



A 285

A 285

DP/BPPI/BISB/139/88

NO: 172 / 5 / BALAI RISET  
DAN STANDARISASI INDUSTRI

PEMBUATAN PROTOTYPE ALAT - ALAT UJI  
KADAR AIR BIJI BIJIAN

DISPERPUSIP JATIM

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI SURABAYA  
JL. JAGIR WONOKROMO 360 TELP. 816612 SURABAYA

## DAFTAR ISI

Halaman.

- P E N G A N T A R

- D A F T A R    I S I

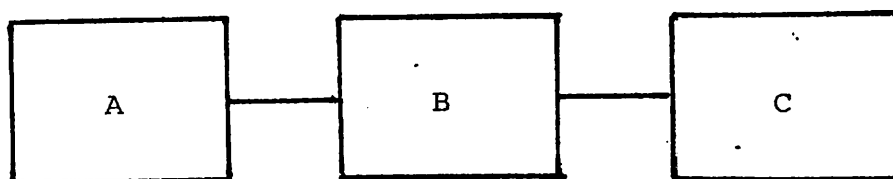
BAB I	P E N D A H U L U A N . . . . .	1
II	TINJAUAN PUSTAKA	
	2.1. Teori Dasar Pengukuran Kadar Air . .	3
III	P E R C O B A A N . . . . .	8
	- B A H A N . . . . .	8
	- A L A T - A L A T . . . . .	8
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN . . . . .	15
	1. Penelitian hubungan antara nilai ka- pasitas dengan kadar air . . . . .	15
	2. Pembuatan Prototype alat . . . . .	17
	3. Uji pengaruh berat dan ukuran contoh	18
	4. Pengaruh isi contoh . . . . .	24
	5. Kalibrasi Alat . . . . .	25
	6. Hasil uji perbedaan , . . . . .	27
V.	KESIMPULAN DAN SARAN . . . . .	29
	DAFTAR PUSTAKA . . . . .	30

## BAB I PENDAHULUAN

Suatu tahapan penting dalam pengusahaan perkebunan untuk menghasilkan komoditi yang siap dipasarkan adalah pengolahan hasil. Untuk ini diperlukan sarana yang memadai secara kuantitatif maupun kwalitatif. Menurut Dinas Perkebunan Jawa Timur, di Jawa Timur terdapat areal perkebunan kopi seluas 80.294 Ha. dengan produksi sebanyak 50.000 ton/tahun. Tahapan penting yang dirasakan masih sulit bagi petani adalah pengontrolan kadar air, karena umumnya hanya berdasarkan perasaan dan pengalaman saja, sehingga belum bisa menjamin kualitas yang diinginkan. Sedangkan pengontrolan kadar air dengan menggunakan alat uji kadar air (Zera tester) baru dilakukan perusahaan perkebunan saja. Alat Zera tester ini harganya kira-kira Rp.500.000,- dan memerlukan pemeliharaan yang teliti termasuk kalibrasi yang harus dilakukan antara 3 sampai 6 bulan sekali agar kebenaran alat ini untuk mengukur tetap terjamin.

Atas dasar itulah, maka akan dilakukan penelitian terhadap pembuatan suatu unit alat uji kadar air kopi tipe lain, yaitu tipe Kapasitansi yang sederhana dari segi konstruksi, harga, pemakaian maupun pemeliharaan namun cukup bisa dipertanggung jawabkan kemampuannya. Adapun alat yang dibuat menggunakan dasar-dasar elektronika sederhana, sebagai upaya memanfaatkan hasil teknologi elektronika dinegara kita dan alat ini diharapkan bisa dibuat oleh industri kecil untuk para petani dan para pedagang.

Blok diagram dari alat uji kadar air biji kopi terlihat seperti dibawah ini.



Keterangan :

- A - Transducer.
- B - Pengolah.
- C - Indikator.

Dengan bantuan arus, maka pengukuran kadar air dirubah menjadi perubahan kapasitas oleh sebuah transducer, perubahan ini merupakan input dari unit pengolah dan hasil pengolahan dapat dibaca pada indikator.

Dalam proses pembuatan alat, permasalahan yang timbul adalah hasil skala yang ditunjukkan oleh alat tersebut, karena menurut pengalaman di laboratorium penelitian didalam menghitung kadar air dari biji-bijian untuk berbagai tipe alat, ternyata selalu menunjukkan hasil skala yang berbeda dengan metode standart. Maka dari itu penelitian ingin menyamakan hasil pengukuran kadar air biji kopi dengan jalan mengadakan kalibrasi alat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan alat uji kadar air biji-bijian yang sederhana dari segi konstruksi, harga perawatan tanpa mengurangi kualitas sesuai dengan fungsinya.

Diharapkan hasil penelitian ini selain membantu petani/pengusaha kecil-perkebunan dalam mengelola produk-produknya, juga meningkatkan penghasilan/usaha industri kecil elektronika.

Pelaksanaan penelitian ini meliputi pemilihan detektor, unit pengukur serta kalibrasinya.

Hasil penelitian berupa prototype alat uji kadar air, dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Jangka uji : 6 % - 20 % untuk biji kopi
- Power supply : battery 9 V
- Waktu uji : 5 menit/ccontoh

Uji statistik menunjukkan bahwa hasil uji dengan alat ini tidak berbeda nyata dengan hasil uji dengan alat Zera tester.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Teori Dasar Pengukuran Kadar Air.

Kadar air dari bahan adalah jumlah kandungan air dalam bahan dan dinyatakan dalam prosentase dari berat total bahan tersebut.

Umumnya seorang peneliti atau produsen memerlukan data-data kadar air dari bahan yang hendak disimpan atau diperdagangkan. Dan metode pengukuran kadar air yang dilakukan oleh peneliti atau produsen adalah :

1. Cara langsung, yaitu metode Thermis (Dry Oven).
2. Cara tidak langsung, yaitu metode Elektronis.

#### 2.1.1. Metode Pengukuran Langsung ( Dry Oven ).

Metode ini adalah metode yang paling sederhana dan banyak digunakan dilaboratorium-laboratorium, disamping dipakai sebagai standart untuk men-nera metode lain. Pengukuran dengan jalan ini tidak lain adalah bersifat gravimetris yakni pengurangan berat suatu bahan melalui proses pengeringan. Pengeringan biasanya dilakukan didalam oven pada suhu antara 100°C sampai - 105°C selama dua jam atau sampai berat tetap.

Prosentase kadar air yang terkandung adalah :

$$Mc = \frac{Mo - Mi}{Mo} \times 100 \%$$

Dimana : Mc = Banyaknya kadar air

Mo = Bobot contoh sebelum pengeringan

Mi = Bobot contoh setelah pengeringan.

Keuntungan yang bisa didapat dari metode ini adalah :

- Tidak diperlukan seorang operator yang ahli.
- Bahan yang diukur dapat banyak, serta bisa dilakukan tiap hari.
- Menghasilkan ketelitian yang cukup tinggi, selama pengukuran dilakukan cukup hati-hati.

Kelemahan dari metode pengeringan ini adalah :

- Peralatan cukup mahal dan memakan waktu lama, sekitar 5 sampai 6 jam.
- Tidak dapat dipakai dilapangan.

### 2.1.2. Metode Pengukuran Tak Langsung ( Elektronik ).

Kebanyakan instrumen pengukuran kadar air didasarkan atas prinsip - elektronik. Secara garis besar instrumen elektronik terdiri dari beberapa bagian antara lain :

1. Unit Masukan, berfungsi untuk menerima sinyal-sinyal atau besaran yang akan diukur, untuk selanjutnya akan dirubah menjadi sinyal listrik atau besaran listrik.
2. Unit Pengolah, berfungsi untuk memperkuat, menapis, memodifikasi sinyal-sinyal yang datang sehingga sesuai dengan unit keluaran.
3. Unit keluaran, berfungsi mengeluarkan hasil manipulasi data yang bisa berupa meter, digital dan lain-lain.

Metode ini mempunyai elektroda (Tranducer) yang berfungsi mendeteksi perubahan fisis menjadi besaran listrik dan metode elektronik ini terdiri dari jenis pengukuran kapasitansi.

#### JENIS PENGUKURAN KAPASITAN.

Dasar dari pengukuran kadar air jenis ini adalah pengukur perubahan kapasitansi yang disebabkan oleh perubahan konstanta dielektrik bahan akibat perubahan kadar airnya. Rangkaian jenis ini dilakukan dengan jembatan kapasitan ac, dimana tranducer (elektroda) yang akan mendeteksi perubahan kadar air dipasang pada salah satu lengannya (Sihombing : "Moisture Meter-Tapioka").

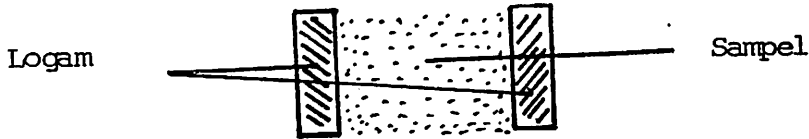
#### 2.1.2.1. Tranducer.

Istilah lain dari unit masukan adalah tranducer.

