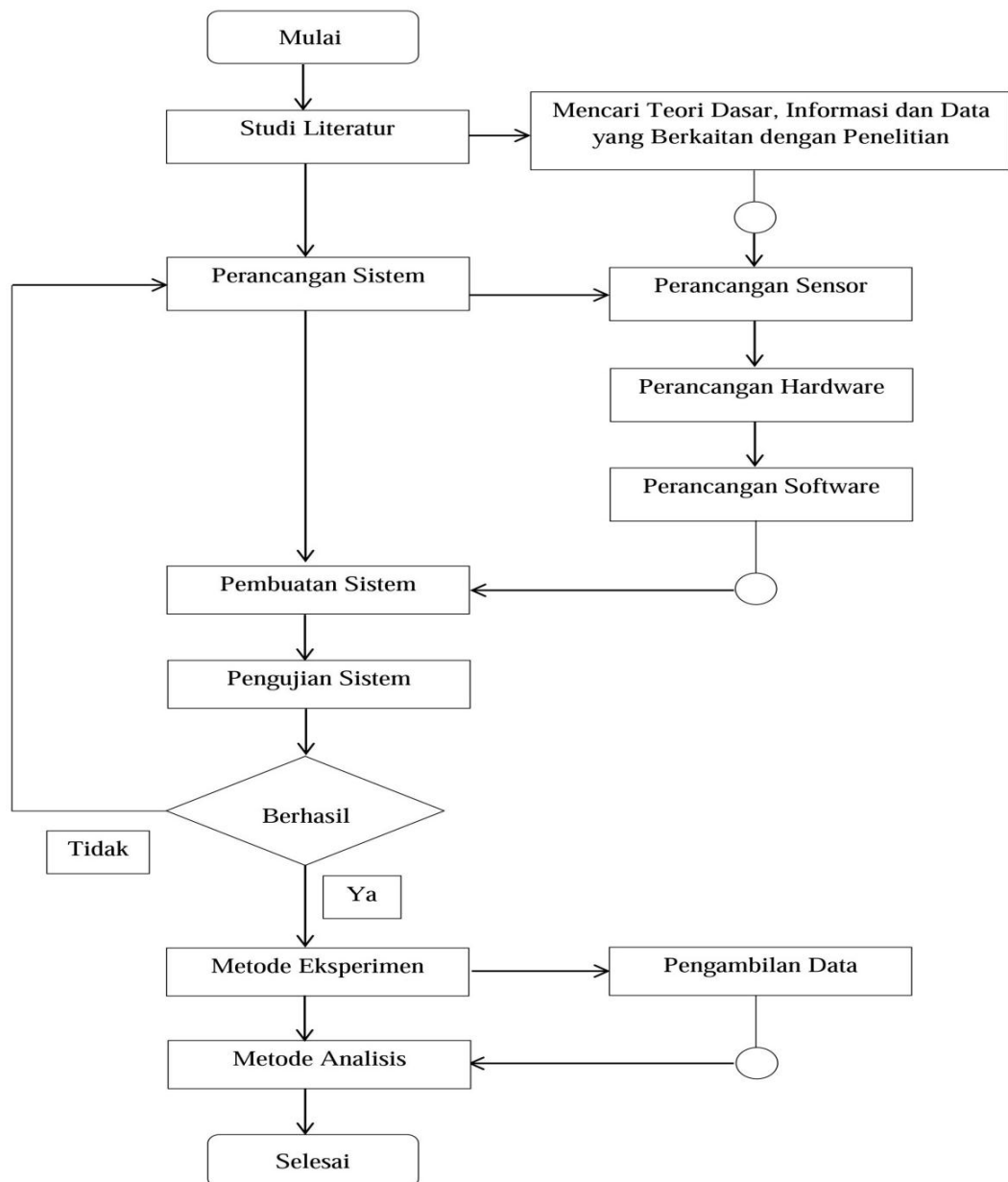


### BAB III

#### METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini ada beberapa macam metode yang dilakukan yaitu studi literatur, perancangan sistem, pembuatan sistem, pengujian sistem, metode eksperimen dan metode analisis. Penelitian hampir seluruhnya dilakukan di Laboratorium Instrumentasi FPMIPA B UPI Bandung, Jalan Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung, mulai dari bulan Agustus sampai Desember 2015.



### **Gambar 3.1** Diagram blok metode penelitian.

Penelitian ini diawali dengan kajian studi literatur untuk memperoleh teori dasar, informasi dan data yang berkaitan dengan penelitian. Kedua perancangan sistem dilakukan dengan tiga tahap, yaitu perancangan sensor, perancangan hardware dan perancangan software. Ketiga pembuatan sistem dilakukan sesuai dengan perancangan sistem yang telah dirancang. Pembuatan sistem dilakukan secara bertahap, dimulai dari pembuatan sensor, pembuatan hardware dan pembuatan software. Keempat dilakukan pengujian sistem secara menyeluruh, dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem sudah sesuai dengan apa yang diharapkan atau belum. Kelima metode eksperimen akan membahas prosedur penelitian karakterisasi sensor kapasitif, prosedur penelitian kalibrasi alat deteksi mutu beras dan prosedur penelitian pengujian kinerja alat deteksi mutu beras. Kemudian metode penelitian terakhir yang dilakukan adalah metode analisa dengan dilakukan suatu analisa data dari beberapa data nilai kapasitansi beras yang sudah diperoleh sehingga dapat diketahui batas dari beras mutu baik dan beras mutu buruk berdasarkan parameter kadar air, benda asing dan ukuran butir.

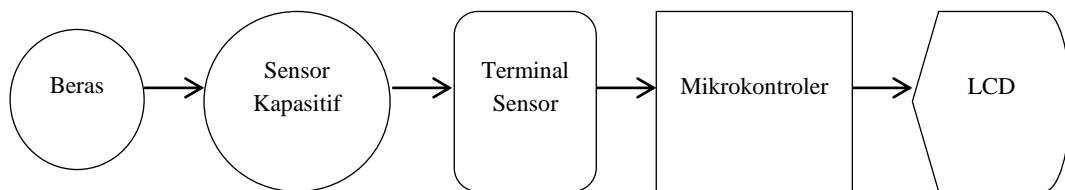
### **3.1 Studi Literatur**

Penulis menggunakan metode ini untuk memperoleh teori dasar, informasi dan data yang berkaitan dengan penelitian yang penulis lakukan. Dengan tujuan sebagai sumber dan acuan referensi dalam penelitian ini. Studi literatur ini mengacu pada skripsi, jurnal, artikel, dan buku-buku yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan serta *data sheet* dari berbagai macam komponen elektronik yang akan digunakan.

### **3.2 Perancangan Sistem**

Dalam merealisasikan sebuah sistem elektronik diperlukan perancangan secara tepat dan akurat. Metode perancangan sistem sangat penting dilakukan untuk mempermudah pada proses pembuatan sistem dan meminimalisir kesalahan pada perakitan komponen dan pembuatan program. Kesalahan pada proses pembuatan sistem akan mengakibatkan sistem tidak akan berfungsi dengan baik.

Oleh karena itu, sebelum masuk pada tahap metode pembuatan sistem terlebih dahulu harus dilakukan metode perancangan sistem.



**Gambar 3.2** Diagram blok alat deteksi mutu beras.

Pada penelitian ini, bahwa objek yang diukur adalah beras. Dari sekian banyaknya parameter mutu beras, bahwa hanya melakukan pengujian mutu beras untuk parameter kadar air, benda asing dan ukuran butir. Sensor yang dipakai adalah sensor kapasitif, yang berfungsi untuk memanfaatkan perubahan nilai kapasitansi. Sebelum sensor kapasitif terhubung langsung dengan mikrokontroler, bahwa sebaiknya dihubungkan dahulu dengan terminal sensor yaitu berupa rangkaian RC yang berfungsi untuk meningkatkan sensitivitas, stabilitas dan repeatabilitas bagi sensor kapasitif.

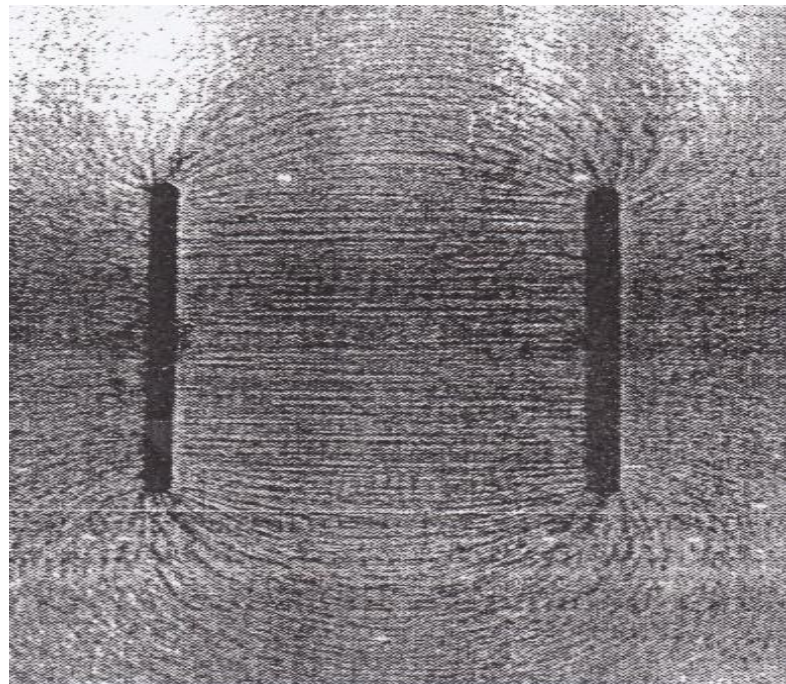
Mikrokontroler yang dipakai adalah chip mikrokontroler jenis AVR dari perusahaan Atmel. Dengan kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang bernama Arduino yang berfungsi untuk mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronika sesuai dengan program yang telah dibuat. Untuk menampilkan nilai hasil pengukuran dari kerja sensor kapasitif terhadap ketiga parameter mutu beras maka menggunakan perangkat LCD (*Liquid Crystal Display*).

Perancangan sistem dilakukan dengan tiga tahap, yaitu pertama perancangan sensor yang membahas tentang rancangan gambar dan cara kerja dari sensor kapasitif, kedua perancangan hardware yang membahas tentang rancangan gambar dan cara kerja dari alat deteksi mutu beras serta ketiga perancangan software yang membahas tentang program yang akan dibuat.

