



A 403

DP / BPPI / BISB / 240/96

NO : 270 / 8 / BALAI RISET  
DAN STANDARISASI INDUSTRI

PERPUSTAKAAN  
BALAI PENELITIAN  
DAN  
PENGEMBANGAN INDUSTRI  
SURABAYA

A.403

PEMBUATAN PROTOTIPE  
ALAT UKUR KADAR AIR  
DALAM GARAM BRIKET  
BERIODIUM

DISPERPUSIP JATIM

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

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadlirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karuniaNya maka laporan penelitian ini bisa kami selesaikan dengan baik.

Penelitian berjudul : " Pembuatan Prototipe Alat Uji Kadar Air Dalam Garam Briket Beriodium" merupakan salah satu dari beberapa kegiatan Litbang di Balai Industri Surabaya yang dibiayai dengan DIP tahun anggaran 1995-1996.

Tidak lupa kami sampaikan ucapan terima kasih yang setrulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah ikut membantu hingga selesainya pelaksanaan penelitian ini.

Selanjutnya demi untuk penyempurnaan hasil Litbang ini maka kritik dan sumbang saran dari pembaca sangat kami harapkan.

Penyusun,

## INTI SARI

Dengan menggunakan prinsip-prinsip pengukuran kapasitas suatu kondensator telah dapat dibuat alat ukur kadar air dalam garam briket beriodium.

Sebagai unit masukan dipergunakan dua buah lempeng tembaga yang disusun sejajar.

Pengolah sinyal menggunakan prinsip resonansi yang dibangkitkan oleh sebuah IC (Integrated Circuit), keluaran sinyal akan menggerakkan mikromper meter yang berfungsi sebagai keluaran setelah dikonversi sebagai kadar air contoh.

Analisa statistik data kalibrasi dengan tiga taraf uji memberikan kesimpulan bahwa prototip laik pakai.

Spesifikasi alat :

Prinsip kerja : kapasitansi meter

Jumlah contoh : 1 buah garam briket

Waktu penetapan: 5 menit / contoh

Taraf uji : 0 - 6 %

Baterai : 9 Volts DC

Dimensi : (12 x 15 x 5) cm

## D A F T A R I S I

KATA PENGANTAR .....	i
INTISARI .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
BAB III. PERCOBAAN .....	10
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	15
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	25
DAFTAR PUSTAKA .....	26

## BAB I. PENDAHULUAN

Salah satu usaha yang dilakukan pemerintah dalam rangka menanggulangi Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI) adalah menghimbau kepada produsen garam beriodium untuk memproduksi garam beriodium yang baik dan benar.

Selain itu juga dilakukan pengawasan lebih ketat mulai dari pabrik sampai produk yang sudah beredar dipasaran.

Saat ini dikenal ada tiga jenis garam beriodium yang beredar di pasaran yaitu jenis curai halus, curai kasar dan briket. Namun dari ketiga jenis ini yang paling digemari masyarakat adalah dari jenis briket karena dianggap lebih putih, praktis dan relatif lebih murah.

Dalam hubungannya dengan garam jenis halus dan briket ternyata banyak dijumpai kendala yaitu pemantauan kadar air garam.

Pemantauan kadar air garam diperlukan mulai dari bahan baku, proses iodisasi, pencetakan dan penyimpanan.

Menurut petunjuk pembuatan garam briket beriodium yang dikeluarkan oleh Perum Garam (Annonim,1992) ada beberapa ketentuan tentang kadar air sebagai berikut :

Bahan baku	: 2 - 4 %
Garam siap cetak	: maks 5 %
Produk jadi	: maks 5 %

Penyediaan sarana pemantauan kadar air secara konvensional seperti neraca analitik, pemanas listrik (oven) serta tenaga analis bagi kebanyakan industri kecil garam beriodium dirasa

masih terlalu mahal. Akibatnya pemantauan kadar air hanya berdasarkan perkiraan / pengalaman saja sehingga sering terjadi kegagalan produksi atau kualitas produk yang rendah.

Atas dasar hal-hal diatas perlu diciptakan suatu alat uji kadar air yang sederhana dari segi harga, cara operasi, pemeliharaan namun tetap cukup teliti dan laik pakai.

Dengan menggunakan prinsip kerja alat ukur kapasitansi suatu komponen elektronika kondensator telah dapat dibuat alat ukur kadar air garam beriodium.