Menurut definisi "Tranducer adalah sebuah alat yang bila digerakkan oleh energi didalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi dalam bentuk yang sama atau berlainan kesistem transmisi kedua" (W.D. Cooper, 1978). Sesuai dengan fungsinya, tranducer dapat mengubah besaran fisis seperti gaya perpindahan mekanis, panas, intensitas cahaya, kelembaban menjadi sinyal listrik seperti kapasitansi, tahanan.

Tranducer pada jenis pengukuran kapasitansi ini menggunakan dua lembaran plate paralel. Besar kecilnya kapasitansi yang timbul akan sesuai dengan besar kecilnya kadar air yang terkandung padanya.

Elektroda ( Tranducer ) yang membentuk kapasitansi dapat diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Rumus dasar dari perubahan kapasitansi pada transducer adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{0,224 \epsilon}{d} A (n - 1)$$

Dimana : C = Kapasitansi, Pf

A = Luas dari sisi plate, inc<sup>2</sup>

d = Jarak antara plate, inc

n = Jumlah plate

$\epsilon$  = Konstanta dielektrik dari bahan.

Dari persamaan diatas terlihat bahwa semakin besar luas dua plat logam, - semakin tinggi nilai kapasitansinya dan semakin kecil jarak dua plate logam, semakin tinggi nilai kapasitansinya.

#### 2.1.2.2. Jembatan Kapasitansi.

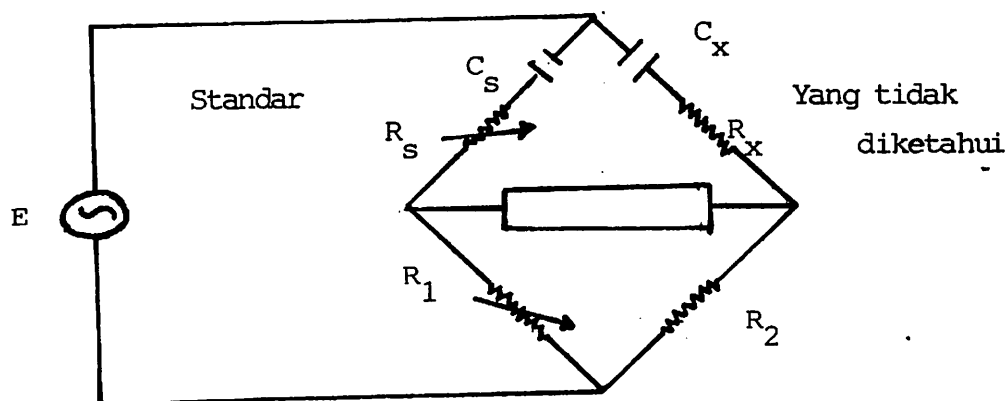
Istilah lain dari unit pengolah adalah jembatan kapasitansi.

Dalam bentuk dasarnya jembatan arus bolak-balik dapat digunakan untuk pengukuran induktansi atau kapasitansi yang tidak diketahui dengan membandingkannya terhadap sebuah induktansi atau kapasitansi yang diketahui.

Sebuah jembatan kapasitansi dasar ditunjukkan pada Gambar II-2.

Kedua lengan perbandingan adalah resistif dan dinyatakan oleh  $R_1$  dan  $R_2$ .

Lengan standart terdiri dari kapasitor  $C_s$  seri dengan tahanan  $R_s$ , dimana  $C_s$  adalah kapasitor standart kualitas tinggi dan  $R_s$  adalah tahanan variabel.  $C_x$  menyatakan kapasitansi yang tidak diketahui dan  $R_x$  adalah tahanan kebocoran kapasitor.



Gambar II-2 : Jembatan Kapasitansi

Untuk menuliskan persamaan setimbang, mula-mula impedansi dari keempat lengan jembatan dinyatakan dalam bentuk kompleks dan diperoleh bahwa:

$$Z_1 = R_1 ; Z_2 = R_2 ; Z_3 = R_s - \frac{j}{\omega C_s} ; Z_4 = R_x - \frac{j}{\omega C_x}$$

Dengan mensubstitusikan impedansi-impedansi ini kedalam persamaan umum untuk kesetimbangan jembatan, diperoleh :

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$$

$$R_1 \left( R_x - \frac{j}{\omega C_x} \right) = R_2 \left( R_s - \frac{j}{\omega C_s} \right)$$

yang dapat diuraikan menjadi :

$$R_1 R_x - R_1 \frac{j}{\omega C_x} = R_2 R_s - R_2 \frac{j}{\omega C_s}$$

Dua bilangan kompleks adalah sama bila bagian-bagian khayal dan bagian-bagian nyatanya adalah sama. Dengan menyamakan bagian-bagian nyata diperoleh :

$$R_1 R_x = R_2 R_s \text{ atau } R_x = R_s \frac{R_2}{R_1}$$

Dengan menyamakan bagian-bagian khayal, diperoleh :

$$\frac{jR_1}{\omega C_x} = \frac{jR_2}{\omega C_s} \quad \text{atau } C_x = C_s \frac{R_1}{R_2}$$

Persamaan ( II - 1 ) dan ( II-2 ) memberikan dua syarat setimbang yang harus dipenuhi secara bersamaan dan mereka juga menunjukkan bahwa  $C_x$  dan  $R_x$  yang tidak diketahui dinyatakan dalam komponen jembatan yang diketahui.

DISPERPUSIP JATIM

## BAB III

## P E R C O B A A N

Pembuatan prototipe alat uji kadar air didasarkan atas beberapa hal sebagai berikut :

1. Komponen elektronika.
2. Jangka analisa sesuai dengan persyaratan SII.
3. Sifat kepraktisan tanpa mengurangi ketelitian.

Bahan dan alat percobaan :

Didalam melakukan penelitian dipersiapkan bahan dan alat sebagai berikut :

B. A. H. A. N.

- a. Biji kopi robusta
- b. Plat aluminium
- c. Busur derajat
- d. Komponen elektronika yang terdiri dari :
  - DC to AC Converter
  - Diode
  - Tahanan tetap
  - Kondensator tetap
  - Varco ( kondensator variabel )
  - Detektor arus balance ( Galvano meter )
  - Baterai

## ALAT - ALAT

- a. Multi tester
- b. Micro Ampermeter
- c. Capacitance Hi Tester
- d. Zera Tester
- e. Komponen-komponen elektronika sesuai dengan keperluan.

1. Penetapan hubungan antara kadar air dan Nilai kapasitansi dari biji k o p i.

Sebelum alat dibuat terlebih dahulu dicari hubungan antara nilai ka dar air biji kopi dengan nilai kapasitannya, guna untuk menetapkan kompo - nen-komponen elektronika yang digunakan dalam membuat alat uji kadar air - biji kopi.

### PENETAPAN KADAR AIR.

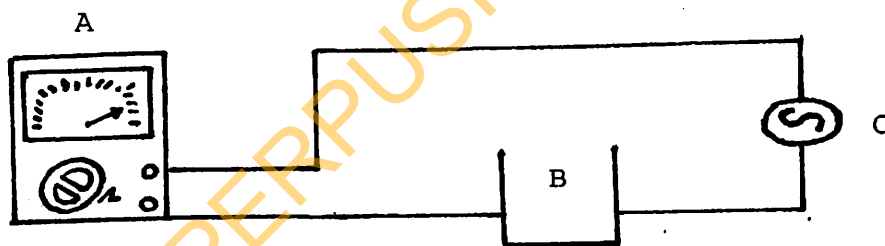
Untuk keperluan ini dipergunakan alat uji kadar air zera tester, - dan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Alat di set nol
2. Contoh ditimbang sebesar 100 gr.
3. Contoh dimasukkan dalam tempat contoh dan tombol pemeriksa ditekan.
4. Kadar air dapat dilihat pada skala.
5. Kadar air yang sebenarnya dapat dihitung berdasarkan persamaan kalibrasi yang ada :  $\hat{Y}_i = 2,61 + 0,88 X_i$

### PENETAPAN KAPASITANSI

Untuk keperluan ini dipergunakan multi tester dengan susunan seperti terlihat pada gambar 3a.

Biji kopi yang akan diukur kapasitasnya ditempatkan pada dua plat paralel dan jarak antara plate dibuat tetap, sebagai dielektriknya adalah bahan ( biji kopi ) itu sendiri.



Gambar 3a : Pengukuran dengan Multitester.

Keterangan : A - Multi tester  
 B - Plate paralel  
 C - Arus bolak-balik ( AC )

### 2. Pembuatan Prototipe Alat Uji Kadar Air Tipe Kapasitansi.

Pada dasarnya alat yang dibuat terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

1. Peralatan masukan
2. Peralatan pengolah
3. Peralatan keluaran.

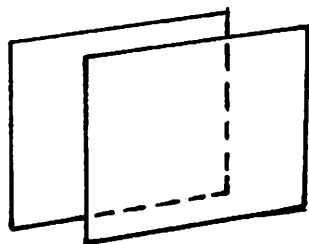
#### PERALATAN MASUKAN.

Peralatan ini merupakan modifikasi dari sistim jembatan kapasitansi. Dimana peralatan masukan (Tranducer) yang berfungsi merubah besaran kelembaban menjadi besaran kapasitas, dipasang pada salah satu lengan jembatan.