### 3.2.1 Perancangan Sensor

Berdasarkan gambar 3.3 menunjukkan bahwa medan listrik antara bidang-bidang kapasitor keping sejajar bersifat seragam yang ditunjukkan

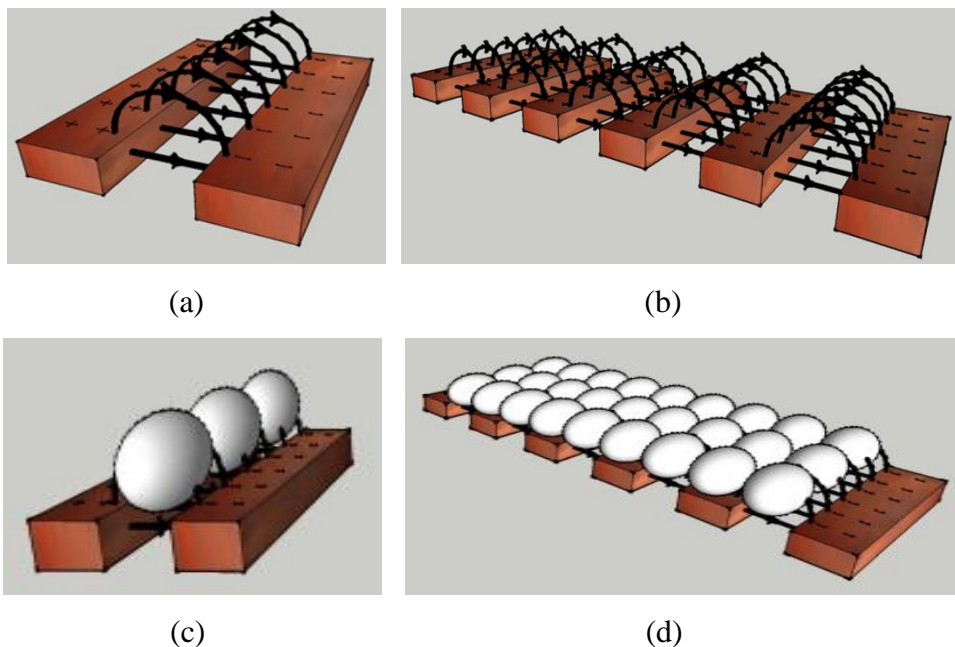
oleh semburan minyak. Kita amati hampir semua garis-garis medan listrik antara keping-keping konduktor pada kapasitor adalah sejajar, namun sesungguhnya ada sebuah garis-garis medan listrik yang bergerak loncatan yaitu di ujung atas dan ujung bawah keping-keping konduktor pada kapasitor keping sejajar. Dari gagasan inilah penulis akan merancang sebuah kapasitor yang hanya memfungsikan ujung-ujung atas keping-keping konduktor pada kapasitor keping sejajar.



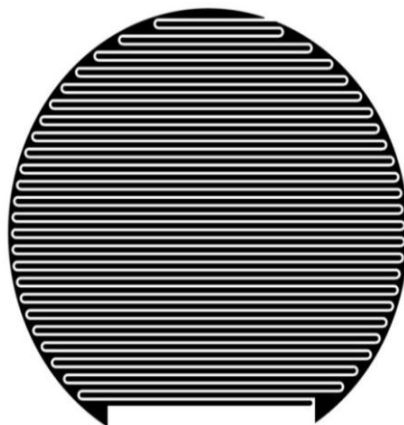
**Gambar 3.3** Garis-garis medan listrik antara keping-keping suatu kapasitor keping sejajar yang ditunjukkan oleh semburan minyak. Sumber : Tipler, P “ Fisika Untuk Sains dan Teknik “, Erlangga, Edisi Ketiga Jilid 2, bab 21, Jakarta, 1991.

Maka dapat dirancanglah sebuah kapasitor keping sejajar dalam bidang datar. Sehingga bahan dielektrik tidak lagi disimpan diantara keping-keping konduktor akan tetapi bahan dielektrik dapat disimpan diatas keping konduktor. Karena dengan jarak pemisah antara keping-keping konduktor yang sangat pendek maka medan listrik tidak hanya bergerak lurus akan tetapi medan listrik dapat bergerak dengan cara loncatan pada ujung-ujung atas keping konduktor.

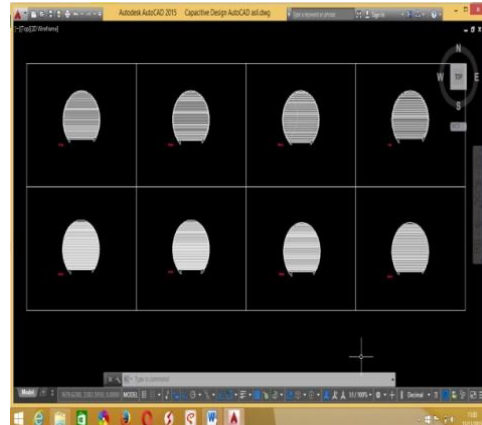
Kapasitor ini akan dirancang dalam bidang datar dengan luas penampang  $A$ , dengan lebar  $l$  setara dengan selebar kertas sebesar 0,3mm dan jarak pemisah antara keping-keping konduktor  $d$  yang sangat pendek mulai dari 0,3mm sampai 10mm. Namun jika hanya dirancang satu kapasitor tunggal saja dalam bidang datar maka dipastikan akan memiliki nilai kapasitansi yang sangat kecil. Bahwa kombinasi kapasitor paralel dapat meningkatkan nilai kapasitansi. Sehingga dirancanglah sebuah kapasitor keping sejajar dengan jumlah dari kumpulan kapasitor tunggal yang sangat banyak menggunakan kombinasi kapasitor paralel.



**Gambar 3.4** (a) Garis-garis medan listrik yang bergerak antara keping-keping konduktor pada kapasitor keping sejajar dalam bidang datar tanpa dihadiri bahan dielektrik. (b) Kombinasi paralel kapasitor keping sejajar dalam bidang datar tanpa dihadiri bahan dielektrik. (c) Garis-garis medan listrik yang bergerak antara keping-keping konduktor pada kapasitor keping sejajar dalam bidang datar yang diganggu dengan kehadirannya bahan dielektrik. (d) Garis-garis medan listrik yang bergerak antara keping-keping konduktor pada kombinasi paralel kapasitor keping sejajar dalam bidang datar yang diganggu dengan kehadirannya bahan dielektrik.



(a)



(b)

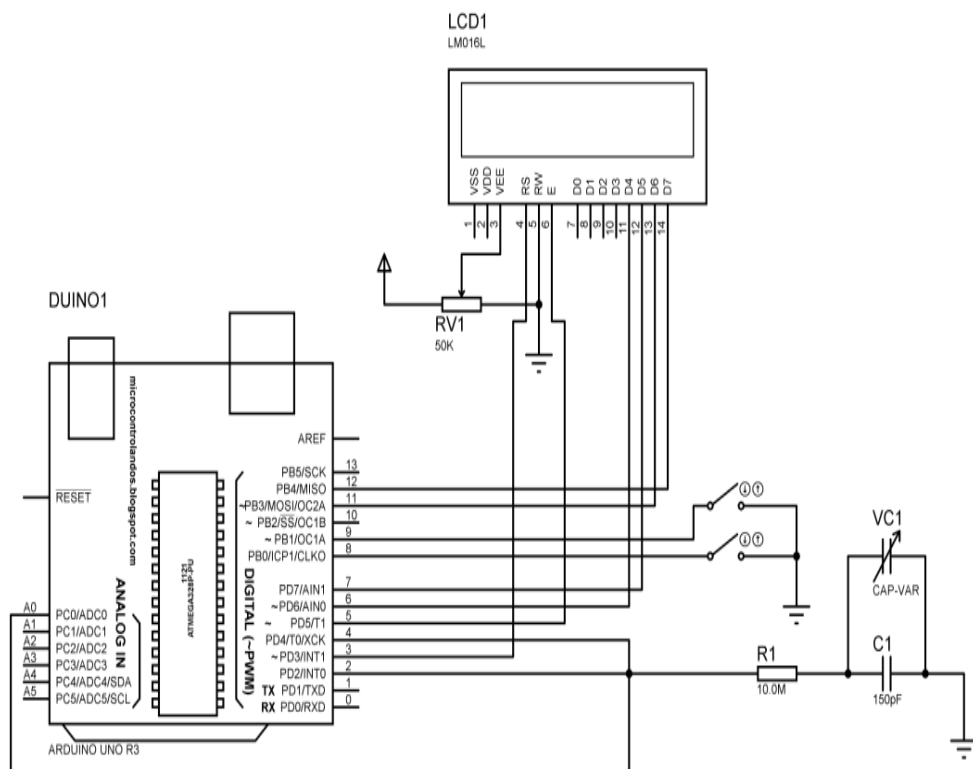
**Gambar 3.5** (a) Desain sensor kapasitif interdigit (b) Rancang sensor kapasitif interdigit dengan AutoCAD2015.

Kapasitor ini dinamakan kapasitor interdigit karena memiliki beberapa satuan jarak pemisah antara keping-keping konduktor. Jadi diibaratkan seperti dua sisir yang didekatkan namun masih memiliki jarak pemisah, lalu memiliki jumlah total dari beberapa satuan jarak pemisah antara kedua ujung sisir tersebut. Dikarenakan ukuran butir beras berbentuk lonjong maka sensor kapasitif interdigit ini dirancang berbentuk lingkaran dengan diameter 10cm. Sensor kapasitif ini adalah kapasitor keping sejajar sehingga tidak berpengaruh dengan tinggi dari volume dielektrikum maka dirancanglah sebuah wadah sensor berbentuk tabung dengan tinggi yang cukup saja sebesar 3,5cm dan diameter 11,5cm. Dirancang tiga ruang pada wadah sensor untuk dapat menampung kabel dari sambungan kapasitansi meter atau papan arduino.



Perancangan hardware diawali dengan melakukan perancangan skematik rangkaian komponen elektronik alat deteksi mutu beras. Kemudian dilakukan perancangan *box* alat deteksi mutu beras. Perancangan skematik rangkaian komponen elektronik dirancang menggunakan software Proteus karena software ini tidak hanya berfungsi menggambar skematik rangkaian saja akan tetapi dapat melakukan simulasi. Sehingga dapat diprediksi apakah rangkaian elektronik alat deteksi mutu beras ini dapat berjalan dengan tepat dan akurat.

Alat deteksi mutu beras ini dirancang menggunakan sebuah mikrokontroler dengan *kit* elektronik atau papan rangkaian elektronik *open souce* yang bernama Arduino. Bahwa mikrokontroler pada papan Arduino tidak perlu perangkat chip programmer, karena di dalamnya sudah ada bootloader yang akan melakukan *upload* program dari komputer. Lalu sudah memiliki sarana komunikasi USB sehingga pengguna laptop yang tidak memilki port serial/RS323 bisa memakainya. Jenis papan rangkaian elektronik Arduino yang dipakai adalah tipe Arduino UNO R3.