Sebagai bagian masukan dipergunakan dua buah plat tembaga bulat yang disusun secara konsentrik. Sebagai unit keluaran dipergunakan mikroamper meter yang telah ditera sebagai kadar air. Uji statistik data kalibrasi bisa disimpulkan bahwa prototip yang dibuat bisa dipergunakan sebagai alternatif yang cukup murah.

Namun masih diperlukan percobaan penerapan untuk penyempurnaan yang diperlukan sebelum betul-betul bisa didistribusikan di industri garam beriodium.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### Pengukuran kadar air

Kadar air dari bahan adalah jumlah kandungan air dalam bahan yang dinyatakan dalam prosentase dari berat bahan. Dikenal dua metoda pengukuran kadar air yaitu :

1. Cara langsung, yaitu dengan pemanasan/pengeringan.
2. Cara tidak langsung, yaitu cara elektronis.

### Cara langsung :

Cara ini paling sederhana yaitu secara gravimetris yakni mengukur pengurangan berat bahan (contoh) setelah mengalami pengeringan pada suhu dan waktu tertentu.

Pengeringan biasanya dilakukan di dalam oven pada suhu antara 100° sampai 140°C selama dua tiga jam atau sampai berat tetap.

Prosentase kadar air dalam bahan :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Baw} - \text{Bak}}{\text{Baw}} \times 100 \%$$

dimana Baw = Berat contoh mula-mula  
Bak = Berat contoh setelah pemanasan/pengeringan.

Keuntungan cara ini antara lain ketelitian cukup tinggi, tidak diperlukan operator yang ahli.

Kekurangan cara ini antara lain peralatan yang diperlukan cukup mahal seperti neraca analitik, oven listrik dan tidak dapat dipergunakan dilapangan.

Cara ini selain banyak digunakan di laboratorium-laboratorium juga sering dipakai sebagai standard bagi metoda-metoda lain.

### Cara tidak langsung (elektronis).

Kebanyakan instrumen elektronis untuk alat ukur terdiri dari beberapa bagian antara lain :

1. Unit Masukan (transducer), berfungsi untuk menerima sinyal-sinyal atau besaran-besaran fisika yang akan diukur, selanjutnya merubahnya menjadi sinyal-sinyal listrik.
2. Unit Pengolah Sinyal, berfungsi untuk menapis, memperkuat atau memodifikasi sinyal masukan dari unit masukan sehingga sesuai untuk unit keluaran.
3. Unit Keluaran, berfungsi mengeluarkan hasil manipulasi data berupa meter (analog), digital atau recorder.

### Transducer

Transducer adalah sebuah alat yang bila digerakkan oleh energi didalam suatu sistem transmisi, akan menyalurkannya dalam bentuk yang sama atau berlainan kesistem transmisi kedua (W.D. Cooper , 1978).

Adapun fungsi dari transducer adalah mengubah besaran fisis seperti gaya perpindahan mekanis, panas, intensitas cahaya, kelembaman menjadi sinyal listrik.

### Sistem transducer untuk mengukur kadar air.

Pada pengukuran kadar air secara elektronis, selain menggunakan prinsip pengukuran perubahan perlawanan bahan karena perubahan kadar air, juga digunakan prinsip pengukuran perubahan nilai kapasitansi karena perubahan konstanta dielektrikum oleh adanya perubahan kadar air bahan.

Nilai kapasitansi bahan juga dipengaruhi oleh struktur kimianya

sehingga bisa dipergunakan untuk mengukur tingkat kemurniannya (Mc Graw Hill, 1951) .

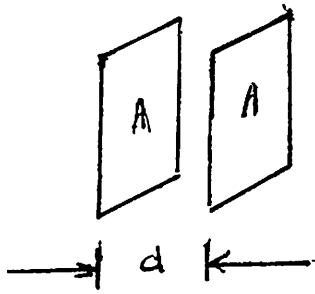
Berikut ini adalah tabel bahan dengan nilai kapasitasnya :

B a h a n	Suhu	
Udara kering	20	1,00054 - 1,0006
NaCl	25	5,9
Karet vulkanisat	25	2,94
Mica	25	2,5 - 7,3
Vakum	25	1
Polyetilen	25	2,25
Air	25	78,2 - 80
HCN	20	114,9

Tabel 1. Daftar nilai kapasitas bahan.

Dari tabel tersebut terlihat bahwa bahan yang sifatnya kering mempunyai nilai kapasitansi yang rendah, sedangkan air mempunyai kapasitansi yang relatif jauh lebih tinggi.

Transducer untuk pengukuran kapasitansi biasanya menggunakan dua buah lempeng logam yang disusun saling berhadapan dan diisolasi oleh bahan dielektrikum yang akan diukur kadar airnya (Wasito, 1988).



