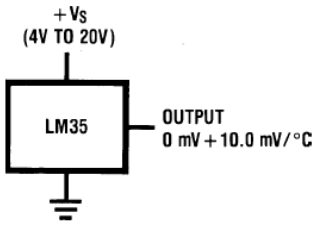
BAB IV
PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1. Pengujian dan Analisa Perangkat Keras

4.1.1 Analisa Sensor Suhu LM35



Gambar 4.1. Rangkaian dasar sensor suhu LM35

Setelah dilakukan pengukuran pada keluaran LM35, maka didapatkan nilai tegangan hasil konversi dari satuan ^{o}C suhu. Pada tabel hasil pengujian dibawah ini tegangan dicatat setiap kenaikan 5 ^{o}C dimulai dengan suhu ruangan. Pengukuran suhu menggunakan termometer analog sebagai referensi nilai suhu yang diukur.

Tabel 4.1. Hasil pengujian sensor LM35DZ

Suhu (^{o}C)	Tegangan output hasil pengukuran (mV)	∆V (mV)	∆V / ^{o}C (mV) [∆V/5]
25	240		
		49	9,8
30	289		
		56	11,2
35	345		
		52	10,4
40	397		
		53	10,6
45	450		
		50	10
50	500		
		45	9
55	545		
resolusi rata-rata per ^{0}C			**10,16**

Dari hasil pengujian didapat nilai resolusi rata-rata 10,16 mV. Nilai tersebut hampir sama dengan nilai resolusi yang terdapat pada *datasheet* LM35 yang menyatakan bahwa IC LM35 sebagai sensor suhu memiliki resolusi 10 mV / ^{0}C.

Tabel 4.2 menunjukan data perbandingan suhu antara termometer analog dengan LM35 yang sudah terpasang pada alat saat dipanaskan dalam waktu 60 detik, data diambil setiap 5 detik:

Tabel 4.2. Kalibrasi suhu antara termometer analog dan LM35

No	Detik	Thermometer analog T (^{0}C)	Sensor LM35 t (^{0}C)	Data yang sama T = t
1	5	24	24,5 , 24 , 25	24 = 24
2	10	26	25 , 26,5 , 26	26 = 26
3	15	27,5	28,5 , 27,5 , 28	27,5 = 27,5
4	20	31	29 , 30 , 30,5	Tidak sama
5	25	33	33,5 , 34,5 , 33	33 = 33
6	30	35	36 , 36,5 , 36,5	Tidak sama
7	35	36,5	36 , 37,5 , 36,5	39 = 39
8	40	39	39 , 40 , 39,5	39 = 39
9	45	42	42 , 43 , 43,5	42 = 42
10	50	44	44,5 , 45 , 44	44 = 44
11	55	46	48 , 47 , 48,5	Tidak sama
12	60	48	48,5 , 49 , 49,5	Tidak sama
Presentase				66,6 %

Dari data tabel diatas, data suhu yang dihasilkan oleh alat menggunakan sensor LM35 menunjukan data suhu yang tidak tetap apabila dibandingkan dengan termometer analog dengan perbedaan perubahan data sebesar ±0,5. Dari data tabel diatas apabila dipresentasekan untuk data yang sama :

Jumlah data yang sama = 8 Maka : $\frac{8}{12} x100 = 66{,}6\%$

4.1.2 Analisa *Inverting Amplifier*

Penguat tegangan yang dibutuhkan adalah sebesar 4 kali, sehingga rangkaian inverting menggunakan resistor Rf = 4 KΩ dan Ri = 1 KΩ. Dari hasil

pengujian dengan menggunakan *trimpotensio* sebagai pemberi nilai tegangan masukan yang bervariasi, didapat nilai output yang dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini. Nilai keluaran yang tercatat menggunakan tegangan Vcc = +8,9 V dan Vee = -8,9 V.

Tabel 4.3. Hasil pengujian IC UA741

Tegangan output dari LM 35	**Tegangan output dari UA741 yang ke-1 Nilai negative (-)**	**Tegangan output dari UA741 yang ke-2 Nilai positif (+)**	**Penguatan = $V_{out(741)}/V_{out(LM35)}$**
126	-502	502	3,98
256	-1016	1016	3,97
569	-2276	2276	4,00
620	-2480	2480	4,00
893	-3576	3576	4,00
1076	-4305	4305	4,00
1207	-4843	4843	4,01
1382	-5541	5541	4,01
1414	-5668	5668	4,01
1550	-5759	5759	3,72
1834	-5761	5761	3,14
Penguatan rata-rata			**3,90**

Dari hasil data diatas terlihat bahwa penguatan yang pertama dihasilkan rata-rata sebesar 4 kali dengan nilai resistor masing-masing sebesar Rf=40 KOhm dan Rin=10 Kohm. Dan untuk penguatan yang kedua nilai Rf sama dengan Rin (Rf=Rin).

4.1.3 Analisa ADC0804

ADC0804 adalah sebuah pengubah sinyal analog menjadi 8 bit paralel sinyal digital dengan satu masukan nilai analog. ADC0804 memiliki resolusi tegangan per-bit yang dapat diatur sesuai dengan yang diperlukan, dengan mengatur nilai tegangan masukan pada pin Vref.

Dengan menggunakan persamaan (3.5) pada bab 2:

$$Vres = \frac{Vmaks}{2^n - 1} \quad \text{.....} \quad (3.5)$$

Maka : $Vres = \frac{5{,}12V}{2^8 - 1} = \frac{5{,}12V}{256 - 1} = \frac{5{,}12V}{255} = 0{,}02007V = 20{,}07mV$

Tabel 4.4 menunjukan hasil keluaran dari ADC0804 dengan nilai Vmaks sebesar 5,16V dan Vref = Vmaks /2 =2,56 V.