**Gambar 3.7** Skematik rangkaian hardware alat deteksi mutu beras.

Berdasarkan peneliti arduino bidang sensor kapasitif yaitu Paul Badger bahwa untuk memperoleh kinerja sensor kapasitif yang baik sebelum disambungkan dengan papan arduino maka diperlukan sebuah resistor dengan hambatan yang besar mulai dari  $100\text{k}\Omega$ - $50\text{M}\Omega$  yang berfungsi untuk meningkatkan sensitivitas bagi sensor kapasitif. Berdasarkan petunjuknya jika sensor kapasitif yang digunakan mempunyai panjang mulai dari 4-6inci maka resistor yang dipakai harus mempunyai hambatan sebesar  $10\text{M}\Omega$ . Karena sensor kapasitif interdigit yang digunakan berbentuk lingkaran memiliki panjang yang berbeda-beda maka dipilihlah diameter lingkaran untuk mewakili seluruh panjang yang ada pada lingkaran. Sensor kapasitif interdigit ini memiliki diameter 10cm setara dengan 4inci maka harus dipadu dengan komponen pendukung resistor sebesar  $10\text{M}\Omega$ , digunakanlah resistor sebesar  $1\text{M}\Omega$  dengan jumlah 10 buah yang kemudian dirangkai secara seri dengan cara disolder.

Paul Badger telah menunjukkan bahwa ditambahkan komponen kapasitor sebesar  $100\text{pF}$  dapat meningkatkan stabilitas dan repeatabilitas dari kinerja sensor kapasitif sedangkan kapasitor yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapasitor sebesar  $150\text{pF}$ . Rangkaian perpaduan antara resistor  $10\text{M}\Omega$  dengan kapasitor  $150\text{pF}$  disebut juga rangkaian terminal sensor yang berfungsi untuk meningkatkan sensitivitas, stabilitas dan repeatabilitas bagi sensor kapasitif.

Membuat rangkaian ground antara sensor kapasitif terhadap papan arduino sangat penting untuk kinerja sensor. Maka berdasarkan petunjuk Paul Badger hubungkan kabel sambungan dari pin digital ground pada papan arduino ke sebuah bahan isolator (seperti kertas, plastik dan sebagainya) yang telah terbukti dapat meningkatkan stabilitas dan sensitivitas dari sensor kapasitif. Sedangkan pada penelitian ini bahan isolator yang digunakan adalah bahan plastik. Kemudian hubungkan kedua kutub keping konduktor pada sensor kapasitif dengan kabel yang tersambungkan dengan digital pin arduino digital pin 2,4 dan A0 agar

mendapatkan medan listrik atau tegangan dari papan arduino sebesar 5V dan pemrosesan sinyal pengubah sinyal analog menjadi digital.

Untuk sumber daya dapat dipilih menggunakan baterai charge 9V Ni-MH (nikel metal hydride) atau adaptor AC-ke-DC 7V, yang dapat dihubungkan dengan cara menancapkan ke port power jack pada papan arduino. Alasannya dibuat dua sumber daya yaitu berguna untuk efektivitas alat deteksi mutu beras, yang dapat diatur saat menguji mutu beras di tempat yang tidak ada sumber listrik maka masukan daya baterai dapat menjadi alternatif.

Untuk menampilkan nilai hasil pengukuran dari kerja sensor kapasitif terhadap ketiga parameter mutu beras maka penulis menggunakan perangkat LCD (*Liquid Crystal Display*). Karena menggunakan rangkaian yang lebih sederhana dari pada seven segmen jika menampilkan lebih dari satu karakter huruf atau angka. Tipe LCD yang digunakan adalah LCD 16X2, artinya LCD ini dalam sekali tampilan, maksimal dapat menampilkan 16 kolom karakter sebanyak 2 baris. Agar dapat menampilkan nilai hasil pengukuran dari sensor kapasitif maka diperlukan rangkaian interface antara papan mikrokontroler Arduino dengan LCD, yang dimana diperlukan pin header male sebagai konektor menghubungkan kabel antara papan Arduino dengan LCD.

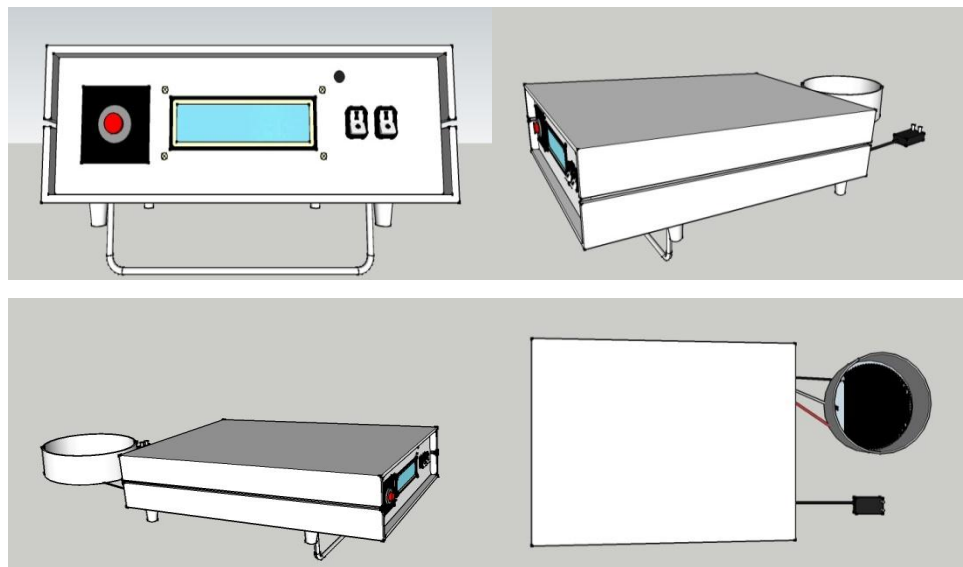
Rangkaian *interface* antara LCD dengan papan Arduino disebut juga sebagai rangkaian *display* yang akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Pin RS (kaki 4) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 3.
2. Pin E (kaki 6) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 5.
3. Pin D4 (kaki 11) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 6.
4. Pin D5 (kaki 12) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 7.
5. Pin D6 (kaki 13) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 11.
6. Pin D7 (kaki 14) di sambungkan dengan pin arduino digital pin 12.
7. Pin 5 (R/W) ke Ground.

Untuk menciptakan tampilan LCD yang lebih baik maka diperlukan rangkaian pendukung yang dapat mengatur kontrasan matriks-matriks LCD, yaitu dengan menggunakan variabel resistor.

Variabel resistor yang digunakan adalah sebesar  $50k\Omega$ . Hubungkan pin VEE (kaki 3) pada LCD ke variabel resistor  $50k\Omega$ , lalu sambungkan variabel resistor dengan pin arduino 5V dan ground.

Perancangan *box* alat deteksi mutu beras dirancang dengan gambar 3 dimensi melalui software Sketchup3D yang dirancang sesuai dengan luas ruangan yang dapat menampung dari semua komponen elektronik yang dipakai dengan panjang 20cm, lebar 16,5cm dan tinggi 6cm. Lalu dirancang ruang untuk tampilan depan alat deteksi mutu beras yang dapat menampung LCD dan 3 tombol *switch on/off*. Kemudian dirancang ruang untuk bagian belakang alat deteksi mutu beras yang dapat menampung port USB dan power jack dari papan arduino serta dapat menampung kabel dari sambungan antara sensor kapasitif dengan papan arduino. Agar tampilan LCD dapat terlihat lebih baik maka dirancang alat deteksi mutu beras, ditambahkan sebuah 4 dudukan dengan tinggi 1cm disetiap sisi *box* agar mempunyai ketinggian dan ditambahkan pula sebuah kawat yang berbentuk kotak disimpan dibagian bawah *box* agar alat deteksi mutu beras mempunyai kemiringan.



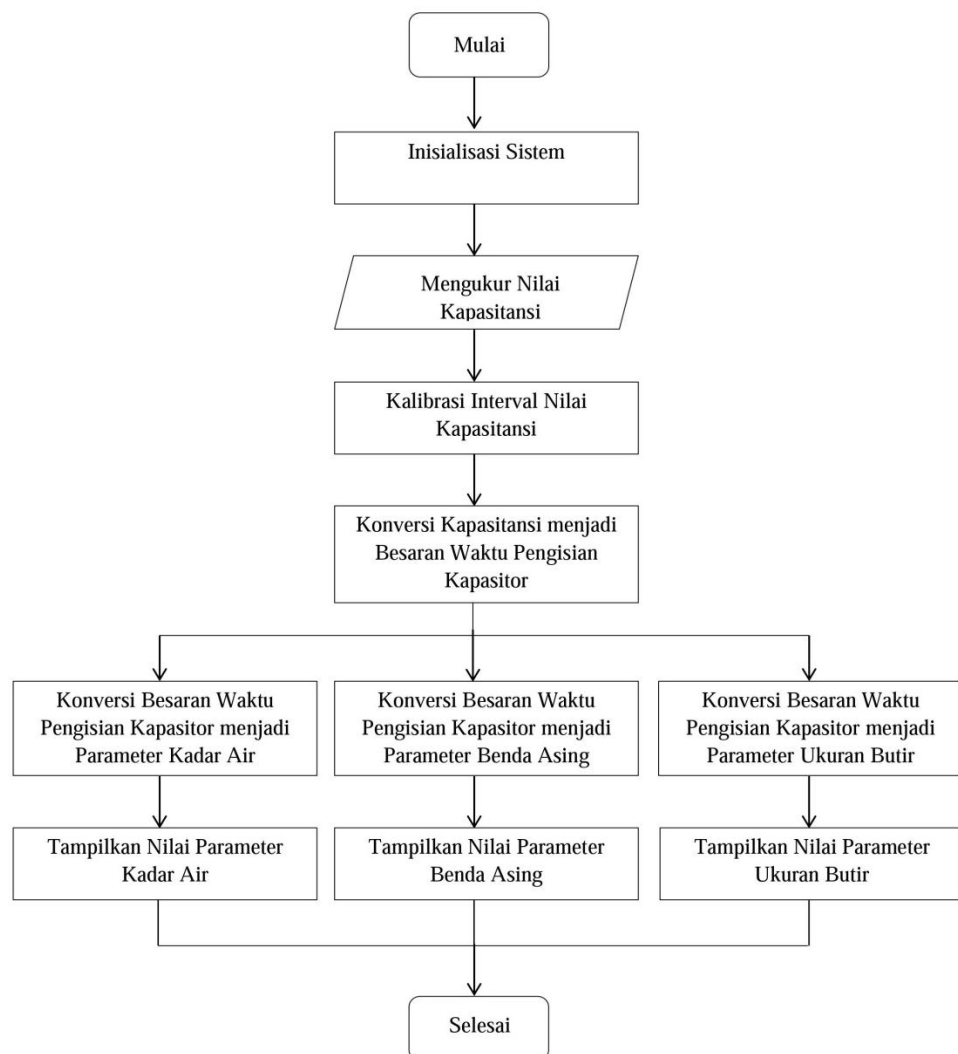
**Gambar 3.8** Desain *box* alat deteksi mutu beras.

