most (%) | hasil perhitungan | alat yang dibuat (%) |
| 1 | 12.1 %RH | 12.11 | 12.3 %RH |
| 2 | 12.5 %RH | 12.49 | 12.5 %RH |
| 3 | 12.6 %RH | 12.58 | 12.7 %RH |
| 4 | 13.2 %RH | 13.43 | 13.6 %RH |
| 5 | 13.4 %RH | 13.63 | 13.5 %RH |
| 6 | 13.6 %RH | 13.62 | 13.7 %RH |
| 7 | 14.2 %RH | 14.28 | 14.8 %RH |
| 8 | 15.2 %RH | 15.13 | 15.8 %RH |

Analisa data untuk pengujian keseluruhan sistem alat ukur kadar air pada biji kopi dengan menghitung persentase Kesalahan Relatif (KR) hasil pengukuran alat

yang telah dibuat dari hasil pengukuran alat pembanding kadar air biji kopi (Digimost). Adapun persamaan yang digunakan adalah:

$$\%KR = \left| \frac{\text{hasil pengujian alat yang dibuat} - \text{hasil Digimost}}{\text{hasil Digimost}} \right| \times 100\%$$

Percobaan Sampel 1:

$$\%KR = \frac{12.3 - 12.1}{12.1} \times 100\%$$

$$\%KR = 1.6 \%$$

Percobaan Sampel 2:

$$\%KR = \frac{12.5 - 12.5}{12.5} \times 100\%$$

$$\%KR = 0 \%$$

Percobaan Sampel 3:

$$\%KR = \frac{12.7 - 12.6}{12.6} \times 100\%$$

$$\%KR = 0,79 \%$$

Percobaan Sampel 4:

$$\%KR = \frac{13.6 - 13.2}{13.2} \times 100\%$$

$$\%KR = 3.03 \%$$

Percobaan Sampel 5:

$$\%KR = \frac{13.5 - 13.4}{13.4} \times 100\%$$

$$\%KR = 0.74 \%$$

Percobaan Sampel 6:

$$\%KR = \frac{13.7 - 13.6}{13.6} \times 100\%$$

$$\%KR = 0.73 \%$$

Percobaan Sampel 7:

$$\%KR = \frac{14.8 - 14.2}{14.2} \times 100\%$$

$$\%KR = 4.22\%$$

Percobaan Sampel 8:

$$\%KR = \frac{15.8 - 15.2}{15.2} \times 100\%$$

$$\%KR = 3.94\%$$

Setelah seluruh percobaan dihitung nilai kesalahannya maka didapat nilai kesalahan maksimal pada percobaan sampel 7 dengan error yang terbaca mencapai 11.1%

Tabel 4.6 Kesalahan Relatif

| Sampel | Kadar Air Dalam Biji Kopi (%) | | %Kesalahan |
|--------------------|-------------------------------|----------------------|------------|
| | alat pembanding (%) | alat yang dibuat (%) | |
| 1 | 12.1 %RH | 12.3 %RH | 1.65 |
| 2 | 12.5 %RH | 12.5 %RH | 0 |
| 3 | 12.6 %RH | 12.7 %RH | 0.78 |
| 4 | 13.2 %RH | 13.6 %RH | 3.03 |
| 5 | 13.4 %RH | 13.5 %RH | 0.74 |
| 6 | 13.6 %RH | 13.7 %RH | 0.73 |
| 7 | 14.2 %RH | 14.8 %RH | 4.22 |
| 8 | 15.2 %RH | 15.8 %RH | 3.9 |
| Kesalahan Maksimal | | | 4.22 % |

Data yang diperoleh dari perbandingan hasil pengukuran kadar air Digi-most dengan hasil pengukuran kadar air alat yang dibuat menunjukkan bahwa ada beberapa data yang memiliki persentase kesalahan relative terkecil dan terbesar. Yaitu 0 % untuk kesalahan relative terkecil dan 4.22% untuk kesalahan relative terbesar. Kesalahan relative terkecil terjadi pada pengukuran kadar air biji kopi pada sampel 2.

Pengukuran biji kopi yang baik yaitu pada kadar air 12.5 %RH. Dilihat dari sampel pengujian maka semakin besar kadar air yang terkandung maka semakin besar

pula error yang terjadi kurangnya sampel kopi yang berkadar air yang cukup tinggi juga menyulitkan penulis untuk menganalisa kesalahan yang terjadi.

Pengujian dengan metode langsung yaitu dengan memetik biji kopi langsung dari petani kemudian di timbang dan dioven pada suhu tertentu setelah kadar airnya berkurang maka biji ditimbang kembali, selisih dari berat kopi itulah yang menjadi kadar air kopi sebenarnya. Biji yang baru dipetik dari perkebunan memiliki kadar air 100 %RH. Penelitian dengan metode langsung ini tidak dapat penulis lakukan karena tidak tersedianya perkebunan kopi yang siap panen, perkebunan kopi yang terdapat di saungan pakem belum berbuah dikarenakan bencana alam erupsi gunung merapi yang terjadi tahun 2006 lalu yang menyebabkan seluruh lahan perkebunan kopi rusak total, perkebunan kopi saat ini belum berbuah karena masih mudanya umur pohon kopi tersebut. Tetapi, dengan adanya alat pembanding dapat mewakili keakurasian alat yang dibuat oleh penulis.

Dalam pembuatan alat ukur kadar air pada biji kopi ini menggunakan tabung berdiameter 4 cm dengan tinggi tabung 1.3cm tabung ini dibuat sekecil mungkin agar rongga pada tabung ketika di masukan biji kopi tidak terlalu besar atau banyak ruang yang kosong pada tabung. Dalam percobaan menggunakan tabung berdiameter 4 cm dan tinggi 2,5 cm setelah diisi kopi terdapat banyak rongga-rongga pada tabung yang dapat mempengaruhi respon pembacaan sensor sehingga perlu waktu lama sampai LCD menampilkan nilai yang konstan, karena pengukuran dipengaruhi oleh kadar air yang terdapat pada tabung. Oleh karena itu, tabung dibuat sekecil mungkin untuk

mendapatkan hasil pembacaan yang maksimal tanpa mengesampingkan besarnya biji kopi yang akan diukur.

Alat pengepres dibuat setelah melakukan penelitian dan pengamatan alat pengukur kadar air pada biji kedelai, jagung dan padi di Laboratorium Benih dan Biji Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang juga menggunakan sistem pres untuk pengukuran kadar air biji. Cara ini cukup efektif karena tabung dapat tertutup rapat oleh alat pres sehingga kadar air udara sekitar tidak banyak mempengaruhi pengukuran kadar air pada biji.

Pembuatan sensor tak lepas pada kesalahan-kesalahan yang terjadi (human error) ini diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya:

1. jumper yang digunakan untuk sensor tidak ditandai dengan baik sehingga indikasi terbalik saat pemasangan sensor ke rangkaian mikrokontroler yang mengakibatkan sensor tidak dapat digunakan lagi karena pemasangan Vcc terbalik itu bisa terjadi.
2. Sensor SHT 11 mempunyai kaki-kaki sensor yang sangat kecil sehingga penyoderan dilakukan seteliti mungkin untuk menghindari terjadinya panas yang berlebihan terhadap sensor yang dapat menyebabkan sensor tidak dapat digunakan lagi

3. Jalur PCB sensor sebaiknya dibuat setebal mungkin karena jika jalur PCB kecil ketika sensor di letakkan pada alat pengepresan jalur PCB akan mudah retak oleh tekanan yang dilakukan pada saat pengukuran