Peralatan ini terdiri dari dua plate aluminium yang disusun paralel dengan dimensi sebagai berikut :

- Panjang = 14 cm.
- Lebar = 14 cm.
- Jarak = 1 cm.

Peralatan masukan ini mempunyai nilai kapasitan tergantung dari kadar biji kopi.



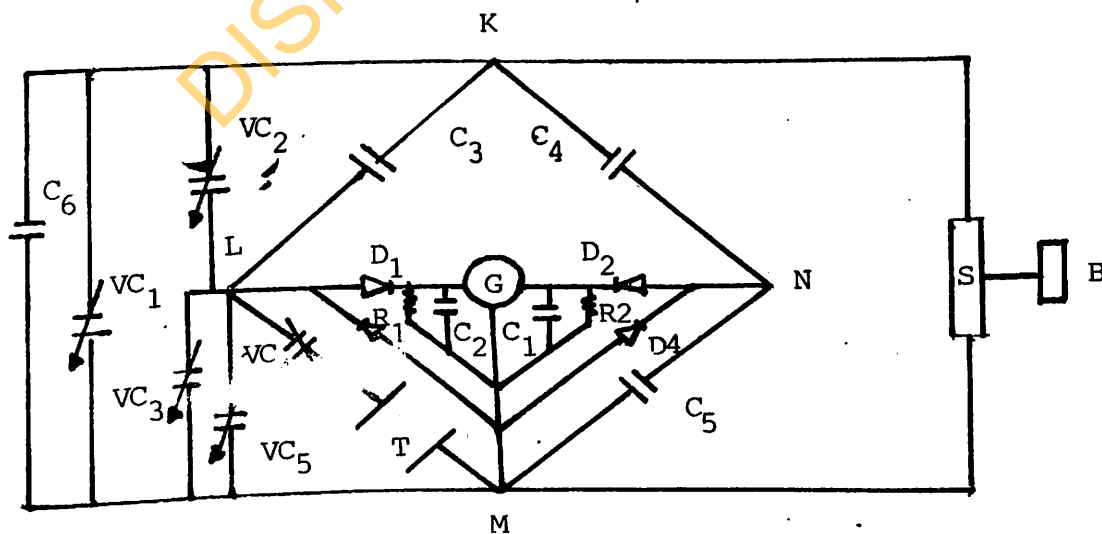
Gambar 3b : Peralatan masukan

#### PERALATAN PENGOLAH

Peralatan ini menggunakan sistem jembatan kapasitansi dengan detektor arus balance (Galvano meter), sebagai sumber arus bolak-balik di pergunakan DC to AC.

Converter dengan spesifikasi output sebagai berikut :

- Frekwensi : 50 Hz - 60 Hz
- Voltase : 120 volt



Gambar 3c : Rangkaian alat uji kadar air.

## Daftar Komponen :

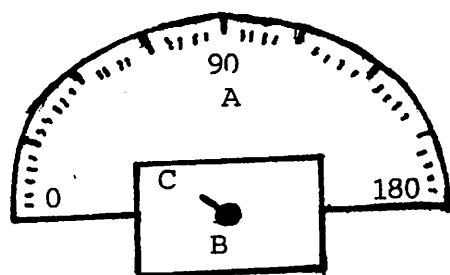
$C_1, C_2$	=	4700	pF
$C_3, C_6$	=	33	pF
$C_5, C_4$	=	62	pF
$R_1, R_2$	=	4,7	pF
$VC_1, VC_2$	=	25	pF
$VC_3$	=	10	pF
$VC_4$	=	110	pF
$VC_5$	=	4	pF
$D_1, D_2, D_3, D_4$	=	510	ml Amper
G	=	Galvanometer	DC.
B	=	9	volt
T	=	Tranducer	
S	=	DC to AC Converter	
		frek	= 50 Hz
		volt	= 120 volt

## Keterangan :

- B = Baterai
- R = Resistor
- C = Condensator tetap
- VC = Condensator variabel
- D = Diode

## PERALATAN KELUARAN

Peralatan ini merupakan modifikasi dari sistem jembatan kapasitansi. Pada salah satu lengan jembatan yang berupa varco ( $VC_4$ ) ditambahkan skala radial (busur) yang sekaligus berfungsi sebagai indikator besar penyimpangan jembatan. Dan besar penyimpangan akan sebanding dengan kadar air biji kopi yang diukur.



Gambar 3d : Peralatan keluaran.

Keterangan :

- A - Skala radial
- B - Varco
- C - Tuas

#### Prinsip Kerja Alat.

Dengan bantuan arus, maka pengukuran kadar air biji kopi dirubah - menjadi perubahan besaran listrik (kapasitan) oleh sebuah tranducer, perubahan ini merupakan input dari unit pengolah dan hasil pengolahan dapat di baca pada indikator.

#### Cara Menggunakan Alat

Didalam mengukur kadar air biji kopi dengan menggunakan alat uji - kadar air kapasitansi dilakukan dengan jalan sebagai berikut :

1. Alat di set nol
2. Biji kopi ditimbang seberat 100 gr..
3. Biji kopi dimasukkan dalam tempat contoh
4. Tekan tombol pemeriksa
5. Putar skala radial sampai galvano meter menunjukkan angka nol, dengan te tap menekan tombol pemeriksa.
6. Penunjukkan skala radial dicatat.

#### Pencambilan Data

Dalam penelitian ini digunakan biji kopi robusta jenis WIB II, yang dijual di toko : JAYA Pabean, Surabaya.

Untuk menyamakan kandungan kadar air biji kopi dan untuk mendapatkan data mengenai kandungan kadar air biji kopi yang lebih tinggi dan lebih rendah dari kandungan kadar air biji kopi yang beredar dipasaran, dilakukan hal - sebagai berikut :

Biji kopi (150 gr)



Direbus

(dalam air 200 ml selama 25 menit, guna untuk menyamakan kandungan kadar air dan untuk menaikkan kadar air).



Di sangan

(selama 40 menit, guna untuk menurunkan kadar air).



Di sangan

(guna untuk menurunkan kadar air dan setiap 5 menit sekali dilakukan pengukuran terhadap besarnya kadar air biji kopi).

Pengukuran akan berhenti apabila kadar air yang terkandung telah mencapai sebesar  $\pm 5\%$ .

Untuk ulangan ke 2 dan ke 3 juga dilakukan hal yang sama seperti diatas.

### 3. Penelitian pengaruh dimensi contoh.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui sampai sejauh mana pengaruh berat contoh dan ukuran besar contoh terhadap hasil pembacaan skala.

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan variabel sebagai berikut :

- Besar contoh : besar  
sedang  
kecil
- Berat contoh : 200 gr  
180 gr  
160 gr  
140 gr  
120 gr  
100 gr  
80 gr

### 4. Penelitian pengaruh volume contoh.

Penelitian ini dimaksudkan untuk melihat sampai sejauh mana pengaruh volume contoh terhadap hasil pembacaan skala.

Dengan penelitian ini diharapkan dapat ditentukan dimensi transducer yang optimal.

#### 5. Kalibrasi Alat.

Tahap akhir pembuatan alat uji kadar air adalah kalibrasi alat itu sendiri terhadap controlnya (Zera tester).

Kalibrasi dimaksudkan untuk menyamakan hasil pengukuran kadar air biji kopi dengan jalan membuat model persamaan regresi, guna untuk meramalkan besarnya kadar air biji kopi atas dasar skala pembacaan yang ditunjukkan oleh alat kapasitansi.

Pada kalibrasi alat akan dilakukan pengukuran kadar air biji kopi dengan dua alat yaitu :

1. Pengukuran dengan alat Zera tester ( kontrol ).
2. Pengukuran dengan alat Kapasitansi.

Dari dua alat tersebut dipilih secara random dengan bantuan daftar bilangan random. Misalkan terpilih angka random pertama adalah angka 2 maka pengukuran kadar air pertama adalah alat uji kadar air tipe kapasitansi, demikian seterusnya. Hasil pengukuran dengan alat Zera tester (kontrol) dinyatakan sebagai variabel dependen Y dan hasil pengukuran dengan alat tipe Kapasitansi dinyatakan sebagai variabel independen X.

Untuk ulangan ke-2 dan ke-3 juga dilakukan randomisasi seperti diatas.

#### 6. Uji beda rata-rata

Uji ini dilakukan untuk melihat ada tidaknya perbedaan hasil uji kadar air antara alat Zera tester dengan prototipe yang dibuat.

BAB IV  
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penelitian hubungan antara nilai kapasitan dengan kadar air memberikan hasil seperti tertera pada tabel I. berikut ini.

TABEL I : DATA HUBUNGAN ANTARA NILAI KADAR AIR DENGAN NILAI KAPASITAS BIJI KOPI.

KAPASITAS ( nF )	KADAR AIR ( % )
23,00	20,00
22,00	18,71
14,00	19,86
10,00	19,95
,6,00	18,80
3,00	14,36
1,80	16,16
1,80	14,60
1,40	16,34
0,50	13,48
0,43	11,59
0,40	11,23
0,40	8,77
0,39	8,77
0,38	7,01
0,38	8,33
0,30	8,86
0,30	9,65
0,30	9,12
0,23	9,56

Uji statistik memberikan hasil seperti berikut .