### 3.2.3 Perancangan Software

Untuk dapat menjalankan sistem pada alat deteksi mutu beras, bahwa yang perlu diperhatikan bukan hanya hardwarenya saja, akan tetapi

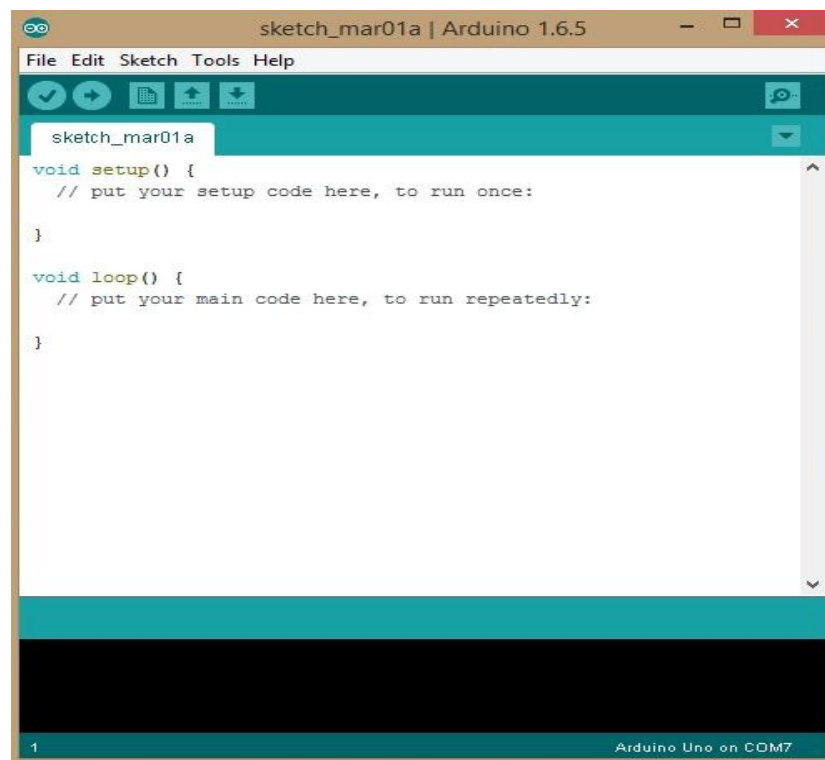
software juga karena mikrokontroler arduino tidak akan bekerja sesuai dengan yang diharapkan tanpa adanya instruksi-instruksi program yang dimasukan ke dalam arduino. Dengan adanya instruksi-instruksi program yang telah ditanamkan dalam arduino tersebut maka alat ini dapat menjalankan fungsinya yaitu untuk mengukur nilai parameter kadar air, benda asing dan ukuran butir beras sebagai acuan untuk mendeteksi batas dari beras mutu baik dan beras mutu buruk.

Software dibuat untuk menunjang kerja dari hardware yang telah dibuat untuk tahap pemrosesan data pada mikrokontroler arduino. Jadi sesungguhnya software berfungsi untuk mengendalikan sistem pada hardware tersebut. Pada tahap awal pembuatan software, diperlukan rancangan diagram blok software sebagai panduan dalam hal penyusunan intruksi dan pembuatan program.



**Gambar 3.9** Flow chart software.

Software processing yang digunakan untuk mikrokontroler papan arduino adalah Software Arduino IDE 1.6.5. Software ini berfungsi untuk menulis program berupa instruksi-instruksi sistem, mengompilasi menjadi kode biner dan meng-*upload* program ke dalam memori mikrokontroler. Dalam pemrograman arduino bahwa bahasa yang dipakai adalah bahasa C dengan pertimbangan, bahasa C ini mudah dipahami dan sederhana.



**Gambar 3.10** Jendela utama Arduino IDE 1.6.5.

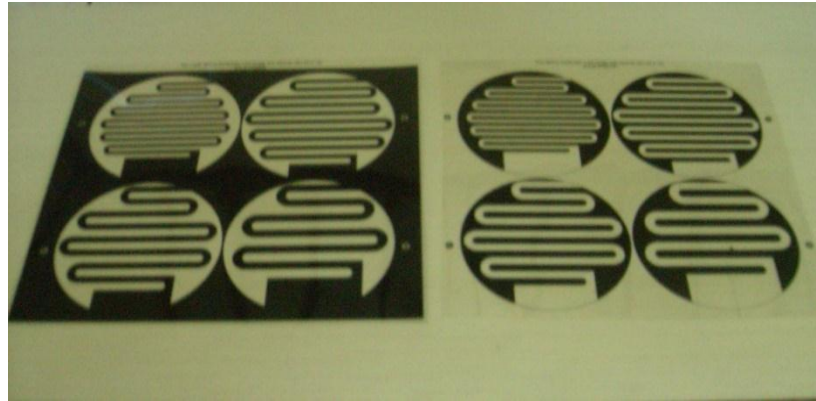
### 3.3 Pembuatan Sistem

Pembuatan sistem dilakukan sesuai dengan perancangan sistem yang telah dirancang. Pembuatan sistem dilakukan secara bertahap, dimulai dari pembuatan sensor, pembuatan hardware dan pembuatan software.

#### 3.3.1 Pembuatan Sensor

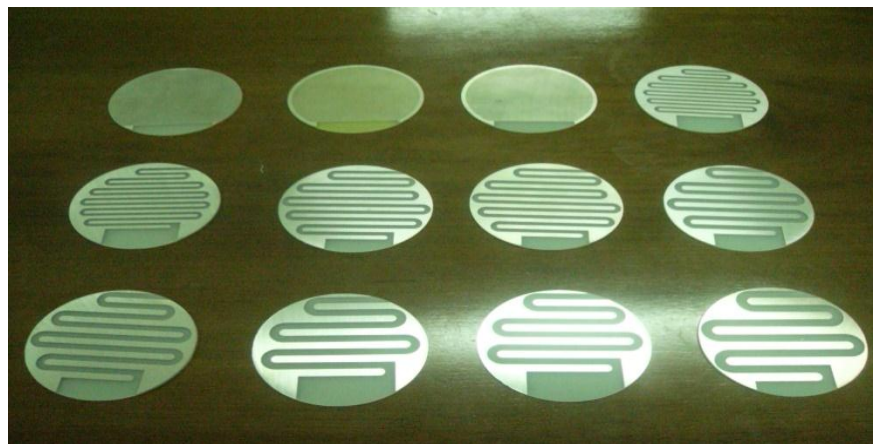
Pembuatan sensor dilakukan sesuai dengan perancangan sensor, sensor yang dibuat adalah sensor kapasitif interdigit berbentuk lingkaran. Pembuatan sensor kapasitif ini diawali dengan pembuatan film sensor

kapasitif sebanyak 17 buah dengan diameter yang tetap sama D 10cm dan jarak pemisah antara keping-keping konduktor yang beragam dari d 0,3mm – 10mm. Alasannya dibuat sensor kapasitif dengan jarak pemisah antara keping-keping konduktor yang beragam yaitu supaya dapat diuji dan ditentukan, sensor kapasitif manakah yang lebih efektif dan mempunyai nilai kapasitansi yang lebih stabil.



**Gambar 3.11** Film sensor kapasitif interdigit.

Setelah dibuat film sensor kapasitif interdigit, lalu dimulailah pembuatan sensor yang dibuat sesuai dengan rancangan filmnya. Sensor kapasitif interdigit ini dibuat dari pcb tembaga yang dilapisi perak dengan tujuan supaya konduktor ini tidak mudah ter-oksidasi.



**Gambar 3.12** Sensor kapasitif interdigit.

Agar beras yang disimpan diatas sensor kapasitif interdigit ini tidak berhamburan maka dibuatlah sebuah wadah sensor. Wadah sensor ini

terbuat dari bahan isolator yaitu plastik karena jika wadah sensor tersebut terbuat dari bahan konduktor dipastikan akan mempengaruhi kinerja dari sensor kapasitif untuk mengukur besarnya kapasitansi. Wadah sensor tersebut dibuat berbentuk tabung dengan tinggi 3,5cm dan diameter D 11,5cm. Dibuatlah tiga ruang di depan wadah sensor untuk memasukan kabel dari sambungan antara sensor kapasitif interdigit dengan papan arduino.



**Gambar 3.13** Sensor kapasitif beserta wadahnya.

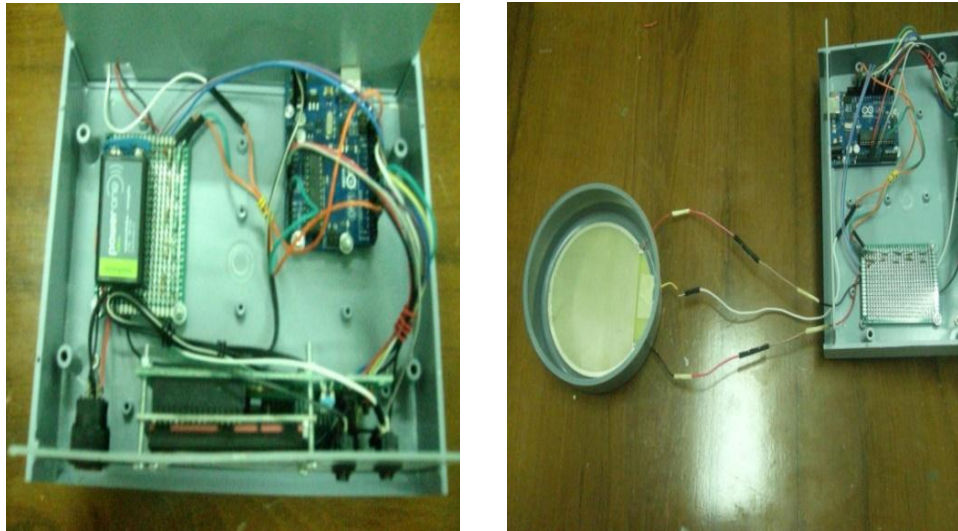
### 3.3.2 Pembuatan Hardware

Pembuatan hardware dilakukan sesuai dengan perancangan hardware yang sudah dirancang. Pembuatan hardware diawali dengan pembuatan input hardware yaitu pembuatan rangkaian terminal sensor yang akan terhubung dengan sensor kapasitif interdigit. Komponen elektronik dan bahan yang diperlukan adalah pcb fiber titik 5cmx7cm, resistor 1M $\Omega$  sebanyak 10 buah, kapasitor 150pF sebanyak 1 buah, kabel single core 1m, kabel male to male 3 buah, timah dan pasta solder. Peralatan yang dibutuhkan adalah solder dan alat penyedot timah. Sambungkan menggunakan timah dengan cara disolder tiap resistor 1M $\Omega$  sebanyak 10 buah, dibuat menyatu menjadi rangkaian seri. Lalu sambungkan resistor tersebut dengan kapasitor 150pF secara seri. Kemudian sambungkan kutub positif dan kutub negatif kapasitor 150pF dengan sensor kapasitif interdigit secara paralel.