Adapun rumus dasar perubahan kapasitansi adalah :

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

dimana C = Kapasitansi (pF)

A = Luas plat (inci<sup>2</sup>)

d = Jarak antara kedua plat (Inc)

n = jumlah plat

= Konstanta dielektrikum bahan.

Dari persamaan diatas terlihat bahwa luas plat berbanding lurus dengan nilai kapasitan sedang jarak antara kedua plat berbanding terbalik dengan nilai kapasitansinya.

Selain plat logam paralel juga bisa berupa dua buah silinder yang disusun secara konsentris dan diisolasi dengan bahan dielektrikum yang akan diukur kadar airnya.

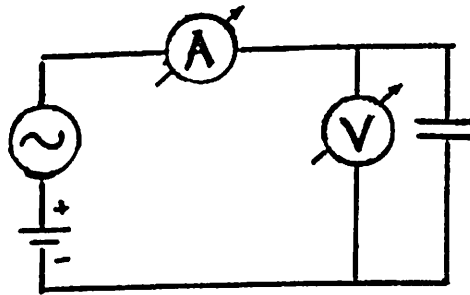
#### Sistem pengolah sinyal pengukur kadar air.

Dikenal beberapa sistem pengukuran kapasitas dari suatu kondensator yaitu metoda arus-tegangan, metoda sulihan, metoda jembatan dan metoda resonansi (Wasito.1,1988)

#### Sistem arus-tegangan.

Disini dipergunakan sirkuit seperti pada pengukuran perlawanan tetapi menggunakan sumber arus bolak-balik (AC), alat

ukur tegangan (Voltmeter), alat ukur arus listrik (amper meter).



$$C_x = \frac{I_a}{2 \pi f V_u}$$

dimana  $C_x$  = kapasitas yang diukur

$I_a$  = Kuat arus

$V_u$  = Tegangan sumber arus

$f$  = frekuensi sumber arus

#### Metoda Sulihan

Pada metoda ini dipergunakan komponen kapasitor yang telah diketahui nilai kapasitasnya sebagai pembanding. Dengan membandingkan nilai impedansinya maka nilai kapasitor yang diukur dapat dihitung.

#### Metoda pembagi tegangan

Seperti pada metoda sulihan, pada metoda ini juga dipergunakan pelawan, kapasitas yang terkalibrasi.

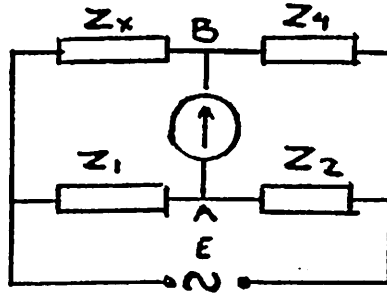
Disini berlaku :

$$\frac{V_y}{V_x} = \frac{R_y}{Z_x}$$

Dengan mengukur frekuensi sumber arus maka  $C_x$  akan dapat dihitung.

### Metoda Jembatan

Metoda ini menggunakan asas jembatan Wheatstone seperti terlihat pada gambar berikut ini.

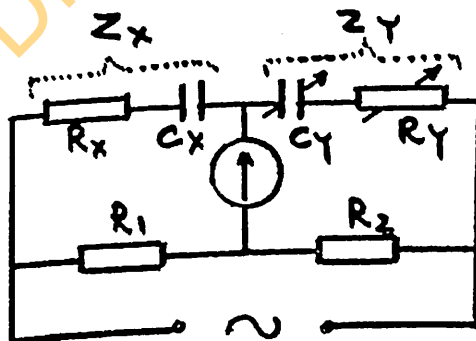


Pada keadaan setimbang berlaku  $\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_x}{Z_4}$

$$Z_x = Z_4 \frac{Z_1}{Z_2}$$

Dalam praktek  $Z_4$  dibuat variabel dan berupa pasangan perlawanan variabel dan kapasitor variabel, sedangkan  $Z_1$  dan  $Z_2$  adalah perlawanan permanen yang diketahui nilainya

Maka gambar diatas akan berubah menjadi seperti gambar berikut ini :



Disini penyeimbangan jembatan dilakukan dua kali masing-masing untuk  $C_y$  dan  $R_y$ .