Koefisien korelasi :

$$r_{xy} = + 0,75742 = 0,76$$

Artinya : Hubungan antara kapasitan dengan kadar air adalah positif dan cukup kuat.

- Hypotesa test :

$H_0 : \rho = 0$  (tidak ada hubungan/korelasi antara kapasitansi dengan kadar air ).

$H_1 : \rho \neq 0$  ( Ada hubungan/korelasi antara kapasitas dengan kadar air )

- Test statistik :

$$Z_{\text{hit}} = 4,1075$$

Untuk  $\alpha = 5\%$  diperoleh  $Z_{\alpha/2} = 1,96$

Untuk  $\alpha = 1\%$  diperoleh  $Z_{\alpha/2} = 2,57$

Karena  $Z_{\text{hit}} > Z_{\alpha/2}$  baik untuk  $\alpha = 5\%$  maupun  $\alpha = 1\%$

maka Tolak  $H_0$ .

Kesimpulan : Ada korelasi/hubungan antara kapasitan dengan kadar air.

\* Dengan diketahui hubungan antara besarnya prosentase kadar air biji kopi dengan besarnya kapasitansi biji kopi diperoleh kesimpulan bahwa semakin tinggi prosentase kadar air biji kopi semakin tinggi pula nilai kapasitansi dari biji kopi.

Kenyataan ini disebabkan karena air sendiri mempunyai nilai dielektrikum yang tinggi yaitu 78 sampai 80.

Adanya hubungan tersebut menunjukkan bahwa pengukuran prosentase kadar air biji kopi dapat dilakukan melalui pengukuran nilai kapasitansinya.

## 2. Pembuatan prototipe alat

Uji coba prototipe alat uji kadar air memberikan data seperti pada tabel II berikut ini.

Kadar air ( % ) " y "	Pembacaan Kapasitan , X ,
7,274	25
7,978	25
8,070	26
8,242	26
8,198	27
8,286	28
9,034	28
8,594	29
8,858	30
8,770	31
8,858	31
9,298	31
9,870	31
9,210	33
10,178	34
10,840	36
12,950	37
12,378	37
12,158	40
13,038	41
13,786	41
15,810	44
15,230	46
15,150	47
17,394	50
19,330	55

Tabel II : Data hubungan antara kadar air dengan pembacaan skala alat uji kadar air.

Pengujian korelasi :

- Koefisien korelasi  $r_{xy} = + 0,98$

Artinya : Hubungan antara kadar air dengan pembacaan skala kapasitan - adalah positif dan sangat kuat.

- Hypotesa test

$H_0 : \rho = 0$  ( tidak ada hubungan/korelasi )

$H_a : \rho \neq 0$  ( ada hubungan / ada korelasi )

- Test statistik

$Z_{hit} = 11,0187$

- Untuk  $\alpha = 5 \%$  diperoleh  $Z_{\alpha/2} = 1,96$

untuk  $\alpha = 1 \%$  diperoleh  $Z_{\alpha/2} = 2,57$

Karena  $Z_{hit} > Z_{\alpha/2}$  baik untuk  $\alpha = 5 \%$  maupun  $\alpha = 1 \%$

maka tolak  $H_0$  :

- Kesimpulan : Ada korelasi/hubungan antara kadar air dengan pembacaan - skala yang ditunjukkan oleh kapasitansi.

Bila dilihat pada tabel II ternyata bahwa semakin tinggi kadar air, sema- kin tinggi pula pembacaan skalanya.

Demikian pula hasil uji statistik menunjukkan bahwa prototipe alat ini - telah memberikan respon positif terhadap variasi nilai kapasitan.

Hanya dari segi kepekaan alat, masih kurang karena setiap perbedaan 1 % kadar air hanya dihasilkan perbedaan pembacaan skala sebesar 2 skala saja yaitu kira-kira 2 mm.

### 3. Uji pengaruh berat dan ukuran contoh

Hasil uji ini terlampir pada tabel III berikut ini :

F a k t o r I				
		Besar	Sedang	Kecil
F A K T O R  I I	200 gr	52,5	51	52,5
		52,5	52	51
		51,5	53	52
	180 gr	48	50	52
		50,5	50,5	51
		50	52,5	50
	160 gr	49	49	48
		49,5	48	49
		49	49	50
	140 gr	48	47	48
		46	45,5	47,5
		47	47,5	47
	120 gr	44	44,5	46
		44,5	44,5	45,
		44,5	44,5	45,5
	100 gr	44	42	43,5
		44,5	42,5	43
		43	43,5	43,5
	80 gr	41,5	40	42
		40	40	40,5
		40,5	40,5	41,5

Tabel III : Hubungan antara berat, ukuran kopi terhadap hasil pembacaan -  
s k a l a.

Uji Statistik :

TABEL ANOVA

Suber variasi	DF	Sum of square	Mean square	F <sub>ration</sub>
Faktor I ( $\alpha$ )	$p - 1$	SB	$Sb^2 = SB/p-1$	$Sb^2/Se^2$
Faktor II ( $\beta$ )	$q - 1$	ST	$St^2 = ST/q-1$	$St^2/Se^2$
Interaksi ( $\epsilon$ )	$(p-1)(q-1)$	SI	$Se^2 = SI/(p-1)(q-1)$	$Si^2/Se^2$
Error	$pq (n-1)$	SE	$se^2 = SE/pq (n-1)$	
Total Corr	$pqn - 1$	S		

Dimana :

$$SB = nq \sum_i (y_{1..} - y_{...})^2$$

$$ST = np \sum_j (y_{.j.} - y_{...})^2$$

$$SI = n \sum_{ij} (y_{ij.} - y_{i..} - y_{.j.} + y_{...})^2$$

$$SE = \sum_{ijk} (y_{ijk} - y_{ij.})^2$$

$$S = \sum_{ijk} (y_{ijk} - y_{...})^2$$

Data pengamatan dinyatakan dengan  $y_{ijk}$  yang menunjukkan pengamatan pada kolom ke-i, dimana  $i = 1, 2 \dots p$ , baris ke-j dimana  $j = 1, 2 \dots q$ , dengan pengulangan ke-k, dimana  $k = 1, 2 \dots n$ .

ANALISA DATA

ANOVA

Sumber	DF	SS	MS	F <sub>ratio</sub>
Faktor I	2	3,7002	1,8501	2,8742
Faktor II	6	901,4845	150,2470	233,4122
Interaksi	12	5,2071	0,4335	0,6734
Error	42	27,0370	0,6437	

$$\text{Model} : Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + E_{ijk}$$

Dengan asumsi  $E_{ijk} \sim \text{IIDN}(0, \sigma^2)$  dipenuhi.

Untuk Efek Faktor I

Hypotesa test :

$$H_0 : \alpha_i = 0 \quad (\text{tidak ada perbedaan})$$

$$H_1 : \alpha_j \neq 0 \quad (\text{paling sedikit ada satu nilai yang ada})$$

Test Statistik :

$$\text{Untuk } \alpha = 5 \% \text{ diperoleh } F_{\text{tabel}} (2;42;0,05) = 3,23$$

$$\text{Karena } F_{\text{ratio}} < F_{\text{tabel}} \quad \text{Maka Terima } H_0$$

Jadi : ' Tidak ada perbedaan diantara ukuran kopi terhadap hasil pembacaan skala yang ditunjukkan oleh alat '

Untuk Efek Faktor II

Hypotesa Test :

$$H_0 : \beta_j = 0 \quad (\text{tidak ada perbedaan})$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \quad (\text{paling sedikit ada satu nilai yang ada})$$

Test Statistik :

$$\text{Untuk } \alpha = 5 \% \text{ diperoleh } F_{\text{tabel}} (6;42;0,05) = 2,43$$

$$\text{Karena } F_{\text{ratio}} > F_{\text{tabel}} \quad \text{Maka Tolak } H_0$$

Jadi : Paling sedikit ada satu nilai  $\beta_j \neq 0$ , dengan demikian ada efek faktor II terhadap besarnya skala yang ditunjukkan oleh alat kapasitansi.

Untuk efek faktor I dan II

Hypotesa test :

$$H_0 : \epsilon_{ij} = 0 \quad (\text{tidak ada interaksi})$$

$$H_1 : \epsilon_{ij} \neq 0 \quad (\text{ada interaksi})$$

Test Statistik :

$$\text{Untuk } \alpha = 5 \% \text{ diperoleh } F_{\text{tabel}} (12;42;0,05) = 2,00$$

$$\text{Karena } F_{\text{ratio}} < F_{\text{tabel}} \quad \text{Maka Terima } H_0$$

Jadi : Tidak ada interaksi antara ukuran kopi dengan berat kopi yang diukur terhadap hasil skala yang ditunjukkan oleh alat kapasitansi.

Tukey Tess

Digunakan untuk membandingkan K treatment ada perbedaan yang signifikan, dan untuk menyelidiki lebih jauh bagaimana kelompok tersebut berbeda, serta kelompok mana yang menyebabkan berbeda.