Setelah tercipta rangkaian terminal sensor yang sudah terhubung dengan sensor kapasitif interdigit lalu sambungkan rangkaian terminal sensor pada ujung resistor dengan papan arduino pada pin arduino digital pin A0, 2 dan 4. Secara pin arduino digital pin A0 berfungsi untuk pemrosesan sinyal pengubah analog menjadi digital serta pin arduino digital pin 2,4 yang akan diberikan instruksi melalui program berfungsi untuk mengatur nilai kapasitansi.

Dilakukan pembuatan rangkaian input daya yang terdapat dua sumber daya yaitu melalui baterai charge 9V Ni-MH atau langsung melalui adaptor AC-ke-DC 7V. Jika untuk melalui adaptor hanya langsung menancapkan kabel adaptor ke port power jack pada papan arduino terhadap sumber listrik sedangkan untuk melalui baterai charge 9V Ni-MH harus disambungkan dengan soket baterai, kabel dan saklar untuk mengatur nyala atau matinya alat, lalu kabel tersebut disambungkan ke port power jack pada papan arduino. Alasannya dibuat dua sumber daya yaitu berguna untuk efektivitas alat deteksi mutu beras, yang dapat diatur saat menguji mutu beras di tempat yang tidak ada sumber listrik maka masukan daya baterai dapat menjadi alternatif.

Kemudian dilakukan pembuatan output hardware yaitu pembuatan rangkaian *display* yang merupakan rangkaian interface antara papan arduino dengan LCD. Pembuatan rangkaian ini dibuat sesuai perancangan rangkaian *display* yang sudah dirancang. Pertama solder pin header male terhadap LCD kemudian sambungkan pin header male pada LCD dengan kabel male to female sebanyak 7 buah langsung disambungkan ke digital pin papan arduino sesuai dengan perancangan yang telah dirancang. Lalu untuk mengatur kekontrasan LCD, sambungkan pin VEE (kaki 3) pada LCD dengan trimpot 50k $\Omega$  melalui kabel single core dengan cara disolder. Kemudian sambungan antara trimpot dengan LCD tersebut disambungkan dengan digital pin arduino 5V dan ground melalui kabel male to female sebanyak 2 buah.



**Gambar 3.14** Rangkaian hardware alat deteksi mutu beras.

Terakhir adalah pembuatan *box* alat deteksi mutu beras yang terbuat dari plastik PVC, yang dibuat sesuai dengan perancangan yang sudah dirancang dalam gambar 3D. Setelah dibuat *box*-nya, lalu dibuatlah ruang pada bagian depan dan belakang pada *box* untuk menampung LCD, 3 tombol *switch on/off*, port USB dan power jack papan arduino serta kabel sambungan antara sensor kapasitif dengan papan arduino menggunakan alat mesin bor dan gergaji U.

Kemudian setelah dibuat ruang bagian depan dan belakang dalam *box* untuk menampung beberapa komponen, dibuatlah ruang untuk bagian depan dan bawah *box* untuk menampung baut yang berfungsi menguatkan posisi beberapa komponen yaitu LCD, rangkaian terminal sensor dan papan arduino sehingga posisi komponen tersebut tidak mudah lepas dalam *box*. Dibuat dudukan di setiap sisi *box* dan sebuah kawat yang berbentuk kotak disimpan dibagian bawah *box* agar alat deteksi mutu beras mempunyai kemiringan dan tinggi sehingga tampilan LCD dapat terlihat dengan jelas. Untuk memudahkan pengujian mutu beras saat memasukan beras dalam sensor beserta wadahnya maka dibuatlah sambungan antara sensor kapasitif interdigit dengan papan arduino melalui kabel male to female sehingga sensor beserta wadahnya dapat dilepas dan mudah untuk dibersihkan.



**Gambar 3.15** Box alat deteksi mutu beras.

### 3.3.3 Pembuatan Software

Pembuatan software dilakukan dengan cara pembuatan *sketch* berupa instruksi-instruksi program menggunakan bahasa C. Software compiler yang dipakai untuk arduino pada penelitian ini adalah software ArduinoIDE 1.6.5. *Sketch* dibuat dalam tiga bagian yaitu `#include`, `void setup () { }` dan `void loop () { }`.

`#include` merupakan kode yang berfungsi untuk memanggil atau menggunakan *library* yang ada pada software Arduino IDE dengan cara meng-klik toolbar Sketch lalu menu Include Library pada jendela utama Arduino. Bahwa *library* yang digunakan sebagai *input* dari sistem adalah sensor kapasitif sedangkan *output* dari sistem adalah LCD. Khusus untuk library `#include <CapacitiveSensor.h>` sebelumnya harus didownload dulu di <http://playground.arduino.cc/Main/CapacitiveSensor?from=Main.CapSense> karena pada dasarnya software Arduino IDE belum ada include library untuk Capacitive Sensor sedangkan untuk `#include <LiquidCrystal.h>` sudah terdapat dalam *library* software Arduino IDE. Kemudian dibuatlah kode pada kurung kurawal sesuai dengan rangkaian antara sensor kapasitif

dan LCD dengan digital pin papan arduino yang telah dibuat, maka *sketch* yang ditulis adalah :

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <CapacitiveSensor.h>
LiquidCrystal lcd(12,11,5,6,3,7);
CapacitiveSensor cs_4_2 = CapacitiveSensor(4,2);
```

Kemudian void setup ( ) { } merupakan kode yang dieksekusi pertama kali sesaat setelah arduino diberi catu daya, berfungsi untuk instruksi-instruksi inisialisasi sebelum program utama dieksekusi. Isi instruksi-instruksi dari fungsi program ini adalah :

```
void setup()
{
  cs_4_2.set_CS_Autocal_Millis(0xFFFFFFFF);
  // Kode ini berfungsi untuk mengatur interval nilai kapasitansi dari sensor
  kapasitif, namun secara praktek apabila menggunakan mikrokontroler
  arduino bahwa nilai kapasitansi diperoleh dari pendeteksian besarnya
  waktu pengisian kapasitor T. Dengan kata lain melalui proses konversi
  nilai kapasitansi C menjadi besar waktu pengisian kapasitor T. Besarnya
  waktu pengisian kapasitor T secara pendekatan dapat dinyatakan  $T = 1,1 \times R \times C$ . Yang dimana R adalah nilai hambatannya dan nilai T dalam waktu
  ms (milisecond) seperti yang akan terlihat di jendela serial monitor.

  Serial.begin(9600);
  // Kode ini berfungsi mengatur kecepatan data bit per detik (baud) untuk
  transmisi data serial. Berguna untuk berkomunikasi dengan komputer saat
  upload program yang dimana kecepatan data yang digunakan adalah 9600
  bit per detik.

  pinMode(8, INPUT);
  pinMode(9, INPUT);
}
```

// Kode ini berfungsi untuk mengatur pin 8 dan 9 sebagai saluran input.

Kemudian void loop ( ) { } yaitu kode yang fungsinya akan dijalankan setelah void setup ( ) { } selesai. Setelah dijalankan satu kali,

fungsi ini akan dijalankan lagi, dan lagi secara terus-menerus sampai catu daya dilepaskan. Isi instruksi-instruksi dari fungsi program ini adalah :

```
void loop()
{
    if ( digitalRead(8) == LOW && digitalRead(9)== LOW)
// Kode ini artinya dibaca logika 0 (LOW) pada pin input nomor 8 dan 9,
dengan demikian LCD akan terhubung dengan pin ini hingga akan
menampilkan karakter kadar air jika ada pembacaan logika 0 (LOW) dan 0
(LOW).
{
    long start = millis();
    long MutuBeras = CapacitiveSensor (4,2);
    long MutuBeras = cs_4_2.capacitiveSensor(30);
// Kode ini berfungsi untuk memerintahkan sensor kapasitif yang
terhubung pin 4 dan 2 untuk mengukur nilai kapasitansi. Secara nilai
kapasitansi ini akan kalibrasi ulang pada interval yang ditentukan oleh
CS_Autocal_Millis.
    long a = MutuBeras/100;
    long b = MutuBeras/100;
// Kode ini berfungsi untuk mengkalibrasi nilai T antara nilai yang muncul
pada jendela serial monitor dengan nilai yang muncul pada LCD.
    int t = analogRead (A0);
// Kode ini berfungsi membaca nilai dari sensor kapasitif secara
pemrosesan sinyal dari konversi analog menjadi digital.
    lcd.setCursor(0,0);
// Kode ini berfungsi untuk mengatur kursor antara posisi dan baris pada
LCD.
    lcd.print("Kadar Air=");
// Kode ini berfungsi untuk memerintahkan LCD agar menampilkan
karakter parameter kadar air.
```

```

    lcd.print(a);
    lcd.print(".");
    lcd.print(b);
    // Kode ini berfungsi untuk memerintahkan LCD agar menampilkan
    besarnya nilai parameter kadar air dalam bentuk bilangan desimal.
    lcd.print("%");
    // Kode ini berfungsi untuk memerintahkan LCD agar menampilkan satuan
    dari nilai parameter kadar air yaitu satuan %.
    Serial.println(MutuBeras);
    // Kode ini berfungsi untuk menampilkan nilai dari sensor kapasitif melalui
    jendela serial monitor.
    Serial.println(t);
    // Kode ini berfungsi untuk tab karakter pada jendela serial monitor.
    delay(1000);
}
// Kode ini berfungsi untuk memerintahkan LCD akan hidup selama 1
detik dan padam selama 1detik. Demikian seterusnya sampai catu daya
pada papan arduino dilepas.

    Kemudian seterusnya isi dari dari instruksi-instruksi void loop ( ) {
} hampir sama seperti untuk parameter kadar air dari awal sampai akhir
namun ada yang berbeda untuk parameter benda asing dan parameter
ukuran butir yaitu sebagai berikut :
if (digitalRead(8)== HIGH && digitalRead(9)== HIGH)
// Kode ini artinya dibaca logika 1 (HIGH) pada pin input nomor 8 dan 9,
dengan demikian LCD akan terhubung dengan pin ini hingga akan
menampilkan karakter benda asing jika ada pembacaan logika 1 (HIGH)
dan 1 (HIGH).
lcd.print("Benda Asing=");
// Kode ini berfungsi untuk memerintahkan LCD agar menampilkan
karakter parameter benda asing.

```

```

if (digitalRead(8)== HIGH && digitalRead(9) == LOW)
// Kode ini artinya dibaca logika 1 (HIGH) pada pin input nomor 8 dan
dibaca logika 1 (HIGH) pada pin input nomor 9, dengan demikian LCD
akan terhubung dengan pin ini hingga akan menampilkan karakter ukuran
butir jika ada pembacaan logika 1 (HIGH) dan 0 (LOW).
lcd.print("UkuranButir=");
// Kode ini berfungsi untuk memerintahkan LCD agar menampilkan
karakter parameter ukuran butir.
lcd.print("D");
// Kode ini berfungsi untuk memerintahkan LCD agar menampilkan satuan
dari nilai parameter kadar air yaitu satuan D.