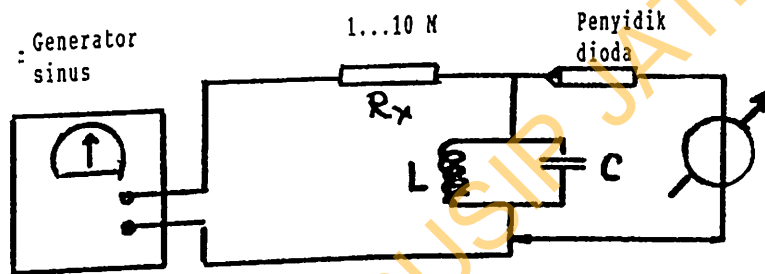
Setelah terjadi kesetimbangan maka akan berlaku :

$$C_x = C_y \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

### Metoda Resonansi

Untuk mengukur kapasitor dengan nilai kapasitas kecil banyak dilakukan dengan metoda resonansi.

Rangkaian ukur terlihat seperti pada gambar berikut ini :



Disini berlaku •  $C_x = \frac{1}{L(2\pi f_0)^2}$

dimana  $C_x$  = Kapasitor yang akan diukur

$L$  = induksi terkalibrasi

$f_0$  = frekuensi sumber arus

### BAB III.

#### PERCOBAAN

Untuk mencapai sasaran berupa suatu prototipe alat ukur kadar air garam yang murah maka hanya menggunakan bahan-bahan percobaan yang selain mudah didapat dipasaran juga cukup murah harganya.

##### Alat-alat

Kapasitansi meter

Avometer

Solder

Frekuensi meter

##### Bahan percobaan

Contoh garam beriodium

Kotak alat dari plastik dimensi (5 x 12 x 15) CM.

Integrated Circuit (IC 74121)

Integrated Circuit (IC 7805)

Tahanan, kondensator, kabel

Alat pres

Papan Rangkaian Tercetak (PRT) polos

Garam Besi Chlorida teknis

##### Pelaksanaan percobaan

Pelaksanaan percobaan meliputi beberapa tahapan yaitu :

1. Penetapan kadar air garam.
2. Pembuatan rangkaian jembatan kapasitip.
3. Penelitian pengaruh penyimpanan garam terhadap nilai

kadar airnya.

4. Percobaan tahanan depan dalam rangkaian penguat dengan keluaran mikroampermeter dan V.U. meter.
5. Pembuatan prototipe dan uji coba penetapan kapasitansi.
6. Kalibrasi.

#### 1. Penetapan kadar air garam.

Dilakukan penetapan kadar air sesuai dengan prosedur pedoman SNI 01-3556-1994, tetapi lama pemanasan divariasasi antara 2 jam, 3 jam dan 4 jam.

#### 2. Pembuatan rangkaian jembatan kapasitip.

Dibuat rangkaian seperti gambar 1 dan 2 berikut ini dengan spesifikasi adalah :

- sumber daya sinusiodal menggunakan rangkaian pada proyek DIP 1994/1996.
- tegangan keluaran diukur dengan mili Volt meter.

3. Penelitian pengaruh penyimpanan garam terhadap nilai kadar airnya.

- sembilan uah contoh garam briket dipanaskan pada suhu 140 ° C selama 3 jam.
- satu contoh diperiksa kadar airnya seagai kontrol.
- delapan contoh lainnya disimpan dalam kamar terbuka kemudian setiap 24 jam diambil satu contoh untuk diperiksa kadar airnya.

4. Percobaan tahanan depan dalam rangkaian penguat dengan keluaran mikroampermeter dan V.U. meter.

Percobaan ini bertujuan untuk melihat sampai sejauh mana kepekaan sistem tahanan depan sebagai pengolah snyal.

Dibuat rangkaian seperti terlihat pada gambar 3 berikut. Adapun variasi Rx adalah antara 30 KOhm - 70 KOhm. Unit keluaran adalah berupa mikroamper meter.

Dilakukan pula variasi dengan menggunakan VU meter sebagai unit keluaran.

5. Pembuatan prototipe dan uji coba penetapan kapasitansi.

- a. Dibuat rangkaian seperti terlihat pada gambar 4.
- dirakit pada papan rangkaian tercetak
  - empat jangkah uji
  - bok alat dibuat dari bahan plastik dengan dimensi ( 5 x 12 x 15) CM.
  - Tekanan contoh  $\pm$  20 Kg
  - sumber tenaga baterai 9 Volts

Kemudian dipergunakan untuk menguji kapasitansi komponen kapasitor dan membandingkan hasilnya dengan kapasitansi HIOKI.

b. Menguji nilai kapasitor contoh garam dan membandingkan nya dengan kapasitansi HIOKI.