Tabel 4.4. Hasil pengujian keluaran ADC0804

Vref = 5,12 V Resolusi perhitungan = 20 mV				
data (heksa)	**voltase (V)**	**∆V (mV)**	**∆Bit (dec)**	**resolusi (mV)**
12	0,3			
		100	5	20.00
17	0,4			
		100	4	25.00
1B	0,5			
		100	6	16.67
21	0,6			
		100	6	16.67
27	0,7			
		300	16	18.75
37	1			
		500	28	17.86
53	1,5			
		1060	55	19.27
8A	2,56			
		1940	99	19.60
ED	4,5			
		500	18	27.78
FF	5			
resolusi rata-rata per bit				**20.18**

Dari hasil pengujian yang terlihat pada tabel 4.4 diatas didapat nilai resolusi perubahan tegangan per bit LSB yang mendekati nilai resolusi perubahan tegangan per bit LSB yang terpapar pada teori dalam *datasheet* ADC0804. Dimana pada nilai Vref = 5,12 V, ADC0804 memiliki resolusi perubahan

tegangan per bit LSB sebesar 20 mV. Sedangkan pada nilai Vref = 2,56 V, ADC0804 memiliki resolusi perubahan tegangan per bit LSB sebesar 10 mV.

4.1.4 Analisa MAX232

MAX232 berfungsi sebagai konverter dari level tegangan TTL ke level tegangan komputer. Hampir semua piranti digital menggunakan tingkatan logika TTL atau CMOS.

MAX232 sangat berperan dalam melakuakan perubahan level tagangan timbal balik antar TTL RS-232 pada komunikasi *serial port*, IC memiliki 2 buah *line driver* dan 2 buah *line receiver.* IC ini juga dilengkapi dengan pengganda tegangan DC atau *charge pump* yang dapat menghasilkan tegangan -10 Volt sampai +10 Volt dari catu daya tunggal +5 Volt, sehingga meskipun catu daya untuk IC MAX 232 hanya +5 Volt, IC ini mampu melayani tegangan RS 232 antara -10 Volt sampai +10 Volt.

4.2 Pengujian Alat dan Perangkat Lunak

Untuk percobaan alat, bahan yang akan diuji kebenarannya di antaranya : paku dan kaca dengan menggunakan persamaan:

$$Ck = \frac{Ma2.Ca.(Ta2 - Tc1) - Ma1.Ca.(Tc1 - Ta1)}{Mk.(Tc1 - Tk)} \quad \text{..... (4.1)}$$

$$Cb = \frac{Mk.Ck.(Tc2 - Ta) + Ma.Ca.(Tc2 - Ta)}{Mb.(Tb - Tc2)} \quad \text{.....} \quad (4.2)$$

Dimana:
- Ma2 = Massa air panas (gr)
- Ca = Kalor jenis air = 1 (Kal/gr ^{o}C)
- Ta2 = Suhu air panas, sekitar 80 ^{o}C
- Tc1 = Suhu konstan hasil pencampuran dengan air panas (^{o}C)
- Ma1 = Massa air normal(gr)
- Ta1 = Suhu air normal (^{o}C)
- Mk = Massa kalorimeter (gr)

Tk = Suhu kalorimeter = Ta1 (^oC)

Tc2 = Suhu konstan hasil pencampuran dengan bahan yang dipanaskan (^oC)

Mb = Massa benda (gr)

Tb = Suhu benda (^oC)

Ck = Kalor jenis kalorimeter (Kal/gr ^oC)

Cb = Kalor jenis benda (Kal/gr ^oC)

4.2.1 Perhitungan Ck (Kalor jenis kalorimeter)

Untuk menghitung nilai kalor jenis dari suatu bahan, data yang diperlukan selain massa dan suhu adalah kalor jenis medium perantara yang dipakai. Pada alat ini medium perantara yang dipakai yaitu wadah calorimeter dan air suhu normal. Maka perlu dicari nilai dari kalor jenis kalorimeter (Ck) dan kalor jenis air (Ca). karena nilai kalor jenis air Ca = 1, maka data yang perlu dicari hasilnya yaitu nilai kalor jenis calorimeter.

Setelah dilakukan percobaan dengan menggunakan alat, dihasilkan data yang ditunjukan pada tabel 4.5. Percobaan menentukan nilai Ck (kalor jenis kalorimeter) menggunakan alat dilakukan sebanyak 4 kali percobaan dengan massa air yang berbeda.

Tabel 4.5. Hasil perhitungan nilai Ck dengan menggunakan alat

Menentukan Ck dengan Alat									
Percobaan	Mk	Ta1	Tk	Ma1	Ca	Ma2	Ta2	Tc1	Ck
1	89,65	25	25	113,66	1	113,66	79,5	50,0	0,228207474
2	89,65	25	25	170,49	1	170,49	79,5	50,0	0,34231121
3	89,65	25	25	227,32	1	227,32	79,5	50,0	0,456414947
4	89,65	25	25	284,15	1	284,15	79,5	50,0	0,570518684

Pada data tabel 4.4. perbedaan massa air diambil dari spesifikasi sebagai berikut :

Percobaan 1 : Ma2 = 113,66gr

Percobaan 2 : Ma2 = 113,66 +(113,66/2) = 170,49 gr

Percobaan 3 : Ma2 = 170,49 + (113,66/2) = 227,32 gr

Percobaan 4 : Ma2 = 227,32 + (113,66/2) = 284,15 gr

Apabila spesifikasi dari nilai massa air dicocokan dengan nilai Ck dihasilkan perhitungan sebagai berikut :

Percobaan 1 : Ma2 = 0,228207474 kal/gr^{0}C

Percobaan 2 : Ma2 = 0,228207474 + (0,228207474 /2) = 0,34231121 kal/gr^{0}C

Percobaan 3 : Ma2 = 0,34231121+ (0,228207474 /2) = 0,456414947 kal/gr^{0}C

Percobaan 4 : Ma2 = 0,456414947+ (0,228207474 /2) = 0,570518684 kal/gr^{0}C

Dari data diatas dapat disimpulkan untuk pencampuran 2 jenis zat yang sama dengan massa yang sama, apabila massa kedua zat tersebut di tambah maka nilai Ck akan ikut bertambah. Dari data percobaan tabel 4.5. nilai Ck dianggap valid.