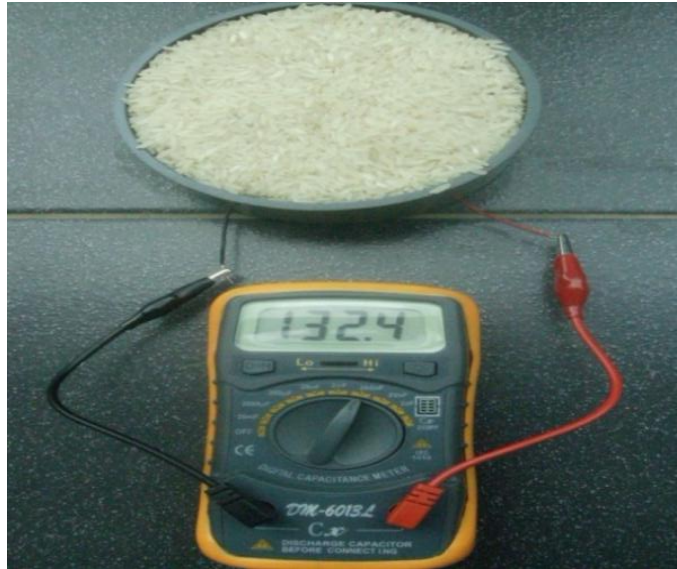
```

### 3.4 Pengujian Sistem

Setelah melakukan pembuatan sistem maka dilakukan pengujian sistem secara menyeluruh, dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem sudah sesuai dengan apa yang diharapkan atau belum. Pengujian sistem dilakukan secara bertahap namun berbeda urutannya dari pembuatan sistem. Pengujian sistem diawali dengan pengujian sensor, pengujian software dan kemudian yang terakhir pengujian hardware.

#### 3.4.1 Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan menggunakan kapasitansi meter untuk mengukur besarnya nilai kapasitansi dari sensor kapasitif interdigit. Pengujian sensor dilakukan secara bertahap dari sensor kapasitif interdigit dengan jarak pemisah antara keping-keping konduktor terpanjang d 10mm sampai jarak pemisah antara keping-keping konduktor terpendek d 0,3mm. Yang diketahui jumlah sensor yang telah dibuat sebanyak 17 buah. Pengujian sensor dilakukan dengan cara menghubungkan kutub positif dan kutub negatif sensor kapasitif interdigit dengan kedua probe kapasitansi meter lalu diukurlah besarnya nilai kapasitansi dari semua sensor yang telah dibuat. Pada saat pengujian sensor bahwa bahan dielektrik yang digunakan adalah beras.



**Gambar 3.16** Pengujian sensor kapasitif interdigit.

Setelah dilakukan pengujian sensor, didapatkan bahwa sensor kapasitif interdigit yang paling efektif memiliki nilai kapasitansi lebih stabil yaitu pada sensor kapasitif interdigit dengan jarak pemisah keping konduktor antar jalur (track) paling pendek yaitu  $d = 0,3\text{mm}$ . Sehingga sensor kapasitif inilah yang akan dipakai untuk pengambilan data eksperimen.

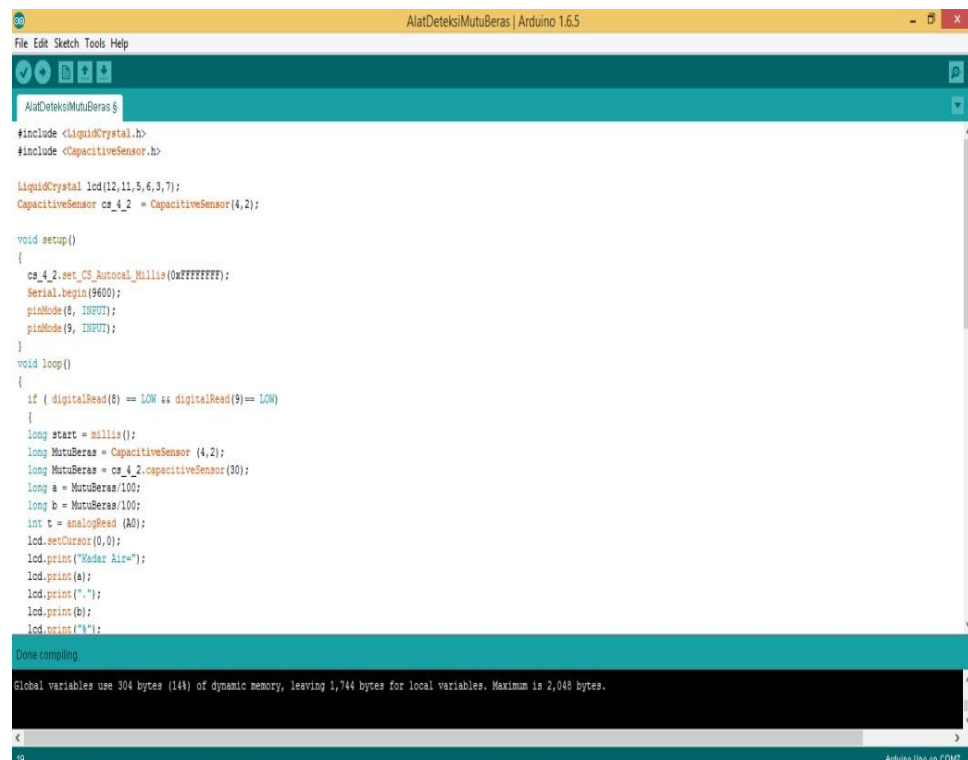


**Gambar 3.17** Sensor kapasitif interdigit  $d = 0,3\text{mm}$ .

### 3.4.2 Pengujian Software

Pengujian software dilakukan untuk mengecek *sketch* berupa instruksi-instruksi program yang dibuat sebelumnya, apakah *sketch* yang dibuat sudah berhasil terkompilasi atau *error*. Karena apabila *sketch* masih terjadi *error* maka *sketch* tersebut tidak akan bisa di-*upload* dalam mikrokontroler papan arduino. Sehingga alat deteksi mutu beras ini tidak akan berjalan sesuai dengan aplikasinya.

Bahwa sebelum meng-*upload sketch* ke dalam mikrokontroler papan arduino bahwa wajib dilakukan pengujian software dengan cara meng-klik toolbar Verify pada jendela utama Arduino IDE agar untuk mengetahui apakah *sketch* yang dibuat sebelumnya berhasil terkompilasi atau *error*. Jika pengujian software berhasil dapat terkompilasi maka Arduino IDE akan memberikan tanda pada bagian bawah jendela utama Arduino IDE dengan keterangan Done Compiling. Sehingga apabila *sketch* sudah berhasil terkompilasi maka *sketch* ini siap untuk di-*upload* ke dalam mikrokontroler papan arduino dengan cara meng-klik toolbar Upload pada jendela utama Arduino IDE.



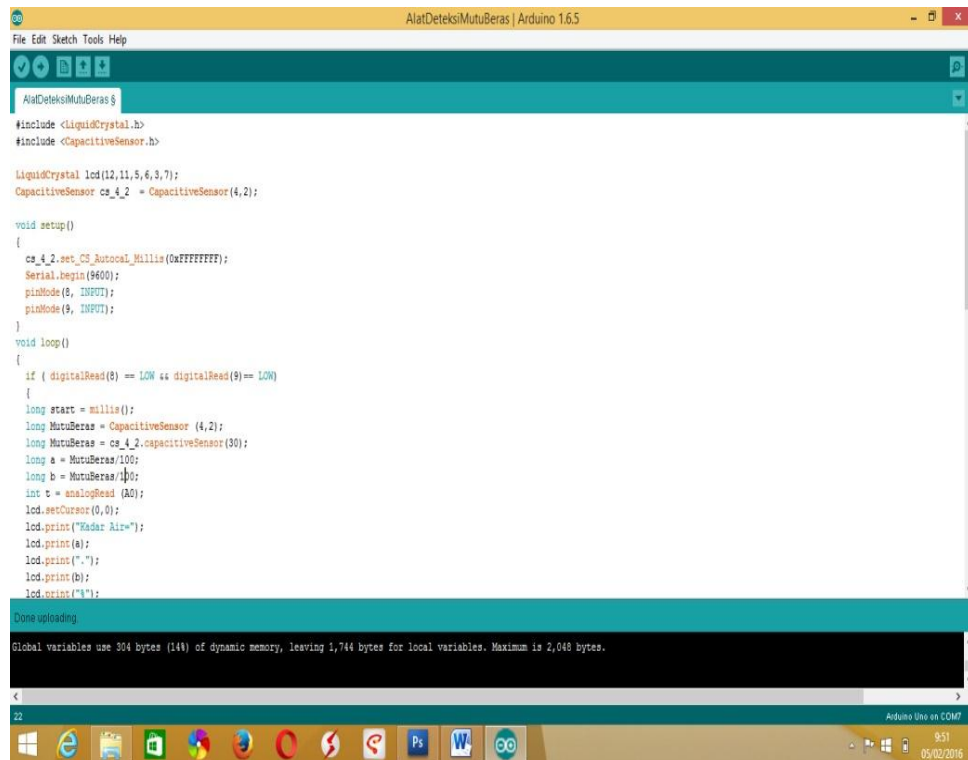
**Gambar 3.18** *Sketch* program yang sudah terkompilasi.

### 3.4.3 Pengujian Hardware

Pengujian hardware diawali dengan melakukan pengecekan kabel-kabel sambungan pada semua rangkaian dengan menggunakan multimeter, dengan cara menghubungkan probe kedua kutub pada multimeter kepada setiap ujung kabel sambungan komponen elektronika pada semua rangkaian. Sehingga jika ada kabel penghubung rangkaian dalam keadaan baik tanpa adanya kabel putus maupun rusak dapat diketahui dengan adanya tanda bunyi pada alat multimeter.

Setelah dipastikan seluruh kabel penghubung pada semua rangkaian dalam kondisi baik, kemudian langsung kita lakukan *upload sketch* yang berisi program instruksi-instruksi dalam bahasa C dengan aplikasi alat deteksi mutu beras untuk tiga parameter. Cara melakukan *upload sketch* yaitu pertama menancapkan kabel data USB yang terhubung dengan laptop kepada port USB papan arduino. Pastikan kabel data USB terhubung dalam keadaan kuat.

Kemudian klik toolbar tools pada jendela Arduino IDE kemudian pilih board Arduino UNO dan port com 7. Karena jenis papan arduino yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis papan Arduino Uno dan port pada laptop yang dipakai adalah port com 7. Kemudian *upload sketch* ke dalam mikrokontroler arduino dengan cara meng-klik toolbar Upload pada jendela Arduino IDE. Jika *sketch* program sudah berhasil ter-*upload* maka Arduino IDE akan memberikan tanda pada bagian bawah jendela utama Arduino IDE dengan keterangan Done Uploading.



**Gambar 3.19** Sketch program yang sudah ter-upload.

Setelah melakukan *upload* sketch program bahwa display LCD sudah dapat menyala, dan LCD juga sudah dapat menerima input nilai kapasitansi dari sensor kapasitif interdigit yang sudah di konversi kedalam tiga parameter beras yaitu parameter kadar air, benda asing dan ukuran butir. Aturlah kekontrasan matriks-matriks LCD dengan cara memutar sumbu trimpot resistor variabel dengan obeng supaya tampilan LCD dapat terlihat dengan jelas.

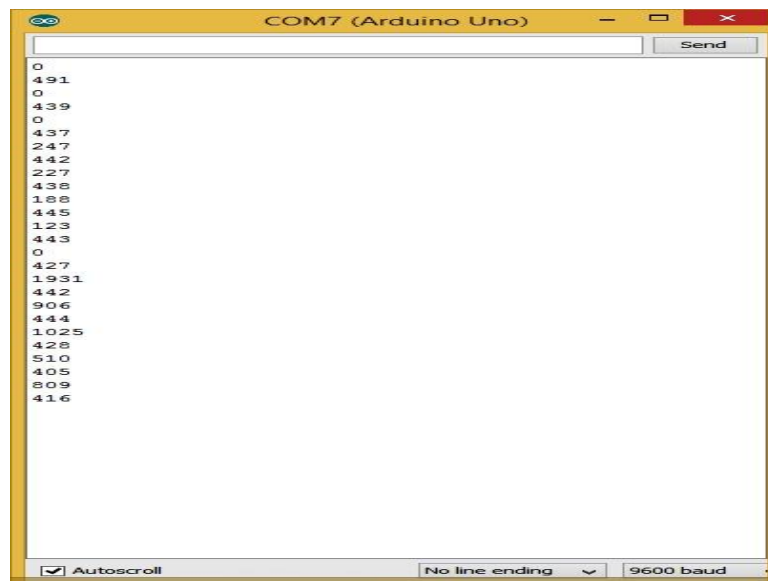
Kemudian yang terakhir dilakukan pengujian hardware untuk kalibrasi sensor kapasitif interdigit yaitu dengan cara menganalisa besarnya nilai kapasitansi. Namun yang sesungguhnya dalam prakteknya yang terdeteksi dalam hardware ini adalah besarnya T waktu pengisian kapasitor yang akan terlihat besarnya nilai T pada jendela serial monitor. Ketika beras dimasukan dalam sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya, bahwa diketahui besarnya nilai T yang terlihat pada jendela serial monitor adalah 500. Lalu kita lakukan kalibrasi dengan cara mengedit sketch pada kode :