DISPERPUSIP JATIM

6. Kalibrasi.

- a. Penetapan kapasitas contoh garam dengan menggunakan prototip dan kapasitas HIOKI dan penetapan kadar airnya.
- b. Penetapan "reproducibility" prototip.

DISPERPUSIP JATIM

**BAB IV.**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. Penetapan kadar air garam.

Dengan variasi lama pemanasan diperoleh tabel seperti berikut ini.

Jenis Garam	Botol Timbang				
	Dibuka			Ditutup	
	2 jam	3 jam	4 jam	3 jam	4 jam
Briket	2,48	2,40	2,41	2,52	2,63
	2,24	2,52	2,51	2,54	2,75
	2,20	2,38	2,41	2,59	2,75
Curai	7,71	7,87	8,37	6,20	7,51
	7,32	7,42	8,01	7,50	7,60
	7,33	7,56	7,82	7,45	7,92
Halus	1,11	1,18	1,68	1,78	1,87
	0,92	1,23	1,24	1,85	1,89
	0,91	1,30	1,32	1,79	1,85

Tabel 1. Pengaruh lama pemanasan terhadap nilai kadar airnya

Dari tabel diatas terlihat bahwa pemanasan pada dua jam belum menghilangkan semua kandungan airnya, dan pemanasan selama empat jam akan memberikan hasil yang optimal.

Karena itu selanjutnya pemeriksaan kadar air akan mempergunakan pemanasan selama empat jam.

**BAB IV.**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. Penetapan kadar air garam.

Dengan variasi lama pemanasan diperoleh tabel seperti berikut ini.

Jenis Garam	Bötol Timbang				
	Dibuka			Ditutup	
	2 jam	3 jam	4 jam	3 jam	4 jam
Briket	2,48	2,40	2,41	2,52	2,63
	2,24	2,52	2,51	2,54	2,75
	2,20	2,38	2,41	2,59	2,75
Curai	7,71	7,87	8,37	6,20	7,51
	7,32	7,42	8,01	7,50	7,60
	7,33	7,56	7,82	7,45	7,92
Halus	1,11	1,18	1,68	1,78	1,87
	0,92	1,23	1,24	1,85	1,89
	0,91	1,30	1,32	1,79	1,85

Tabel 1. Pengaruh lama pemanasan terhadap nilai kadar airnya

Dari tabel diatas terlihat bahwa pemanasan pada dua jam belum menghilangkan semua kandungan airnya, dan pemanasan selama empat jam akan memberikan hasil yang optimal.

Karena itu selanjutnya pemeriksaan kadar air akan mempergunakan pemanasan selama empat jam.

## 2. Pembuatan rangkaian jembatan kapasitip.

Berdasarkan rangkaian seperti gambar 1 diatas, kemudian variasi kapasitor yang diberikan memberikan tegangan keluaran seperti pada tabel 2 berikut ini.

VC (pF)	CX (pF)	Teg.Keluaran diset (mV)	Teg.Keluaran didapat (mV)	Kepekaan (mV/pF)
5		210	240	0,9
	33		255	0,5
	66 82		290	3
20		340	430	3
	33		440	0,2
	82 99		420	-1
20		360	430	2,1
	33		435	0,2
	56		440	0,2
	82		450	0,6
	100 300		460	0,05
5		220	290	2,1
	33		301	0,4
	56		310	0,4
	82 100		310	-

Tabel 2. Hasil uji coba kepekaan jembatan kapasitip.

Dari percobaan dengan jembatan kapasitip seperti pada tabel diatas, menunjukkan bahwa jembatan kapasitip mempunyai kepekaan yang sangat rendah yaitu antara 0,2 mV/pF - 3mV/pF.

Karena itu selanjutnya akan dicoba untuk menerapkan rangkaian pengolah sinyal sesuai pada proyek DIP 1995/1996 dengan penyesuaian atas karakter kapasitip garam briket.

3. Penelitian pengaruh penyimpanan garam terhadap nilai kadar airnya.

No.	Waktu (jam)	Kadar Air (%)
1.	0	1,01
2.	24	2,03
3.	48	2,26
4.	72	2,43
5.	96	2,80
6.	120	2,91
7.	144	3,07
8.	168	3,17

Tabel 3. Pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar air garam briket.

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa untuk mendapatkan contoh garam briket dengan variasi kadar air dapat diperoleh dengan perlakuan penyimpanan di dalam kamar terbuka.