Selang kepercayaannya adalah :

$$(\bar{Y}_i - \bar{Y}_j) \pm q (p, f_e) S_{\bar{Y}}$$

Keterangan :\*\*\*\*\* )

Apabila selang kepercayaan dari dua mean tertentu tidak memuat harga nol, maka secara statistik menunjukkan adanya perbedaan yang cukup berarti (signifikant).

Keterangan :\*\*\*\*\* )

p = Banyaknya treatment dari faktor yang berpengaruh.

$f_e$  = DF dari eror (residual)

$S_{\bar{Y}} = (MSE / r)^{1/2}$  dan r = Jumlah seluruh pengamatan dari tiap level yang berpengaruh.

Effek faktor II

Berat kopi	200 (1)	180 (2)	160 (3)	140 (4)	120 (5)	100 (6)	80 (7)
Rata-rata	52	50,5	49	47,06	44,89	43,06	40,72
$\bar{Y}_i - \bar{Y}_j$	*	1,5	3	4,94	7,11	8,94	11,28
		*	1,5	3,44	5,61	7,44	7,78
			*	1,94	4,11	5,94	8,28
				*	2,17	4	6,34
					*	1,83	4,17
						*	2,34

Pada selang kepercayaan 95 % diperoleh :

$$(Y_i - Y_j) \pm q (0,05;7;42) (0,6437 / 9)^{1/2} =$$

$$(Y_i - Y_j) \pm 4,318 (0,2674) =$$

$$(Y_i - Y_j) \pm 1,1620$$

Maka CI untuk semua selisi 2 mean diantara kelompok perlakuan diatas adalah :

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1. $Y_1 - Y_2 = (0,338; 2,662)$   | 7. $Y_2 - Y_3 = (0,338; 2,662)$  |
| 2. $Y_1 - Y_3 = (1,838; 4,162)$   | 8. $Y_2 - Y_4 = (2,278; 4,602)$  |
| 3. $Y_1 - Y_4 = (3,778; 6,102)$   | 9. $Y_2 - Y_5 = (4,448; 6,772)$  |
| 4. $Y_1 - Y_5 = (5,948; 8,272)$   | 10. $Y_2 - Y_6 = (6,278; 8,602)$ |
| 5. $Y_1 - Y_6 = (7,778; 10,102)$  | 11. $Y_2 - Y_7 = (6,618; 8,942)$ |
| 6. $Y_1 - Y_7 = (10,118; 12,442)$ | 12. $Y_3 - Y_4 = (0,778; 3,102)$ |
| 16. $Y_4 - Y_5 = (1,162; 3,332)$  | 13. $Y_3 - Y_5 = (2,948; 5,272)$ |
| 17. $Y_4 - Y_6 = (2,838; 5,162)$  | 14. $Y_3 - Y_6 = (4,778; 7,102)$ |
| 18. $Y_4 - Y_7 = (5,178; 7,502)$  | 15. $Y_3 - Y_7 = (7,118; 9,442)$ |
| 19. $Y_5 - Y_6 = (0,668; 2,992)$  |                                  |
| 20. $Y_5 - Y_7 = (3,008; 5,332)$  |                                  |
| 21. $Y_6 - Y_7 = (1,178; 3,502)$  |                                  |

Karena semua  $(Y_i - Y_j)$  tidak satupun memuat harga nol, maka dapat disimpulkan bahwa :

' Antara semua berat kopi menunjukkan perbedaan '.

Ternyata hasil uji statistik menunjukkan bahwa sektor ukuran biji kopi memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil pengukuran. Sedangkan berat contoh memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil pengukuran.

Hal ini disebabkan karena berat contoh akan berbanding lurus dengan luas permukaan transducer.

Berdasarkan rumus kapasitor ( 7 )

$$C = \frac{0,224 k}{d} A (n-1)$$

dimana :

A = luas plat

d = Jarak antara plat

k = Konstanta dielektrikum

n = Jumlah plat

C = Nilai kapasitan

Ternyata bahwa nilai kapasitan berbanding lurus dengan luas platnya.

#### 4. Pengaruh isi contoh.

Uji variasi volume contoh terhadap hasil pengukuran diberikan pada tabel IV.

Volume ( CC )	150	155	160
	71,5	71	71
	71	71	71,5
	71	71	71
	71	71	71
	71	71	71
	70,5	71	71,5
	71	71	71
	71	71	71
	71	71	71
	71	71	71,5

Tabel IV : Hubungan antara volume contoh dengan hasil pengukuran.

Uji statistik metode R.A.L. memberikan kesimpulan bahwa perbedaan volume pada jangka antara 150 cc s/d. 160 cc tidak memberikan pengaruh nyata terhadap hasil pengukuran (lihat lampiran 1 ).  
Hal ini memungkinkan untuk menggunakan contoh sebanyak  $\pm 100$  gr tanpa menimbang.

### 5. Kalibrasi Alat

Percobaan kalibrasi prototype alat yang dibuat memberikan data seperti pada tabel V berikut ini

SKALA PEMBACAAN ALAT " X "	PROSENTASE KADAR AIR " Y "
161	20,56
150	18,60
132	17,13
	15,90
133	
122	14,60
112	13,50
101	11,85
85	9,11
75	7,76
67	7,01
66	6,88
160	21,21
141	17,84
145	16,69
140	16,40
124	14,40
109	12,90
102	11,40
93	9,21
69	7,30
70	6,75
63	5,86
161	20,40
149	17,90
137	17,60
131	15,80
120	14,00
109	12,46
97	10,77
85	9,10
70	7,54
66	6,13
68	5,77

TABEL V : DATA HASIL KALIBRASI.

Analisa regresi linier (lihat lampiran 2 dan 3) memberikan grafik kalibrasi dengan persamaan garis sebagai berikut :

$$Y_i = - 3,27 + 0,146 X_i$$

$$\text{dimana : } 63 \leq X_i \leq 162$$

Sedangkan uji Leck of Fit menunjukkan bahwa antara model yang ditaksir dengan data yang ada, tidak ada kesenjangan.

Begitu pula dengan uji parameter memberikan kesimpulan bahwa nilai pembacaan skala ( $X_i$ ) seperti dipergunakan untuk meramal nilai kandungan air ( $Y_i$ ). Hal-hal diatas menunjukkan bahwa prototype alat uji kadar air layak untuk dipergunakan.

Dengan pembacaan skala sebesar 7 skala setiap 1 % kadar air masih memungkinkan dilakukan usaha pembagian skala sampai 10 bagian / 1 % kadar air, yaitu dengan memperbesar ukuran skala radialnya.

## 6. Hasil uji perbedaan.

Uji perbandingan antara prototype alat yang dibuat dengan Zera tester memberikan hasil seperti pada tabel VI berikut.

ALAT KAPASITANSI	ALAT ZERA TESTER
20,24	20,54
18,63	18,60
16,00	17,13
16,16	15,90
14,54	14,60
13,08	13,50
11,48	11,85
9,14	9,11
7,68	7,76
6,51	7,01
6,37	6,88
20,09	20,21
17,32	17,84
17,90	16,69
17,17	16,40
14,83	14,40
12,64	12,90
11,62	11,40
10,31	9,21
6,81	7,30
6,95	6,75
5,93	5,86
20,24	20,40
18,48	17,90
16,73	17,60
15,86	15,80
14,25	14,00
12,64	12,46
10,89	10,77
9,14	9,10
6,95	7,54
6,37	6,13
6,66	5,77

TABEL : VI. HASIL PENGUKURAN KADAR AIR.

TABEL VI : DATA HASIL PENGUKURAN PROSENTASE KADAR AIR BIJI KOPI.

Analisa t-test

Untuk mengetahui apakah antara alat kapasitansi dengan alat Zera tes ter (kontrol) mempunyai perbedaan yang berarti dalam hal mengukur besarnya kadar air biji kopi.

Sebagai metode analisis yang digunakan dalam membandingkan dua alat uji kadar air tersebut adalah dengan t-test. Dalam hal ini alat uji kadar air tipe kapasitansi dan tipe Zera tester dianggap sebagai treatmentnya.

Tabel II (Apendiks A) merupakan hasil pengukuran kadar air biji kopi dengan alat kapasitansi dan alat zera tester.

Dari hasil perhitungan didapatkan :

<u>Alat Kapasitansi</u>	<u>Alat Zera tester</u>
$S_1^2 = 22,76619$	$S_2^2 = 22,86692$
$Y_1 = 12,71515$	$Y_2 = 12,70697$
$n_1 = 33$	$n_2 = 33$

Pengujian Hipotesa :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Test Statistik :

$$t = 0,00984$$

Dari test statistik didapatkan besarnya  $t = 0,00984$  sedang dari tabel distribusi-t didapatkan bahwa harga  $t_{2,5\% (33+33-2)}$  sebesar 1,98 sehingga diperoleh kesimpulan bahwa  $H_0$  diterima.

Dengan demikian secara statistik dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan antara alat kapasitansi dengan alat zera tester didalam hal mengukur prosentase kadar air biji kopi.

## BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan percobaan dapat dirangkum kesimpulan sebagai berikut :

- Berhasil dibuat prototype alat uji kadar air biji-bijian dengan spesifikasi sebagai berikut :

- \* Jangka analisa : 6 - 20 %
- \* Waktu analisa : 5 menit/contoh
- \* Jumlah contoh :  $\pm$  100 gr ( ditakar )
- \* Sumber auus : 4 x  $1\frac{1}{2}$  volt

Saran :

Untuk keperluan pengukuran kadar air selain biji kopi misalnya kedele, kacang hijau, biji padi, diperlukan kalibrasi sendiri-sendiri.

DAFTAR PUSTAKA.

1. Anonimous : (1986) " Himpunan standar metode pengujian"  
Dir. Stand & Pengendalian Mutu, Jakarta.
  2. " (1982) " Proyek Elektronik "  
Vol13. PT Dwi Edi Utama, Jakarta.
  3. " (1981) " Proyek Elektronik "  
Vol.4. Pt Dwi Edi Utama, Jakarta.
  4. Cooper. D.W. (1984) " Instrumentasi Elektronika dan Teknik  
Pengukuran "  
Penerbit Erlangga, Jakarta.
  5. Anonimous (1986) " Pengolahan kopi dan coklat "  
Panel diskusi di BPPI Surabaya.
  6. Yoseph D. (1984) " Tea moisture tester "
  7. Parlulutan. S. (1980) " Moisture tester tapioka "  
Proceding KIM/LIPI Bandung  
A.I.N., Bandung.
  8. Agus Subekti (1980) " Moisture tester "  
Proceding KIM/LIPI. Bandung
  9. Wasito S. (1978) " Berbagai proyek untuk service dan hoby "  
Penerbit Karya Utama, Bandung.
  10. Wasito S. (1986) " Elektronika dalam Industri "  
Penerbit Karya Utama, Jakarta.
  11. N.R.Draper and H.Smith (1966) " Applied Reggression Analysis "  
John Wiley and Sons, Inc New York.
  12. Box, et al (1978) " Statistic for Experiments "  
John Wiley and Sons, Inc New York.
-

Lampiran : 1

One way faktorial design

Metode analisa varian satu arah dapat diselesaikan jika asumsi varian populasi adalah sama dipenuhi.

Untuk menguji kesamaan varian dari k kelompok perlakuan digunakan uji Bart Lett Test.

$$\text{Rumus : } S_p^2 = \frac{\sum_{t=1}^k (n_t - 1) S_t^2}{N - K}$$

$$q = (n-k) \log S_p^2 - \sum_{t=1}^k (n_t - 1) \log S_t^2$$

$$h = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left( \sum_{t=1}^k \frac{1}{n_t - 1} - \frac{1}{N-k} \right)$$

$$B = 2,3026 q/h$$

Dengan mengambil tingkat signifikant sebesar  $\alpha$ , maka daera penolakan :

$$B > \chi^2 (k-1; \alpha)$$

ANOVA ( Analisa Varian )

Sumber	SS	DF	MS	F ratio
Between Treatment	SS E	K-1	SS E /k-1	MS/MSE
Within Treatment	SSE	N-k	SSE/N-k	
Total	SST	N-1		

Dimana :

$$SS E = \sum_{t=1}^k n_t (\bar{Y}_{t.} - \bar{Y}_{..})^2$$

$$SSE = \sum_{t=1, i=1}^{k, nt} (\bar{Y}_{ti} - \bar{Y}_{..})^2$$

$$SST = SSE + SS E$$

## ANALISA DATA

One way faktorial design

## 1. Uji Bart Lett Test

Dari perhitungan didapat hasil sebagai berikut :

$$\begin{array}{lll} S_1^2 = 0,056 & n_1 = 10 & k = 3 \\ S_2^2 = 0,000 & n_2 = 10 & N = 30 \\ S_3^2 = 0,058 & n_3 = 10 & \\ S_p^2 = 0,038 & q = - 15,945 & h = 1,049 \end{array}$$

$$B = 2,3026 q / h = - 34,999 = - 35$$

- Hypotesa test.

$$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$$

$H_1$  ; Paling sedikit ada satu  $\sigma_i \neq 0$

- Test Statistik.

Untuk  $\alpha = 5 \%$  diperoleh  $\chi^2_{(2;0,05)} = 5,99$

Karena :  $B < \chi^2_{(2;0,05)}$  atau  $- 35 < 5,99$  maka

Terima  $H_0$

- Jadi : Asumsi varian dari populasinya sama dipenuhi.

Dengan demikian metode analisa varian satu arah (ANOVA) dapat digunakan.

## ANOVA

Sumber	SS	DF	MS	F ratio
Between Treatment	0,15	2	0,075	0,2193
Within Treatment	1,025	27	0,342	
Total	1,175	29		

- Model  $Y_{ij} = \mu + \bar{Z}_j + E_{ij}$

Dengan asumsi model dipenuhi yaitu  $E_{ij} \sim \text{IIDN}(0, \sigma^2)$

- Test Hypotesa :

$$H_0 : \bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 \quad (\text{Tidak ada perbedaan})$$

$H_1$  : Paling sedikit ada satu nilai yang berbeda.

- Test Statistik :

Untuk  $\alpha = 5\%$  diperoleh  $F_{\text{tabel}} = F(2; 27; 0,05) = 3,35$

Karena  $F_{\text{ratio}} < F_{\text{tabel}}$  maka Terima  $H_0$

- Jadi : " Tidak ada perbedaan antara volume kopi 150 cc, 155 cc dan 160 cc terhadap hasil "

DISPERPUSIP JATIM

### 3.2. Analisa Data

#### 3.2.1 Analisa Regresi Linier

Suatu analisa yang menyatakan hubungan antara dua variabel atau lebih disebut analisa regresi. Hubungan itu bisa bersifat linier non linier, juga dapat dinyatakan oleh satu variabel respon Y dan satu atau lebih variabel independen X. Sedang untuk keperluan analisa data dalam penulisan ini hanya terdapat satu variabel independen X, dan karena hubungan yang ada bersifat linier (gambar 3, Apendiks A), maka regresi yang terjadi dinamakan : " Regresi linier sederhana ".

$$\text{Model} : Y_i = \alpha + \beta X_i + E_i$$

Dimana :

- $Y_i$  = variabel respon ke i
- $X_i$  = variabel independen ke i
- $\alpha$  = parameter model
- $\beta$  = parameter model
- $E_i$  = error

Asumsi :  $E_i \sim \text{IIDN}(0, \sigma^2)$

Jika  $\alpha$  dan  $\beta$  masing-masing diestimate oleh a dan b maka dengan menggunakan metode least-square untuk Tabel I (Apendiks A) yang merupakan data hasil kalibrasi, akan didapatkan harga a dan b sebagai berikut :

$$a = 3,27 \quad \text{dan} \quad b = 0,146$$

Sehingga model regresi estimatannya adalah :

$$Y_i = -3,27 + 0,146 X_i \quad ; \quad 63 \leq X_i \leq 162$$

Pembuktian asumsi :

1. Dari perhitungan ternyata harga  $\hat{\rho}$  berada diantara interval  $\pm 2/\sqrt{n}$  (lihat gambar 3a, Apendiks A) menunjukkan pengamatan dilakukan secara random.
2. Plot  $e_s$  vs  $\hat{Y}_i$  (lihat gambar 3 b, Apendiks A) menunjukkan bahwa varians residualnya sama.
3. Plot  $e_i$  vs  $P_i$  (lihat gambar 3 c, Apendiks A) menunjukkan bahwa populasi dari data hasil eksperimen yang dilakukan berdistribusi normal.

Pengujian Lack of Fit :

Untuk mengetahui apakah ada kesenjangan antara model yang ditaksir dengan data yang ada, maka perlu dilakukan pengujian terhadap ada tidaknya lack of fit suatu model.

Tabel ANOVA

Sumber variasi	df	SS	MS	F rasio
Lack of fit	27	11,82985	0,43814	2,5394
Pure error	4	0,69015	0,17254	
Residual	31	12,52		

Hypotesa :

$H_0$  : Tidak terdapat lack of fit

$H_1$  : Terdapat lack of fit

Daerah Penolakan :

$F_{\text{ratio}} > F_{5\%}(27,4)$

Dari tabel ANOVA diatas didapatkan besarnya F rasio = 2,5394 sedang dari tabel distribusi F didapatkan bahwa harga  $F_{5\%}(27,4)$  sebesar 5,7900, sehingga diperoleh kesimpulan bahwa  $H_0$  diterima.

Atau secara statistik dapat dikatakan bahwa tidak terdapat kesenjangan antara model dengan data.

Pengujian Parameter :

Untuk mengetahui ada tidaknya dukungan X terhadap Y dalam model, maka perlu dilakukan pengujian terhadap  $\beta$ .