```

long a = MutuBeras/100;
long b = MutuBeras/100;
menjadi,
long a = MutuBeras/500;
long b = MutuBeras/500;

```

Sehingga, jika nilai T yang terlihat pada jendela serial monitor adalah 500ms maka akan dikalibrasi nilai parameter yang akan muncul pada display LCD adalah sebesar 1.



**Gambar 3.20** Serial monitor Arduino IDE.

### 3.5 Metode Eksperimen

Metode eksperimen akan membahas prosedur penelitian untuk karakterisasi sensor, kalibrasi alat deteksi mutu beras dan pengujian kinerja alat deteksi mutu beras. Dilakukan dengan cara pengambilan data dari pengukuran nilai kapasitansi dengan bahan dielektrik yaitu beras, yang diuji terhadap parameter kadar air, benda asing dan ukuran butir. Metode eksperimen dilakukan secara bertahap dari karakterisasi sensor, kalibrasi alat deteksi mutu beras dan kemudian yang terakhir pengujian kinerja alat deteksi mutu beras. Bahwa beras yang dipakai pada penelitian ini hanya satu beras varietas saja yaitu beras varietas jembar majalaya. Penelitian untuk parameter benda asing pada beras bahwa jenis plastik yang dipakai adalah plastik FCP serta ukuran batu dan plastik yang dipakai harus seragam.

Tri Sutrisna Bhayu Kusuma, 2016

**ALAT DETEKSI MUTU BERAS DENGAN METODE KAPASITIF BERBASIS MIKROKONTROLER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

### 3.5.1 Prosedur Penelitian Karakterisasi Sensor

Karakterisasi sensor dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui profil atau karakteristik sensor kapasitif interdigit terhadap tiga parameter mutu beras yaitu kadar air, benda asing dan ukuran butir. Sehingga, jika sensor kapasitif interdigit ini akan dibuat dalam sebuah sistem instrumen maka sudah dapat diprediksi apa yang akan terjadi pada instrumen ini. Agar sensor kapasitif interdigit memperoleh nilai kapasitansi maka digunakanlah kapasitansi meter untuk mengukur besarnya nilai kapasitansi dari sensor kapasitif terhadap tiga parameter mutu beras tersebut. Karakterisasi sensor dilakukan dalam tiga tahap yaitu karakterisasi sensor terhadap parameter kadar air beras, karakterisasi sensor terhadap parameter benda asing pada beras dan karakterisasi sensor terhadap parameter ukuran butir beras. Karakterisasi sensor dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi FPMIPA B UPI Bandung, Jalan Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung, mulai dari tanggal 28 september 2015 sampai 12 oktober. Berikut ini akan dijelaskan prosedur penelitian karakterisasi sensor yaitu :

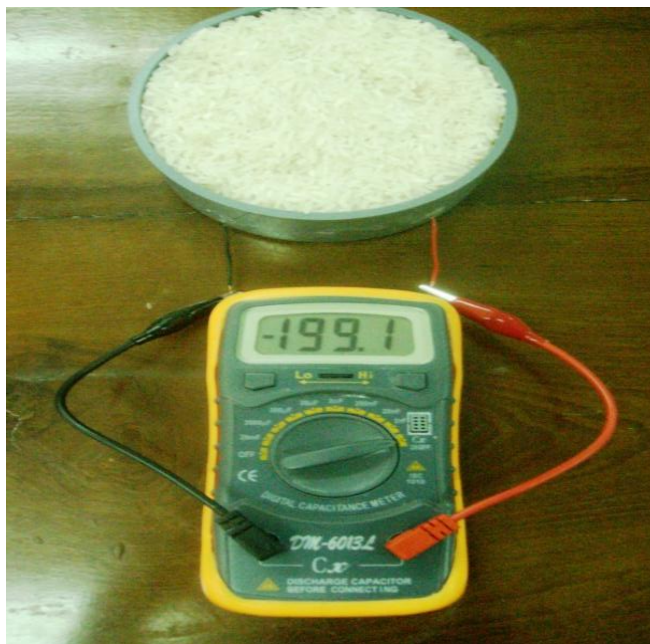
Prosedur penelitian karakterisasi sensor terhadap parameter kadar air beras:

1. Menyiapkan kapasitansi meter dan sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya.
2. Menyiapkan beras, corong, mangkok dan tampan.
3. Masukkan beras dalam mangkok dengan keadaan penuh lalu tuangkan ke tampan, pastikan beras dituangkan dalam tampan secara merata.
4. Jemur beras selama 1 jam di ruang terbuka saat cuaca cerah.



**Gambar 3.21** Beras dijemur di ruang terbuka saat cuaca cerah.

5. Setelah beras dijemur selama satu jam, masukan beras tersebut ke dalam sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya dengan perantara corong supaya beras tidak berhamburan.
6. Menyambungkan kedua probe kapasitansi meter dengan kabel yang sudah terhubung dengan kutub-kutub sensor kapasitif interdigit.
7. Mengamati dan Mengukur berapakah nilai kapasitansi yang terukur dengan kapasitansi meter.



**Gambar 3.22** Pengukuran nilai kapasitansi.

Tri Sutrisna Bhayu Kusuma, 2016

**ALAT DETEKSI MUTU BERAS DENGAN METODE KAPASITIF BERBASIS MIKROKONTROLER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

8. Setelah diperoleh nilai kapasitansi, keluarkan beras tersebut ke dalam tampan kembali.
9. Bersihkan sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya dengan lap dari sisa-sisa beras yang masih ada dalam sensor.
10. Mengulangi percobaan tersebut untuk beras yang sudah dijemur selama 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, 7 jam dan 8 jam.

Prosedur penelitian karakterisasi sensor terhadap parameter benda asing pada beras :

1. Menyiapkan kapasitansi meter dan sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya.
2. Menyiapkan beras, corong dan mangkok.
3. Menyiapkan batu kecil dan potongan plastik yang semuanya dibuat ukuran seragam.
4. Masukkan beras dalam mangkok dengan keadaan penuh.
5. Masukkan batu kecil sebanyak 10 butir ke dalam mangkok yang sudah terisi beras.
6. Kemudian masukan beras yang sudah tercampur batu ke dalam sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya dengan perantara corong supaya beras tidak berhamburan.
7. Menyambungkan kedua probe kapasitansi meter dengan kabel yang sudah terhubung dengan kutub-kutub sensor kapasitif interdigit.
8. Mengamati dan mengukur berapakah nilai kapasitansi yang terukur dengan kapasitansi meter.
9. Setelah diperoleh nilai kapasitansi, ulangi percobaan nomor 6 - 8 untuk beras yang tercampur batu kecil sebanyak 20 butir, 30 butir, 40 butir, 50 butir, 60 butir, 70 butir, 80 butir, 90 butir dan 100 butir.
10. Keluarkan beras tersebut ke dalam tampan.
11. Bersihkan sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya dengan lap dari sisa-sisa beras yang masih ada dalam sensor.

12. Mengulangi kembali percobaan seperti diatas namun benda asing pada beras yang dimasukan dalam sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya adalah potongan plastik dari 10 butir sampai 100 butir potongan plastik.



(a)

(b)

**Gambar 3.23** Sampel benda asing (a) Butir batu dan (b) Potongan plastik.

Prosedur penelitian karakterisasi sensor terhadap parameter ukuran butir beras :

1. Menyiapkan kapasitansi meter dan sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya.
2. Menyiapkan tepung beras, beras butir menir, beras butir patah, beras butir utuh, corong, mangkok dan tampan.
3. Masukkan tepung beras dalam mangkok dengan keadaan penuh.
4. Kemudian masukan tepung beras ke dalam sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya dengan perantara corong supaya tepung beras tidak berhamburan.
5. Menyambungkan kedua probe kapasitansi meter dengan kabel yang sudah terhubung dengan kutub-kutub sensor kapasitif interdigit.
6. Mengamati dan mengukur berapakah nilai kapasitansi yang terukur dengan kapasitansi meter.
7. Setelah diperoleh nilai kapasitansi, keluarkan beras tersebut ke dalam tampan.

8. Bersihkan sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya dengan lap dari sisa-sisa tepung beras yang masih ada dalam sensor.
9. Mengulangi percobaan tersebut untuk beras dari ukuran campuran tepung beras dengan butir menir, butir menir, campuran butir menir dengan butir patah, butir patah, campuran butir patah dan butir utuh dan yang terakhir butir utuh.



(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 3.24** Sampel ukuran butir beras (a) Tepung beras  
(b) Butir menir (c) Butir patah (d) Butir utuh

### 3.5.2 Prosedur Penelitian Kalibrasi Alat Deteksi Mutu Beras

Kalibrasi alat deteksi mutu beras dilakukan dengan cara mengkalibrasi alat deteksi mutu beras melalui pembandingan dari alat deteksi mutu beras yang sudah diproduksi oleh industri. Kalibrasi alat deteksi mutu beras yang dilakukan hanya untuk parameter kadar air saja. Karena suatu instrumen deteksi mutu beras yang menggunakan metode kapasitif yang sudah dibuat oleh industri yaitu hanya alat ukur kadar air yang sering dikenal oleh peneliti dan petani yaitu moisture meter. Moisture meter yang dipakai pada penelitian ini adalah moisture meter tipe Kett Grainer PM-300 buatan dari Kett Laboratory of Instruments asal Jepang.

Penelitian kalibrasi alat deteksi mutu beras bertujuan untuk pembandingan antara alat deteksi mutu beras yang dibuat oleh penulis dengan moisture meter buatan industri yang sering digunakan oleh peneliti maupun petani. Penelitian kalibrasi alat deteksi mutu beras ini dilakukan di Laboratorium Fisik Beras, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi B2TP, Sukamandi Kabupaten Subang pada tanggal 15 desember 2015.