Berikut ini proses perhitungan dengan menggunakan persamaan (4.1). Data diambil salah satu dari 4 percobaan, misalkan percobaan 1:

$$Ck = \frac{Ma2.Ca.(Ta2 - Tc1) - Ma1.Ca.(Tc1 - Ta1)}{Mk.(Tc1 - Tk)}$$

$$Ck = \frac{113,66.1.(79,5 - 50) - 113,66.1.(50 - 25)}{89,65.(50 - 25)}$$

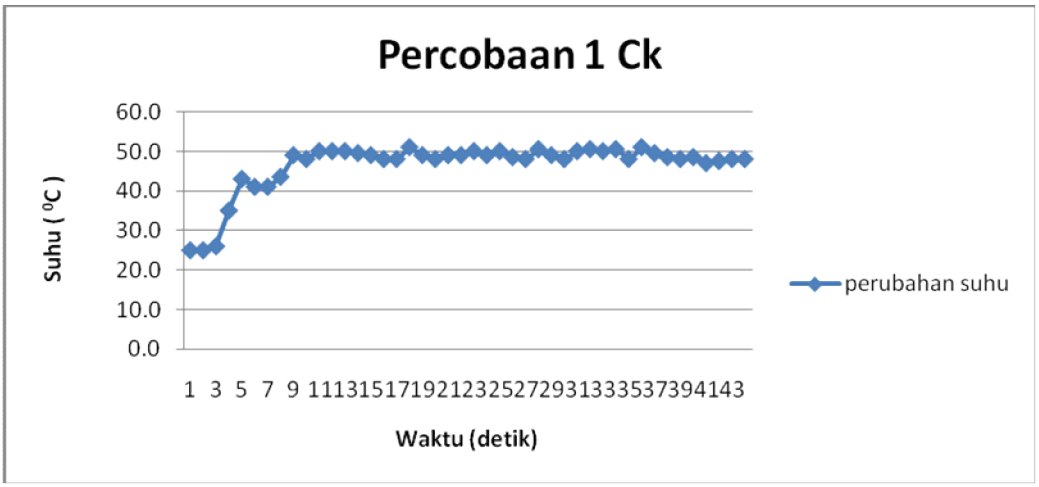
$$Ck = \frac{3352,97 - 2841,5}{2241,25}$$

$$Ck = \frac{511,47}{2241,25} = 0,228207474 \text{ kal/gr}^0\text{C}$$

Untuk perhitungan mencari nilai Cb sama dengan proses perhitungan mencari nilai Ck. Pada hasil perhitungan dapat diketahui bahwa kalorimeter termasuk bahan alumunium. Data tabel dan gambar grafik berikut menunjukan data perubahan suhu dalam menentukan nilai Ck :

Tabel 4.6. Data percobaan 1 Ck

txt_Detik	txt_Temperature	txt_Detik	txt_Temperature	txt_Detik	txt_Temperature
1	25,0	15	49,0	29	49,0
2	25,0	16	48,0	30	48,0
3	26,0	17	48,0	31	50,0
4	35,0	18	51,0	32	50,5
5	43,0	19	49,0	33	50,0
6	41,0	20	48,0	34	50,5
7	41,0	21	49,0	35	48,0
8	43,5	22	49,0	36	51,0
9	49,0	23	50,0	37	49,5
10	48,0	24	49,0	38	48,5
11	50,0	25	50,0	39	48,0
12	50,0	26	48,5	40	48,5
13	50,0	27	48,0	41	47,0
14	49,5	28	50,5	42	47,5

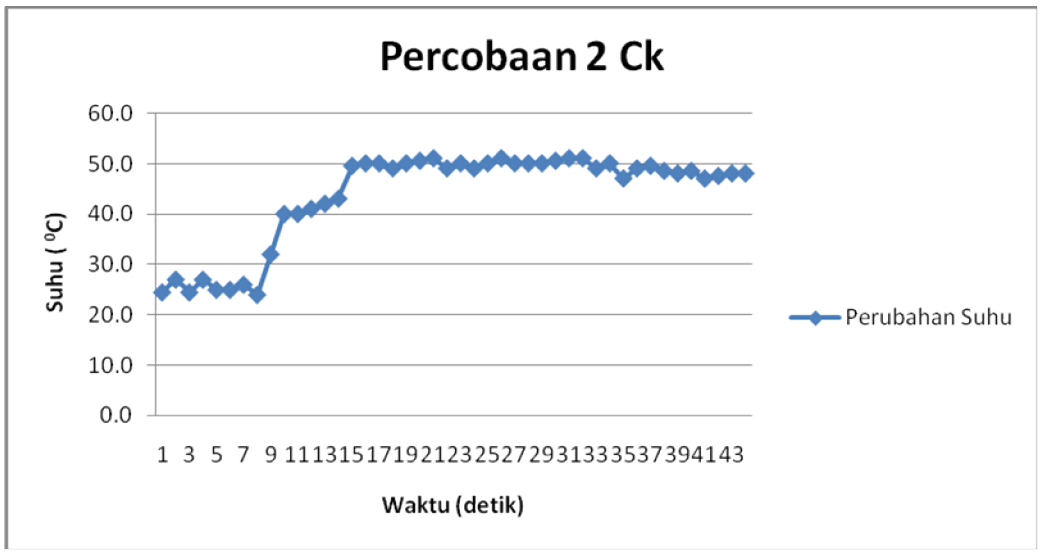


Gambar 4.2. Grafik percobaan 1 Ck

Data pada tabel 4.6 menunjukan percobaan 1 dalam menentukan nilai Ck dimana massa air yang diukur 113,66 gr. Dari hasil grafik suhu berubah dari 24 ^{0}C menjadi 50 ^{0}C dengan rentang waktu 9 detik.

Tabel 4.7. Data Percobaan 2 Ck

txt_Detik	txt_Temperature	txt_Detik	txt_Temperature	txt_Detik	txt_Temperature
1	24,5	15	49,5	29	50,0
2	27,0	16	50,0	30	50,5
3	24,5	17	50,5	31	51,0
4	27,0	18	49,0	32	51,0
5	25,5	19	50,5	33	49,5
6	25,5	20	50,5	34	50,0
7	26,0	21	51,0	35	47,5
8	24,5	22	49,5	36	49,5
9	32,0	23	50,5	37	49,5
10	40,0	24	49,5	38	48,5
11	40,5	25	50,0	39	48,0
12	41,5	26	51,5	40	48,5
13	42,0	27	50,5	41	47,0
14	43,5	28	50,0	42	47,5