Dari tabel diatas bahwa penyimpanan sampai 8 x 24 jam dapat diperoleh contoh garam briket dengan kadar 3 % lebih (3,17 %).

4. Percobaan tahanan depan dalam rangkaian penkuat dengan keluaran mikroampermeter dan V.U. meter.

Dengan percobaan ini diharapkan dapat diperoleh rangkaian sederhana yang dapat berfungsi sebagai pengolah sinyal.

Tabel berikut ini adalah hasil percobaan yang diperoleh.

No.	Resistan	Pembacaan	No.	Resistan	Pembacaan
1	40	50	1	50	50
2	50	44	2	60	44
3	60	38	3	70	39
4	70	34	4	80	35.2
5	80	31.5	5	90	33.2
6	90	29.5	6	100	31.2
7	100	27.2	7	110	29.2
8	110	25.2	8	120	27.5
9	120	23.5	9	130	25.5
10	130	22.2	10	140	24.2
11	140	20.8	11	150	23
12	150	20	12	160	22
13	160	19.5	13	170	21
14	170	17.5	14	180	20
15	180	17	15	190	19
16	190	16.5	16	200	18
17	200	15.4	17	210	17
18	210	14.5	18	220	16
19	220	14.2	19	230	15
20	230	13.8	20	240	14.8
21	240	13.2	21	250	14.6
22	250	12.7	22	260	14
23	260	12.2	23	270	13.5
24	270	12	24	280	13
25	280	11.5	25	290	12.5
26	290	11	26	300	12
27	300	10.5	27	400	10
28	400	8.5	28	500	8.5
29	500	7	29	600	7.2
30	600	6.5	30	700	6.2
31	700	5.5	31	800	5.2
32	800	5	32	900	5
33	900	4.5	33	1000	4.5

Tabel 4.a dan 4.b Hubungan antara nilai resistan dengan arus keluaran (mikro amper meter).

No.	Resistan	Pembacaan	No.	Resistan	Pembacaan
1	60	50	1	0	17
2	70	45	2	1	16.5
3	80	40.5	3	2	16
4	90	37	4	3	15.5
5	100	34	5	4	15
6	110	32	6	5	14.5
7	120	30	7	6	14
8	130	28.5	8	7	13.5
9	140	27	9	8	13
10	150	25.5	10	9	12.5
11	160	24.5	11	10	12
12	170	23.5	12	11	11.5
13	180	22.5	13	12	11
14	190	21.5	14	13	10.5
15	200	20.5	15	14	10
16	210	19	16	15	9.5
17	220	18.1	17	16	9.3
18	230	17.8	18	17	9
19	240	17.2	19	18	8.8
20	250	16.5	20	19	8.5
21	260	16	21	20	8.3
22	270	15.5	22	21	8
23	280	15	23	22	8
24	290	14.5	24	23	7
25	300	14	25	24	6.5
26	310	13.5	26	25	6
27	320	13.2	27	27	5.5
28	330	13	28	30	5
29	340	12.5	29	40	4.5
30	350	12.2	30	50	4
31	400	11	31	60	3.5
32	500	9	32	70	3
33	600	8	33	80	2.5
34	700	7	34	90	2
35	800	6	35	100	1
36	900	5.5			
37	1000	4.5			

Tabel 4.c dan 4.d Hubungan antara nilai resistan dengan arus keluaran (mikro amper meter).

Dari tabel 4.a - 4.d diperoleh nilai koefisien korelasi masing-masing sebagai berikut :

Tabel 4.a.  $r = 0,7431$

Tabel 4.b.  $r = 0,7645$

Tabel 4.c.  $r = 0,7768$

Tabel 4.d.  $r = 0,8716$

Uji hipotesa atas koefisien korelasi menurut A.H. Nasoetion dan Barizi menunjukkan bahwa keempat pasangan data diatas mempunyai korelasi yang nyata (A.H. Nasoetion dan Barizi 1975). Kenyataan ini memberikan kesimpulan bahwa rangkaian pengolah sinyal seperti pada gambar .... dapat dipergunakan untuk mengukur nilai resistansi dengan baik.

#### 5. Pembuatan prototipe dan uji coba penetapan kapasitansi.

Pada percobaan ini diuji komponen kapasitor yang bernilai antara 10 - 100 pF dan diperoleh hasil seperti pada tabel berikut ini.