Berikut ini akan dijelaskan prosedur penelitian kalibrasi alat deteksi mutu beras yaitu :

1. Menyiapkan beras, moisture meter, timbangan, sendok makan, corong, mangkok dan tampan.
2. Masukkan beras dalam mangkok dengan keadaan penuh lalu tuangkan ke tampan, pastikan beras dituangkan dalam tampan secara merata.
3. Jemur beras selama 1 jam di ruang terbuka saat cuaca cerah.
4. Menyiapkan timbangan, atur agar jarum skala timbangan menunjukkan angka nol.
5. Beras dijemur selama satu jam, tuangkan beras tersebut ke dalam wadah timbangan dengan perantara corong supaya beras tidak berhamburan.



**Gambar 3.25** Timbang beras sampai tercapai masa sebesar 170 gr.

6. Pastikan saat menuangkan beras ke dalam wadah timbangan harus sampai tercapai masa beras sebesar 170 gr.
7. Hidupkan moisture tester dengan menekan tombol ON. Setelah dua detik akan muncul pada layar angka 01.
8. Tekan tombol SELECT, angka 01 akan berkedip-kedip. Pilih kode angka bahan yang akan diukur (lihat pada daftar). Masukan (ENTER) kode angka 31 untuk beras
9. Tekan tombol MEA pada alat, kemudian tunggu sampai muncul kata POUR.
10. Menuangkan beras yang sudah ditimbang kedalam alat moisture meter.
11. Ratakan beras yang berada dalam alat moisture meter agar mempunyai permukaan beras yang sama menggunakan sendok makan.
12. Setelah 4 detik akan muncul angka persentase kadar air beras yang terukur terlihat pada layar.



**Gambar 3.26** Pengukuran nilai persentase kadar air dengan moisture meter.

13. Mengulangi pengukuran sebanyak empat kali, selanjutnya hitung rata-rata angka pengukurannya.

### 3.5.3 Prosedur Penelitian Pengujian Kinerja Alat Deteksi Mutu Beras

Pengujian kinerja alat deteksi mutu beras dilakukan bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem instrumentasi mengidentifikasi tiga parameter mutu beras yaitu kadar air, benda asing dan ukuran butir. Pengujian ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu pengujian kinerja alat deteksi mutu beras terhadap parameter kadar air, pengujian kinerja alat deteksi mutu beras terhadap parameter benda asing dan pengujian kinerja alat deteksi mutu beras terhadap parameter ukuran butir.

Berikut ini akan dijelaskan prosedur penelitian pengujian kinerja alat deteksi mutu beras terhadap parameter kadar air beras yaitu :

1. Menyiapkan beras, alat deteksi mutu beras, corong, mangkok dan tampan.
2. Masukkan beras dalam mangkok dengan keadaan penuh lalu tuangkan ke tampan, pastikan beras dituangkan dalam tampan secara merata.
3. Kemudian jemur beras selama 1 jam di ruang terbuka dengan cuaca dalam keadaan cerah.
4. Hidupkan alat deteksi mutu beras dengan menekan tombol merah jika akan menggunakan dengan sumber daya baterai atau jika ingin menggunakan sumber listrik dari pembangkit listrik hanya langsung menancapkan adaptor AC-ke-DC ke stop kontak. Setelah satu detik akan muncul karakter “Kadar Air=” pada layar LCD.
5. Setelah beras dijemur selama satu jam, lalu masukan beras tersebut ke dalam sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya pada alat deteksi mutu beras dengan perantara corong supaya beras tidak berhamburan.
6. Mengamati dan mengukur berapakah nilai persentase kadar air yang terukur dengan alat deteksi mutu beras.



**Gambar 3.27** Pengukuran nilai persentase kadar air dengan alat deteksi mutu beras.

7. Mengulangi pengukuran sebanyak empat kali, selanjutnya hitung rata-rata angka pengukurannya.
8. Setelah diperoleh nilai persentase kadar air, keluarkan beras tersebut kedalam tampan kembali.
9. Bersihkan sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya dengan lap dari sisa-sisa beras yang masih ada dalam sensor.
10. Mengulangi percobaan tersebut untuk beras yang sudah dijemur selama 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, 7 jam dan 8 jam.

Berikut ini akan dijelaskan prosedur penelitian pengujian kinerja alat deteksi mutu beras terhadap parameter benda asing pada beras yaitu :

1. Menyiapkan beras, alat deteksi mutu beras, corong, mangkok dan tampan.
2. Menyiapkan batu kecil dan potongan plastik yang semuanya dibuat ukuran seragam.
3. Masukkan beras dalam mangkok dengan keadaan penuh.
4. Masukkan batu kecil sebanyak 10 butir ke dalam mangkok yang sudah terisi beras.
5. Hidupkan alat deteksi mutu beras dengan menekan tombol merah jika akan menggunakan dengan sumber daya baterai atau jika ingin menggunakan sumber listrik dari pembangkit listrik hanya

langsung menancapkan adaptor AC-ke-DC ke stop kontak. Tekan tombol swicth hitam dengan logika 1 dan 1 hingga akan muncul karakter “Benda Asing=” pada layar LCD.

6. Masukkan beras yang sudah tercampur batu ke dalam sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya pada alat deteksi mutu beras dengan perantara corong supaya beras tidak berhamburan.
7. Mengamati dan mengukur berapakah nilai persentase benda asing yang terukur dengan alat deteksi mutu beras.



**Gambar 3.28** Pengukuran nilai persentase benda asing dengan alat deteksi mutu beras.

8. Setelah diperoleh nilai persentase benda asing, mengulangi percobaan nomor 6 - 7 tersebut untuk beras yang tercampur batu kecil sebanyak 20 butir, 30 butir, 40 butir, 50 butir, 60 butir, 70 butir, 80 butir, 90 butir dan 100 butir.
9. Keluarkan beras tersebut ke dalam tampan.
10. Bersihkan sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya dengan lap dari sisa-sisa beras yang masih ada dalam sensor.
11. Mengulangi kembali percobaan seperti diatas namun benda asing pada beras yang dimasukan dalam sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya pada alat deteksi mutu beras adalah potongan plastik dari 10 butir sampai 100 butir potongan plastik.

Prosedur penelitian karakterisasi sensor terhadap parameter ukuran butir beras :

1. Menyiapkan alat deteksi mutu beras, corong, mangkok dan tampan.
2. Menyiapkan tepung beras, beras butir menir, beras butir patah, dan beras butir utuh.
3. Masukkan tepung beras dalam mangkok dengan keadaan penuh.
4. Hidupkan alat deteksi mutu beras dengan menekan tombol merah jika akan menggunakan dengan sumber daya baterai atau jika ingin menggunakan sumber listrik dari pembangkit listrik hanya langsung menancapkan adaptor AC-ke-DC ke stop kontak. Tekan tombol swicth hitam dengan logika 1 dan 0 hingga akan muncul karakter “UkuranButir=” pada layar LCD.
5. Kemudian masukan tepung beras ke dalam sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya pada alat deteksi mutu beras dengan perantara corong supaya tepung beras tidak berhamburan.
6. Mengamati dan mengukur berapakah nilai kepadatan ukuran butir beras yang terukur dengan alat deteksi mutu beras.



**Gambar 3.29** Pengukuran nilai kepadatan ukuran butir beras dengan alat deteksi mutu beras.

7. Setelah diperoleh nilai nilai kepadatan ukuran butir beras, keluarkan beras tersebut ke dalam tampan.

8. Bersihkan sensor kapasitif interdigit beserta wadahnya pada alat deteksi mutu beras dengan lap dari sisa-sisa tepung beras yang masih ada dalam sensor.
9. Mengulangi percobaan tersebut untuk beras dari ukuran campuran tepung beras dengan butir menir, butir menir, campuran butir menir dengan butir patah, butir patah, campuran butir patah dan butir utuh dan yang terakhir butir utuh.

### **3.6 Metode Analisis**

Dari hasil metode eksperimen kemudian dilakukan suatu analisa dari beberapa data nilai kapasitansi yang sudah diperoleh sehingga dapat diketahui batas dari beras mutu baik dan beras mutu buruk berdasarkan parameter kadar air, benda asing dan ukuran butir. Maka dapat dibuat suatu kesimpulan bahwa beras mutu baik mempunyai nilai kapasitansi tertentu yang sudah di konversi menjadi tiga parameter mutu beras yaitu kadar air, benda asing dan ukuran butir. Secara pembahasan metode analisa akan lebih diperjelas pada Bab selanjutnya yaitu Bab 4 Hasil dan Pembahasan.