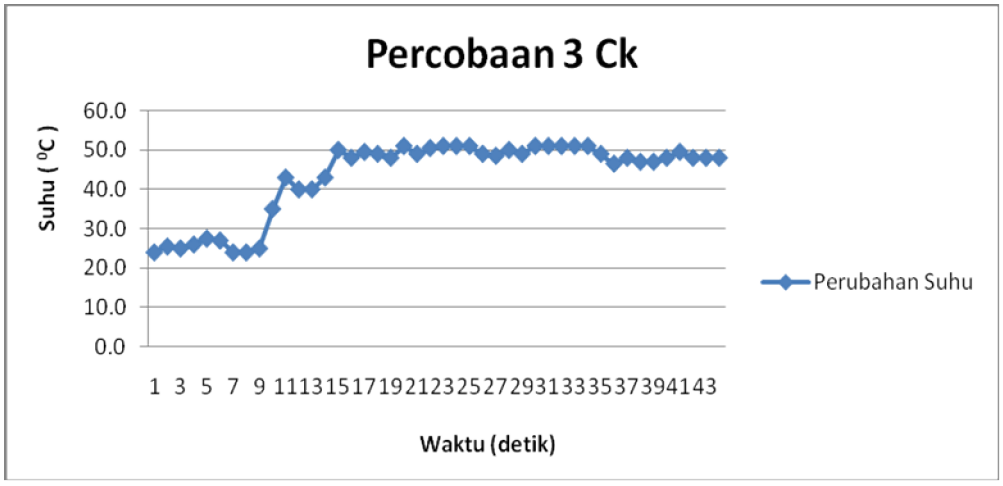


Gambar 4.3. Grafik percobaan 2 Ck

Data tabel 4.7 menunjukan percobaan 1 dalam menentukan nilai Ck dimana massa air yang diukur 170,49 gr. Dari gambar grafik 4.3 suhu berubah dari 24 ^{0}C menjadi 50 ^{0}C dengan rentang waktu 10 detik.

Tabel 4.8 . Data percobaan 3 Ck

txt_Detik	txt_Temperature	txt_Detik	txt_Temperature	txt_Detik	txt_Temperature
1	24,0	15	50,0	29	49,0
2	25,5	16	48,0	30	51,5
3	25,0	17	49,5	31	51,5
4	26,0	18	49,0	32	51,5
5	27,5	19	48,5	33	51,0
6	27,0	20	51,5	34	51,5
7	24,5	21	49,0	35	49,0
8	24,0	22	50,5	36	46,5
9	25,5	23	51,0	37	48,5
10	35,5	24	51,5	38	47,0
11	43,0	25	51,5	39	47,5
12	40,5	26	49,0	40	48,0
13	40,0	27	48,5	41	49,5
14	43,5	28	50,0	42	48,5

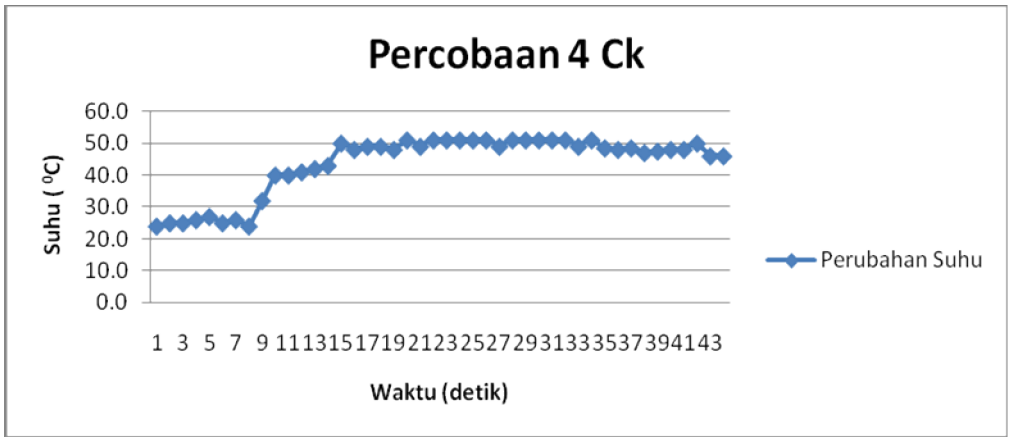


Gambar 4.4. Grafik percobaan 3 Ck

Data tabel 4.8 menunjukan percobaan 1 dalam menentukan nilai Ck dimana massa air yang diukur 227,32 gr. Dari hasil grafik 4.4 suhu berubah dari 24^0C menjadi 51 ^{0}C dengan rentang waktu 15 detik.

Tabel 4.9. Data percobaan 4 Ck

txt_Detik	txt_Temperature	txt_Detik	txt_Temperature	txt_Detik	txt_Temperature
1	24,5	15	50,5	29	51,5
2	25,0	16	48,0	30	51,0
3	25,5	17	49,5	31	51,5
4	26,0	18	49,0	32	51,0
5	27,5	19	48,5	33	49,5
6	25,0	20	51,5	34	51,0
7	26,5	21	49,0	35	48,5
8	24,5	22	51,0	36	48,0
9	32,5	23	51,5	37	48,5
10	40,5	24	51,0	38	47,5
11	40,0	25	51,5	39	47,5
12	41,5	26	51,0	40	48,0
13	42,0	27	49,5	41	48,5
14	43,0	28	51,0	42	50,0



Gambar 4.5. Grafik percobaan 4 Ck

Data tabel 4.9 menunjukan percobaan 1 dalam menentukan nilai Ck dimana massa air yang diukur 284,15 gr. Dari hasil grafik 4.5 suhu berubah dari 24 ^{0}C menjadi 51 ^{0}C dengan rentang waktu 15 detik.

Pada hasil tampilan grafik dalam menentukan nilai Ck, suhu konstan saat pencampuran antara air panas dan air dingin rata-rata selalu menunjukan pada nilai 50^{0}C. Suhu tersebut apabila diamati pada gambar grafik selalu mengarah pada titik tengah antara suhu air normal dan suhu air yang dipanaskan. Untuk lamanya waktu saat memulai pencampuran sampai dalam keadaan konstan dapat diketahui dari tabel berikut :

Tabel 4.10. Rata-rata lama waktu pencampuran

Percobaan	t1 detik ke…. (Suhu awal)	t2 detik ke…. (Suhu konstan hasil pencampuran)	Selisih (t2-t1)
1	3	11	8
2	8	15	7
3	9	15	6
4	8	15	7
Rata-rata			7