No.	Nilai Kapasitansi (pF)	Kapasitan HIOKI (pF)	Pembacaan Prototip
1.	10	10,17	5,73
2.	20	20,00	11,67
3.	30	30,33	17,00
4.	40	40,67	23,83
5.	50	52,00	26,27
6.	60	62,67	31,13
7.	70	72,67	35,33
8.	80	84,00	40,40
9.	90	93,83	47,00
10.	100	102,33	49,67

Tabel 5. Hubungan antara nilai penetapan kapasitansi menggunakan kapasitan meter HIOKI dengan prototip.

Kedua set data diatas mempunyai nilai koefisien korelasi  $r = 0,997$  dan persamaan garis  $Y = 0,464 X + 2,42$ .

Uji ini menunjukkan bahwa adanya korelasi yang kuat antara kapasitasni HIOKI dengan prototip.

Nilai pembacaan prototip dapat meramalkan nilai kapasitasni hasil pengujian dengan kapasitasni meter.

## 6. Kalibrasi

6.1. Dilakukan pengukuran atas beberapa contoh garam setelah ditetapkan kadar airnya dan diperoleh hasil seperti tabel berikut ini.

No.	Pembacaan Prototip	Kadar Air (%)
1.	50	3,19
2.	34	2,40
3.	35	2,56
4.	32,5	2,97
5.	30	2,47
6.	30,5	2,08
7.	27	2,50
8.	30,2	1,69
9.	30,5	2,34
10.	29,5	2,53
11.	27,5	1,60
12.	25	1,60
13.	26	1,60
14.	27,5	2,44
15.	25,5	1,20
16.	28,5	3,05
17.	24	1,54
18.	29	1,75
19.	30,5	2,11
20.	30,5	1,65
21.	29,5	1,43

Tabel 6. Hubungan antara kadar air contoh garam briket dengan pembacaan pada prototip.

No.	Pembacaan Prototip	Kadar Air (%)
1.	50	3,19
2.	34	2,40
3.	35	2,56
4.	32,5	2,97
5.	30	2,47
6.	30,5	2,08
7.	27	2,50
8.	30,2	1,69
9.	30,5	2,34
10.	29,5	2,53
11.	27,5	1,60
12.	25	1,60
13.	26	1,60
14.	27,5	2,44
15.	25,5	1,20
16.	28,5	3,05
17.	24	1,54
18.	29	1,75
19.	30,5	2,11
20.	30,5	1,65
21.	29,5	1,43

Tabel 6. Hubungan antara kadar air contoh garam briket dengan pembacaan pada prototip.

Pasangan data ini mempunyai koefisien korelasi 0,6089 serta persamaan regresi  $Y = 5,66 X + 18,1$ .

$$|t| = |r\sqrt{n-2}/\sqrt{1-r^2}| \begin{cases} \leq t_{\alpha/2; (n-2)}, \text{ terima } H_0 \\ > t_{\alpha/2; (n-2)}, \text{ tolak } H_0. \end{cases}$$

$$|t| = 4,22 > t_{0,05; (21-2)} = 2,86$$

$H_0$  ditolak berarti ada korelasi yang nyata antara nilai pembacaan prototipe dengan kadar air contoh.

Uji hipotesa koefisien korelasi (AH. Nasoetion dan Barizi '75) menunjukkan bahwa pembacaan prototip dapat meramalkan nilai kadar air contoh garam briket.

6.2. Uji tingkat akurasi memberikan data seperti pada

tabel berikut ini.

No.	Pembacaan Prototipe
1.	44,2
2.	44,5
3.	44,5
4.	44,5
5.	44,5
6.	46,2
7.	45,2
8.	45,2
9.	46,4
10.	46,4
11.	46,4

Tabel 7. Daftar hasil uji tingkat akurasi prototip.

Perhitungan statistik atas data diatas diperoleh :

$$\text{Rata-rata} = 45,27$$

$$\text{Kesalahan akar kuadrat (root mean square error)}$$
$$= \sqrt{\frac{f^2}{n(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{8.2218}{110}} =$$