Tabel ANOVA

Sumber variasi	df	SS	MS	F rasio
Regresi	1	735,48	735,48	1838,7
Residual	31	12,52	0,40	
Total corected	32	748,00		

Hypotesa :

$$H_0 : \beta = 0$$

$$H_1 : \beta \neq 0$$

Daerah Penolakan :

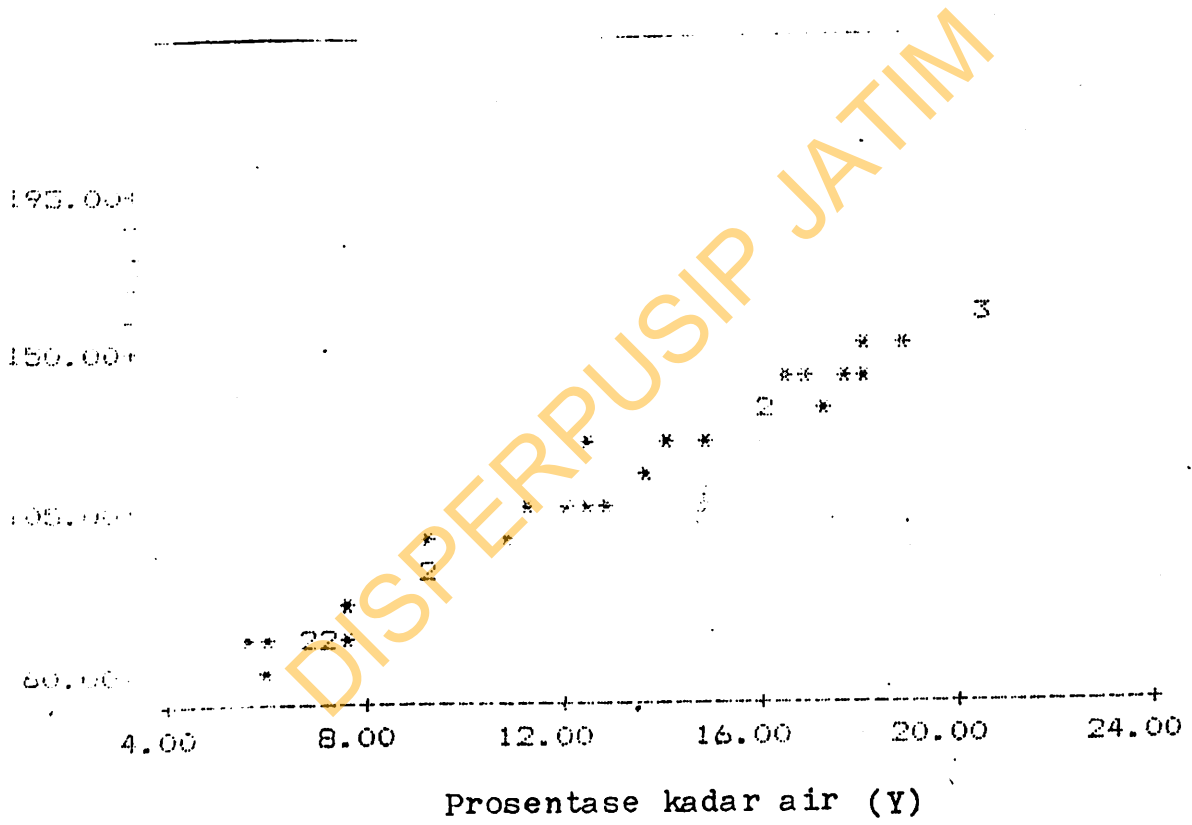
$$F_{\text{ratio}} > F_{5\% (1,31)}$$

Dari tabel ANOVA diatas didapatkan besarnya Frasio = 1838,7 sedang dari tabel distribusi F didapatkan bahwa harga  $F_{5\% (1;31)}$  sebesar 4,09 sehingga diperoleh kesimpulan bahwa  $H_0$  tidak dapat diterima (ditolak).

Atau secara statistik dapat dikatakan bahwa memang ada hubungan yang berarti dari X terhadap Y dalam model diatas.

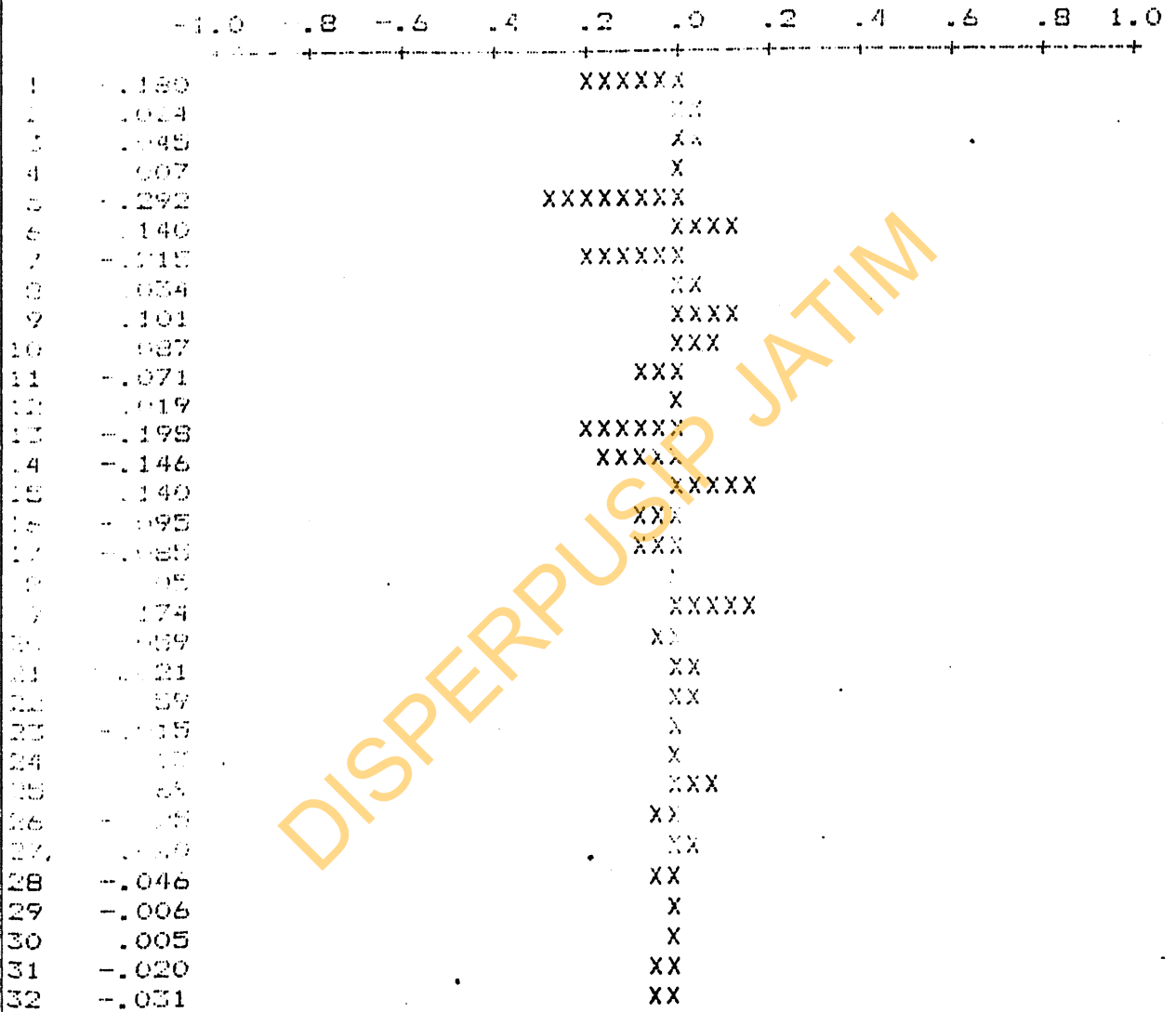
Untuk menilai mutu dari suatu model hubungan linier digunakan  $R^2$  (koefisien desteminasi), yang disini didapatkan besarnya  $R^2 = 0,98$  : yang berarti bahwa 98 % variasi data dinyatakan oleh model yang ditentan.