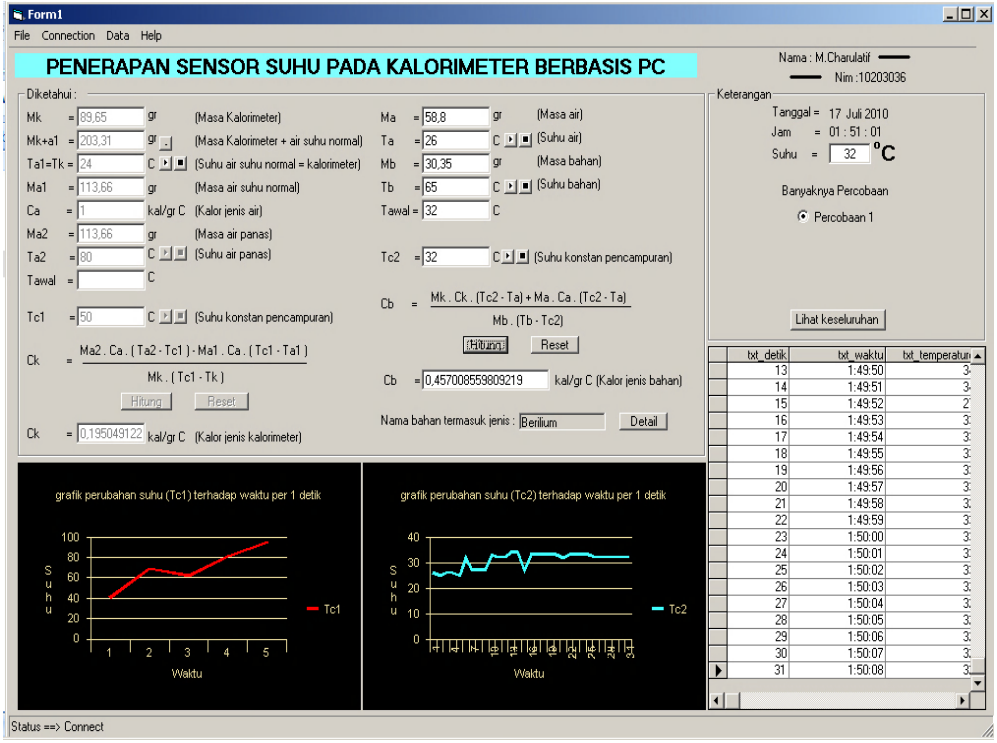
Dari data tabel 4.10 rata-rata perubahan suhu yang terjadi dari mulai pencampuran sampai keadaan konstan selama 7 detik.

4.2.2 Perhitungan Cb (Kalor jenis bahan)

Setelah diketahui nilai dari kalor jenis calorimeter (Ck) maka selanjutnya menghitung nilai kalor jenis bahan yang akan diujicobakan.

Pada proses pengujian bahan, dilakukan pengambilan data sebanyak 100 kali pengukuran dimana terdapat 2 bahan yang diuji dan tiap bahan diuji sebanyak 50 kali pengukuran. Dari pengukuran tersebut data variable yang berubah yaitu massa benda, dimana terdapat 5 massa benda yang berubah diantaranya 10 gr, 20 gr, 30 gr, 40 gr, 50 gr. Untuk tiap massa benda dilakukan 10 kali pengukuran. Sehingga tiap bahan akan diuji sebanyak 5 kali percobaan.

Gambar 4.6. menunjukan salah satu bentuk tampilan program percobaan dari 50 kali pengukuran yang telah dilakukan.



Gambar 4.6. Analisis menentukan bahan paku

Setelah dilakukan ujicoba sebanyak 50 kali pengukuran diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.11. Tabel hasil percobaan 1 bahan paku dengan massa 10 gr

Menentukan Cb dengan Alat										
Pengukuran	Mk	Ck	Tc2	Ta	Ma	Ca	Mb	Tb	Cb	Jenis Bahan
1	89,65	0,215	26,5	25	39,5	1	10,04	49,5	0,381786441	Kayu
2	89,65	0,215	26,0	25,5	39,5	1	10,04	50,0	0,121959558	Besi
3	89,65	0,215	26,5	25	39,5	1	10,04	48,0	0,408422705	Kayu
4	89,65	0,215	26,5	25,5	39,5	1	10,04	51,0	0,238941174	Alumunium
5	89,65	0,215	26,0	25	39,5	1	10,04	51,0	0,234162351	Alumunium
6	89,65	0,215	26,5	26	39,5	1	10,04	49,5	0,127262147	Besi
7	89,65	0,215	26,5	26	39,5	1	10,04	50,0	0,124554442	Besi
8	89,65	0,215	26,5	25	39,5	1	10,04	51,0	0,358411761	Kayu
9	89,65	0,215	26,5	25,5	39,5	1	10,04	49,0	0,26018039	Alumunium
10	89,65	0,215	26,0	25,5	39,5	1	10,04	48,0	0,13304679	Besi
Akurasi data										40%

Tabel 4.11 menunjukan 10 dari 50 hasil pengukuran dengan massa benda 10,04 gr dan bahan yang diukur yaitu paku yang memiliki bahan dasar besi. Range nilai kalor jenis untuk menghasilkan besi antara 0,09971-0,1375. Pada data

diatas untuk bahan paku menunjukan persentase akurasi data = 40% kurang dari 50%. Hal tersebut dikarenakan suhu yang diukur selalu berubah-ubah dengan perubahan nilai suhu yang mendekati nilai sebenarnya, misalkan suhu sebenarnya 25 sedangkan data yang keluar 24, 24,5, 25, 24,5, ,24, 25, 26, 24,…… sehingga data suhu yang diambil baik suhu panas, dingin, atau hasil pencampuran diperoleh secara perkiraan yang mengakibatkan data kurang valid. Factor utama yang mengakibatkan data tersebut berubah-ubah yaitu pada IC ADC0804 dimana IC tersebut akan selalu mengalami tingkat error sebesar ±1 bit LSB.