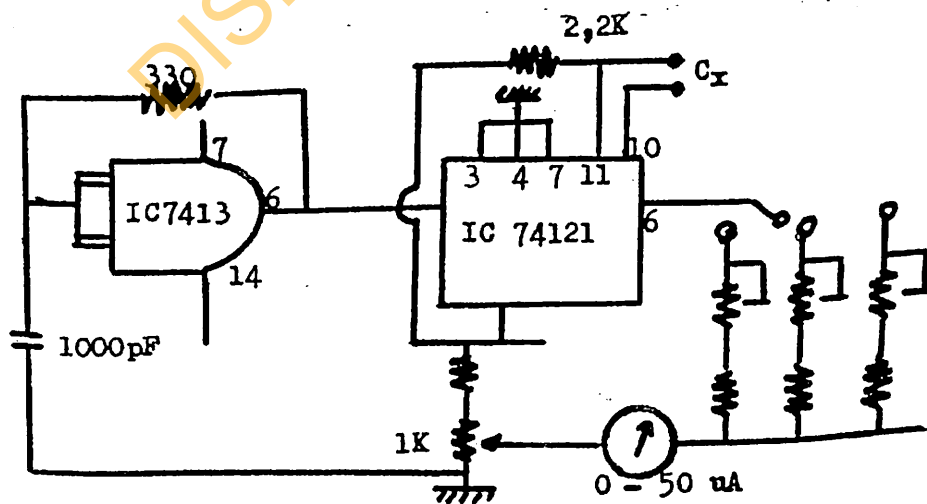
Ketelitian skala prototip adalah setengah skala terkecil = 0,50

Ternyata Kesalahan akar kuadrat yang diperoleh lebih kecil dari 0,50 , hal ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi alat cukup baik atau alat cukup akurat. (Yuri Lyalikov, '70).

Berdasarkan hasil-hasil percobaan diatas kemudian dirakit satu unit lengkap alat uji kadar air garam beriodium dengan spesifikasi seperti berikut ini.

- Rangkaian perkawatan dan komponen elektronika di rakit pada papan rangkaian tercetak sehingga ringkas dan praktis.
- Kotak alat terbuat dari plastik berwarna hitam dengan dimensi (5 x 12 x 15)CM, selain ramping juga tahan garam.
- Bagian masukan yang berupa elektrode dipasang pada dasar silinder alat pres dengan tekanan kerja 20 Kg dan terbuat dari logam Aluminium sehingga bisa tahan garam .
- Jumlah contoh 1 buah (bentuk briket).
- Membutuhkan tenaga arus 5 Volt DC, namun baterai yang dipergunakan adalah 9 Volt sehingga masa kerja baterai cukup panjang.

Gambar detail rangkaian serta gambaran global dapat dilihat pada lampiran.



## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan percobaan dan pembahasan yang telah dilaksanakan dapat dirangkum kesimpulan seperti berikut :

Telah dapat dibuat prototip alat uji kadar air untuk garam briket beriodium dengan spesifikasi sebagai berikut :

- prinsip : kapasitansi meter
- ukuran contoh : 1 buah contoh garam briket
- waktu analisa : 5 menit /contoh
- jangkah uji : 0 - 4 %
- Baterai : 9 Volt DC.
- dimensi : (5 x 12 x 15) CM

Uji statistik atas data kalibrasi menunjukkan bahwa prototip ini laik pakai dan mampu jinjing sehingga dapat dipergunakan dilapangan.

### Saran

Untuk keperluan pendayagunaan dan penyempurnaan hasil litbang maka agar segera dilakukan pemasyarakatan prototip ini pada industri garam briket beriodium yang ada.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ANNONIMOUS "302 Rangkaian Elektronika"  
Penerbit PT. Elex Media Komputindo  
Jakarta.
2. ANNONIMOUS "133 Rangkaian Elektronika"  
Penerbit PT. Elex Media Komputindo  
Jakarta.
3. ANNONIMOUS "301 Rangkaian Elektronika"  
Penerbit PT. Elex Media Komputindo  
Jakarta.
4. BRINK O.G etal (1984) " Dasar-dasar Ilmu Instrumen"  
Penerbit Bina Cipta Bandung.
5. CLAYTON G.B. (1977) " Operational Amplifiers"  
Newnes-Butterworths London
6. COOPER W.D. (1978) " Instrumentasi Elektronik dan Teknik  
Pengukuran" Ed. 2.  
Penerbit Erlangga Jakarta.
7. NASOETION A.H. dan BARIZI (1975) " Metoda Statistika"  
Penerbit Gramedia Jakarta.
8. NURKAMARI (1989) " Pembuatan Prototip Alat Uji  
Derajad Putih Tepung Tapioka"  
Balai Industri Surabaya.
9. PLANT M. and STUART.J (1985) " Pengantar Ilmu Teknik  
Instrumentasi" Penerbit Gramedia  
Jakarta.
10. WARSITO.S (1983) " Elektronika dalam Industri "  
Penerbit Karya Utama Jakarta.

11 WASITO.S (1991) " Teknik Ukur dan Peranti Ukur  
Elektronika"

Penerbit PT. Elex Media Komputindo  
Jakarta.

DISPERPUSIP JATIM