PLOT MODEL



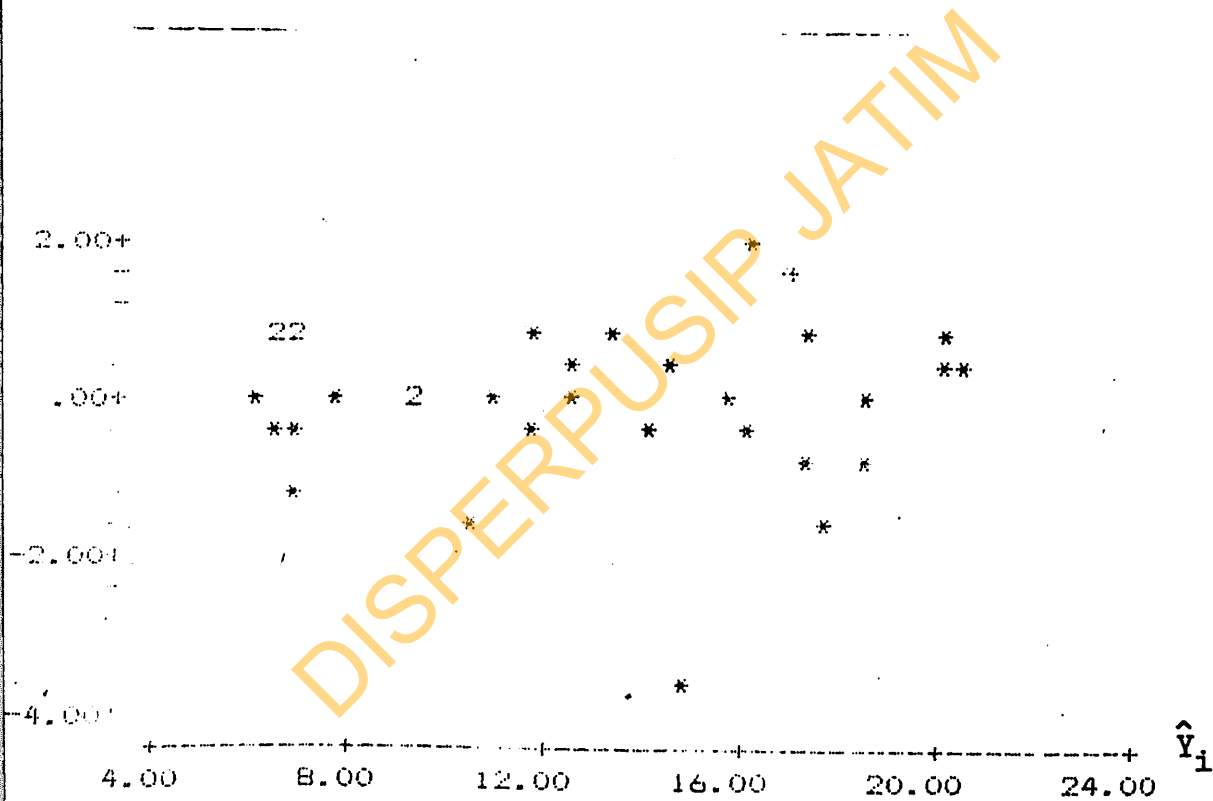
Gambar 3 : Plot  $X_i$  vs  $Y_i$

UJI INDEPENDEN



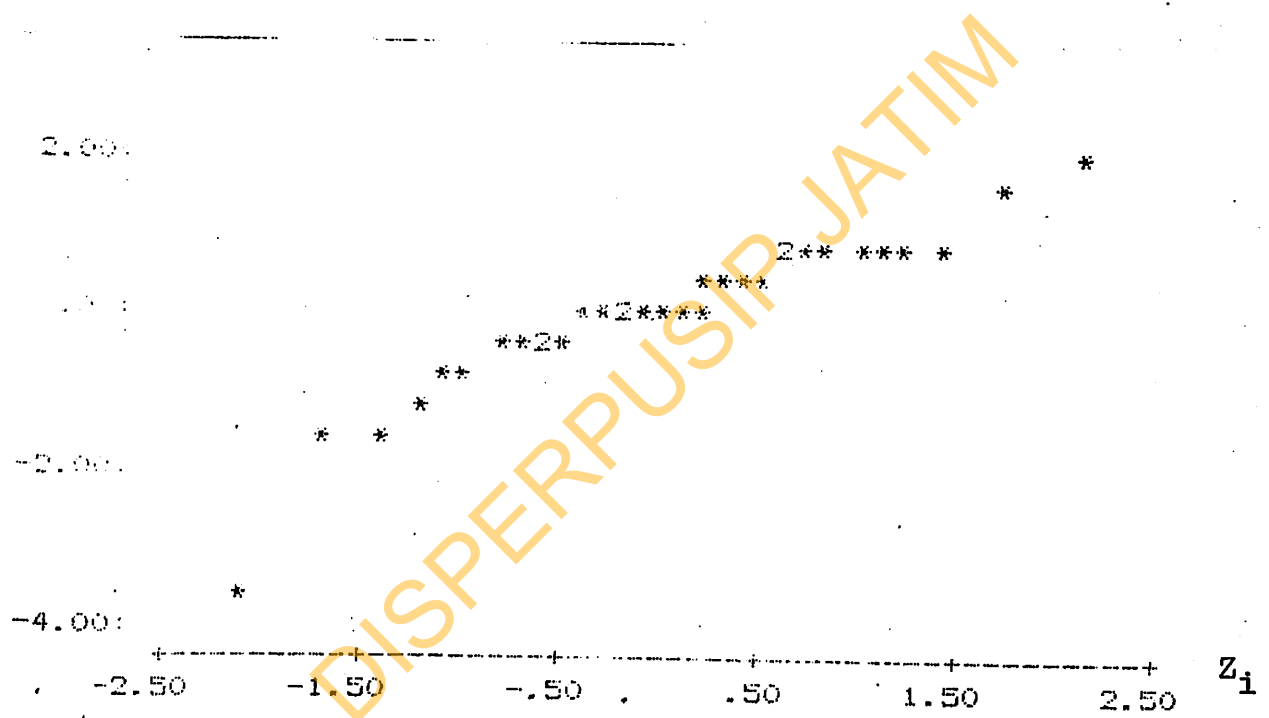
Gambar 3a : Autokorelasi residual

UJI IDENTIK



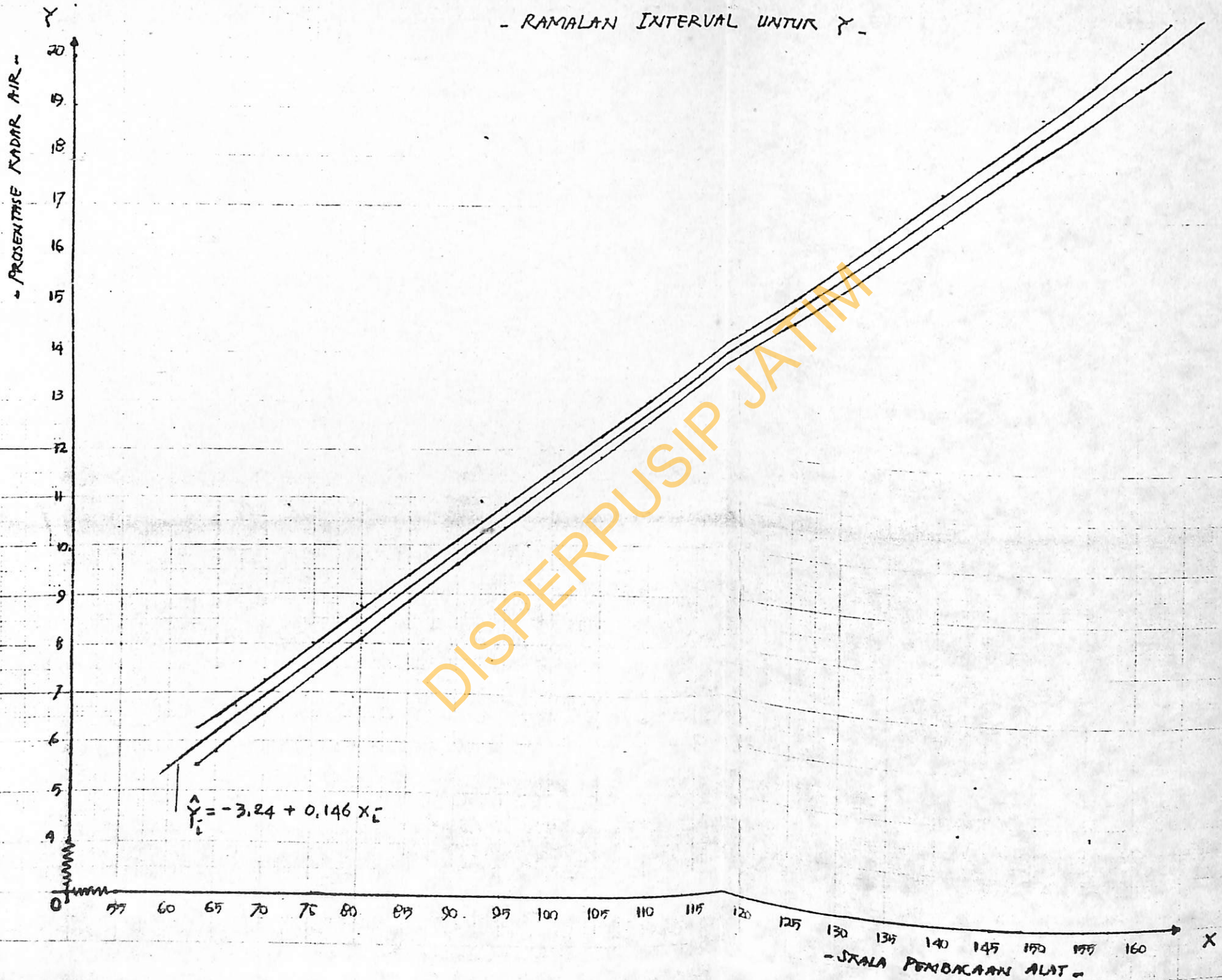
Gambar 3b : Plot  $e_s$  vs  $\hat{Y}_i$

UJI NORMAL



Gambar 3c : Plot  $e_i$  vs  $z_i$

- RAMALAN INTERVAL UNTUK Y -



- STALA PEMBACAAN ALAT -