Berikut ini data dari 100 pengukuran yang telah diujicoba :

Tabel 4.12. Tabel Percobaan 1 Paku massa 10 gr

Menentukan Cb dengan Alat										
Pengukuran	Mk	Ck	Tc2	Ta	Ma	Ca	Mb	Tb	Cb	Jenis Bahan
1	89,65	0,215	26,5	25	39,5	1	10,04	49,5	0,381786441	Kayu
2	89,65	0,215	26,0	25,5	39,5	1	10,04	50,0	0,121959558	Besi
3	89,65	0,215	26,5	25	39,5	1	10,04	48,0	0,408422705	Kayu
4	89,65	0,215	26,5	25,5	39,5	1	10,04	51,0	0,238941174	Alumunium
5	89,65	0,215	26,0	25	39,5	1	10,04	51,0	0,234162351	Alumunium
6	89,65	0,215	26,5	26	39,5	1	10,04	49,5	0,127262147	Besi
7	89,65	0,215	26,5	26	39,5	1	10,04	50,0	0,124554442	Besi
8	89,65	0,215	26,5	25	39,5	1	10,04	51,0	0,358411761	Kayu
9	89,65	0,215	26,5	25,5	39,5	1	10,04	49,0	0,26018039	Alumunium
10	89,65	0,215	26,0	25,5	39,5	1	10,04	48,0	0,13304679	Besi
Akurasi data										40%

Tabel 4.13. Tabel Percobaan 2 Paku massa 20 gr

Menentukan Cb dengan Alat										
Pengukuran	Mk	Ck	Tc2	Ta	Ma	Ca	Mb	Tb	Cb	Jenis Bahan
1	89,65	0,215	27,0	26	39,5	1	20,2	56,0	0,100332451	Besi
2	89,65	0,215	26,5	25,5	39,5	1	20,2	56,0	0,098631901	Tembaga
3	89,65	0,215	26,5	25,5	39,5	1	20,2	55,0	0,10209267	Besi
4	89,65	0,215	27,0	26	39,5	1	20,2	57,0	0,096988036	Tembaga
5	89,65	0,215	27,0	26	39,5	1	20,2	55,5	0,10209267	Besi
6	89,65	0,215	27,0	26,5	38,6	1	20,2	56,0	0,049398045	Cadmium
7	89,65	0,215	26,0	25,5	38,6	1	20,2	56,0	0,047751444	Cadmium
8	89,65	0,215	26,5	25	38,6	1	20,2	57,0	0,1409059	Silicon
9	89,65	0,215	27,0	26	38,6	1	20,2	55,5	0,100529356	Besi
10	89,65	0,215	27,0	25	38,6	1	20,2	58,0	0,184844299	Glass
Akurasi data										40%

Tabel 4.14. Tabel Percobaan 3 Paku massa 30 gr

Menentukan Cb dengan Alat										
Pengukuran	Mk	Ck	Tc2	Ta	Ma	Ca	Mb	Tb	Cb	Jenis Bahan
1	89,65	0,215	27,0	26,0	58,8	1	30,35	56,5	0,087202692	Kuningan
2	89,65	0,215	26,5	25,0	58,8	1	30,35	57,0	0,126515381	Besi
3	89,65	0,215	26,5	25,0	58,8	1	30,35	59,0	0,118729819	Besi
4	89,65	0,215	27,0	25,5	58,8	1	30,35	58,0	0,12447481	Besi
5	89,65	0,215	27,0	26,0	58,8	1	30,35	56,5	0,087202692	Kuningan
6	89,65	0,215	27,0	26,0	58,8	1	30,35	59,0	0,080389981	Germanium
7	89,65	0,215	26,5	25,0	58,8	1	30,35	59,0	0,118729819	Besi
8	89,65	0,215	27,0	25,0	58,8	1	30,35	58,5	0,163332026	Silicon
9	89,65	0,215	26,0	25,5	58,8	1	30,35	59,0	0,038976961	Mercury
10	89,65	0,215	27,0	25,5	58,8	1	30,35	57,0	0,12862397	Besi
Akurasi data										50%

Tabel 4.15. Tabel Percobaan 4 Paku massa 40 gr

Menentukan Cb dengan Alat										
Pengukuran	Mk	Ck	Tc2	Ta	Ma	Ca	Mb	Tb	Cb	Jenis Bahan
1	89,65	0,215	27,0	26,0	79,35	1	40,1	64,0	0,066472164	Perak
2	89,65	0,215	26,5	25,0	79,35	1	40,1	65,0	0,095823509	Tembaga
3	89,65	0,215	27,0	25,0	79,35	1	40,1	64,0	0,132944328	Besi
4	89,65	0,215	26,0	25,0	79,35	1	40,1	66,0	0,061486752	Perak
5	89,65	0,215	27,0	25,0	79,35	1	40,1	67,0	0,122973504	Besi
6	89,65	0,215	26,0	25,5	79,35	1	40,1	65,0	0,031531668	Emas
7	89,65	0,215	26,0	24,0	79,35	1	40,1	64,0	0,129445793	Besi
8	89,65	0,215	26,5	25,5	79,35	1	40,1	67,0	0,060727656	Perak
9	89,65	0,215	26,0	24,0	79,35	1	40,1	65,0	0,126126671	Besi
10	89,65	0,215	27,0	25,0	79,35	1	40,1	65,0	0,129445793	Besi
Akurasi data										50%

Tabel 4.16. Tabel Percobaan 5 Paku massa 50 gr

Menentukan Cb dengan Alat										
Pengukuran	Mk	Ck	Tc2	Ta	Ma	Ca	Mb	Tb	Cb	Jenis Bahan
1	89,65	0,215	26,0	24,0	79,35	1	50,31	64,5	0,10183589	Besi
2	89,65	0,215	26,0	24,0	79,35	1	50,31	64,0	0,103175836	Besi
3	89,65	0,215	26,5	24,5	79,35	1	50,31	64,0	0,104551514	Besi
4	89,65	0,215	25,0	24,0	79,35	1	50,31	64,0	0,050265151	Cadmium
5	89,65	0,215	26,0	24,0	79,35	1	50,31	66,0	0,098017044	Tembaga
6	89,65	0,215	26,5	24,5	79,35	1	50,31	65,5	0,100530302	Besi
7	89,65	0,215	25,0	24,0	79,35	1	50,31	64,0	0,050265151	Cadmium
8	89,65	0,215	26,0	24,0	79,35	1	50,31	64,0	0,103175836	Besi
9	89,65	0,215	26,5	24,5	79,35	1	50,31	65,5	0,100530302	Besi
10	89,65	0,215	26,0	24,0	79,35	1	50,31	64,0	0,103175836	Besi
Akurasi data										70%

Paku dikategorikan kedalam jenis besi. Rentang data variable kalor jenis untuk besi yaitu antara 0,09971-0,1375 kal/gr^{0}C. Pada percobaan dengan massa paku

10,04 gr, dan 20,2 gr, keakuratan menunjukan nilai persentase 40%. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 4.12, 4.13. Pada saat percobaan dengan massa paku 30,5 dan 40,1 gr (tabel 4.14, tabel 4.15) terdapat kenaikan akurasi yaitu menjadi 50%. Dan pada saat menggunakan paku dengan massa 50,31 (tabel 4.16) naik lagi menjadi 70%. Nilai persentase yang dihasilkan merupakan jumlah data bahan yang paling banyak keluar dari 10 kali pengukuran.

Tabel 4.17. Tabel Percobaan 1 Kaca massa 10 gr

Menentukan Cb dengan Alat										
Pengukuran	Mk	Ck	Tc2	Ta	Ma	Ca	Mb	Tb	Cb	Jenis Bahan
1	89,65	0,215	26,0	25,5	38,6	1	10,74	47,5	0,125318847	Besi
2	89,65	0,215	26,0	24,0	38,6	1	10,74	48,0	0,489882766	Uap
3	89,65	0,215	26,5	24,5	38,6	1	10,74	50,5	0,449059202	Uap
4	89,65	0,215	26,0	24,0	38,6	1	10,74	50,5	0,439894729	Berylium
5	89,65	0,215	26,0	25,0	38,6	1	10,74	49,0	0,234291758	Alumunium
6	89,65	0,215	26,5	24,0	38,6	1	10,74	48,0	0,626594236	Alcohol
7	89,65	0,215	26,0	24,5	38,6	1	10,74	48,5	0,359247362	Kayu
8	89,65	0,215	26,5	25,0	38,6	1	10,74	48,0	0,375956542	Kayu
9	89,65	0,215	27,0	24,5	38,6	1	10,74	49,0	0,612353458	Alcohol
10	89,65	0,215	26,0	24,0	38,6	1	10,74	50,0	0,449059202	Berylium
Akurasi Data										0%

Tabel 4.18. Tabel Percobaan 2 Kaca massa 20 gr

Menentukan Cb dengan Alat										
Pengukuran	Mk	Ck	Tc2	Ta	Ma	Ca	Mb	Tb	Cb	Jenis Bahan
1	89,65	0,215	27,0	24,5	38,6	1	20,64	57,0	0,233667434	Alumunium
2	89,65	0,215	26,0	25,0	38,6	1	20,64	57,5	0,089016165	Kuningan
3	89,65	0,215	27,0	24,5	38,6	1	20,64	57,0	0,233667434	Alumunium
4	89,65	0,215	26,5	25,0	38,6	1	20,64	57,0	0,137902092	Silicon
5	89,65	0,215	26,5	24,0	38,6	1	20,64	56,5	0,233667434	Alumunium
6	89,65	0,215	27,0	25,0	38,6	1	20,64	57,0	0,186933947	Glass
7	89,65	0,215	26,5	25,0	38,6	1	20,64	56,5	0,14020046	Silicon
8	89,65	0,215	26,0	24,5	38,6	1	20,64	58,5	0,129415809	Besi
9	89,65	0,215	27,0	24,0	38,6	1	20,64	58,0	0,27135573	Alumunium
10	89,65	0,215	26,5	25,0	38,6	1	20,64	57,0	0,137902092	Silicon
Akurasi Data										10%

Tabel 4.19. Tabel Percobaan 3 Kaca massa 30 gr

Menentukan Cb dengan Alat										
Pengukuran	Mk	Ck	Tc2	Ta	Ma	Ca	Mb	Tb	Cb	Jenis Bahan
1	89,65	0,215	27,0	24,0	58,8	1	30,5	65,0	0,202091674	Glass
2	89,65	0,215	27,5	24,5	58,8	1	30,5	65,0	0,20478623	Glass
3	89,65	0,215	27,0	24,0	58,8	1	30,5	65,0	0,202091674	Glass
4	89,65	0,215	26,5	25,5	58,8	1	30,5	63,5	0,069184537	Germanium
5	89,65	0,215	27,0	25,0	58,8	1	30,5	64,0	0,138369074	Silicon
6	89,65	0,215	28,0	25,0	58,8	1	30,5	64,0	0,213318989	Alumunium
7	89,65	0,215	26,0	25,0	58,8	1	30,5	65,0	0,065636612	Kayu
8	89,65	0,215	26,5	25,0	58,8	1	30,5	64,5	0,101045837	Kayu
9	89,65	0,215	27,0	24,0	58,8	1	30,5	65,0	0,202091674	Glass
10	89,65	0,215	27,0	25,5	58,8	1	30,5	64,0	0,103776805	Besi
Akurasi Data										40%

Tabel 4.20. Tabel Percobaan 4 Kaca massa 40 gr

Menentukan Cb dengan Alat										
Pengukuran	Mk	Ck	Tc2	Ta	Ma	Ca	Mb	Tb	Cb	Jenis Bahan
1	89,65	0,215	26,5	24,0	79,35	1	41,24	64,5	0,157334394	Silicon
2	89,65	0,215	27,0	24,0	79,35	1	41,24	65,0	0,188801272	Glass
3	89,65	0,215	25,5	24,0	79,35	1	41,24	64,5	0,091980107	Tembaga
4	89,65	0,215	27,0	25,5	79,35	1	41,24	64,5	0,095659311	Tembaga
5	89,65	0,215	26,0	24,0	79,35	1	41,24	65,0	0,122640143	Besi
6	89,65	0,215	25,5	24,0	79,35	1	41,24	64,0	0,093174654	Tembaga
7	89,65	0,215	25,0	24,0	79,35	1	41,24	65,0	0,05978707	Perak
8	89,65	0,215	26,5	25,0	79,35	1	41,24	64,5	0,094400636	Tembaga
9	89,65	0,215	27,0	26,5	79,35	1	41,24	66,0	0,030660036	Emas
10	89,65	0,215	27,0	24,0	79,35	1	41,24	65,5	0,186349308	Glass
Akurasi Data										20%

Tabel 4.21. Tabel Percobaan 5 Kaca massa 50 gr

Menentukan Cb dengan Alat										
Pengukuran	Mk	Ck	Tc2	Ta	Ma	Ca	Mb	Tb	Cb	Jenis Bahan
1	89,65	0,215	27,5	25,5	79,35	1	50,2	66,5	0,100750587	Besi
2	89,65	0,215	28,0	24,0	79,35	1	50,2	67,0	0,201501175	Glass
3	89,65	0,215	27,0	24,0	79,35	1	50,2	65,5	0,153088555	Silicon
4	89,65	0,215	27,0	25,5	79,35	1	50,2	65,0	0,077551439	Germanium
5	89,65	0,215	28,0	24,0	79,35	1	50,2	67,0	0,201501175	Glass
6	89,65	0,215	27,0	24,0	79,35	1	50,2	64,5	0,157170916	Silicon
7	89,65	0,215	28,0	24,0	79,35	1	50,2	68,0	0,196463645	Glass
8	89,65	0,215	27,0	24,5	79,35	1	50,2	66,5	0,124344079	Besi
9	89,65	0,215	28,0	24,0	79,35	1	50,2	68,0	0,196463645	Glass
10	89,65	0,215	28,0	24,5	79,35	1	50,2	68,0	0,17190569	Silicon
Akurasi Data										40%

Kaca dikategorikan kedalam jenis glass. Range untuk bahan glass memiliki rentang variable antara 0,18401-0,20500. Untuk percobaan bahan kaca pada tabel

4.17 akurasi data menunjukan persentase 0%, tabel 4.18 = 10%, dan tabel 4.20 = 20%, lalu untuk tabel 4.19 dan tabel 4.21 akurasi berada pada tingkatan cukup baik yaitu 40% . Dari hasil data tersebut nilai persentase yang dihasilkan merupakan jumlah data bahan yang paling banyak keluar dari 10 kali pengukuran.

4.2.3 Analisis Akurasi Data

Setelah dilakukan beberapa kali percobaan menggunakan alat, data yang dihasilkan cukup baik dalam segi keakuratan dari tiap bahan yang diuji. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor pada saat melakukan pengujian diantaranya suhu lingkungan, perubahan sensor suhu yang selalu berubah-ubah dengan perubahan sekitar 1 digit angka, terbatasnya ketelitian angka dari alat dimana hanya sebesar 0,5 tingkat ketelitian, dan lain-lain.

Dari hasil percobaan keseluruhan data, dihasilkan data persentase ketelitian sebagai berikut :

Paku :		Kaca :	
Percobaan 1	(massa 10gr) : 40%	Percobaan 1	(massa 10gr) : 0%
Percobaan 2	(massa 20gr) : 40%	Percobaan 2	(massa 20gr) : 10%
Percobaan 3	(massa 30gr) : 50%	Percobaan 3	(massa 30gr) : 40%
Percobaan 4	(massa 40gr) : 50%	Percobaan 4	(massa 40gr) : 20%
Percobaan 5	(massa 50gr) : 70%	Percobaan 5	(massa 50gr) : 40%
Total	$\frac{40+40+50+50+70}{500} = 50\%$	Total	$\frac{0+10+40+20+40}{500} = 22\%$

Persentase seluruh percobaan :

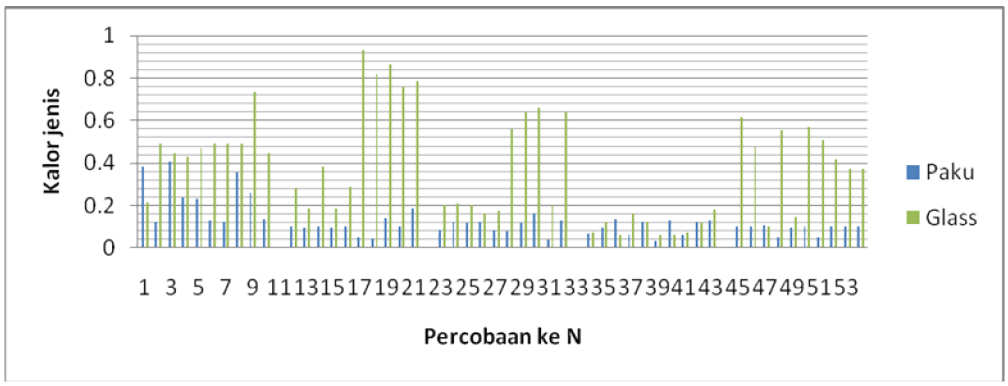
$$\frac{50+22}{200} = 36\%$$

Pada hasil persentase akurasi data yang terlihat pada data diatas dapat diasumsikan bahwa alat yang digunakan layak untuk mengukur kalor jenis kalori bahan. Persentase 50% dan 22% merupakan hasil dari 5 kali percobaan, dimana tiap percobaan dilakukan 10 kali pengukuran. Nilai persentase tersebut merupakan

data bahan (50 kali pengukuran) yang paling banyak keluar pada saat ujicoba. Misalkan saat pengujian paku, data bahan yang paling banyak keluar yaitu besi dengan tingkat persentase 50% sehingga dapat ditentukan bahwa paku benar termasuk jenis besi, begitu pula dengan kaca yang termasuk bahan glass. Dari hasil percobaan yang dilakukan tidak pernah melebihi dari angka 1 selama bahan yang diuji merupakan penghantar panas yang baik. Dan apabila dilihat dari grafik 4.6 terlihat bahwa saat dilakukan pengujian, bahan yang berjenis logam akan selalu mengarah pada nilai kalor jenis yang mengandung logam, dan saat pengujian dengan bahan non-logam, data akan selalu mengarah pada nilai kalor jenis non-logam.

Tabel 4.22 Nilai kalor jenis berdasarkan logam dan non-logam

Substance	Specific heat c Kal/gr^{0}C			Substance	Specific heat c Kal/gr^{0}C	Substance	Specific heat c Kal/gr^{0}C	Jenis
Bahan				Bahan		Bahan		
Lead	0,00000	0,03050	0,03065					Logam
Gold	0,03066	0,03080	0,03190	Emas	0,03100	Timbal	0,03100	Logam
Mercury	0,03191	0,03300	0,04400	Merkuri	0,03300			Logam
Cadmium	0,04401	0,05500	0,05550					Logam
Silver	0,05551	0,05600	0,06650	Perak	0,05600			Logam
Germanium	0,06651	0,07700	0,08450					Logam
Brass	0,08451	0,09200	0,09220	Kuningan	0,09000			Logam
Copper	0,09221	0,09240	0,09970	Seng	0,09300	Tembaga	0,09300	Logam
Iron	0,09971	0,10700	0,13750	Besi	0,11000			Logam
Silicon	0,13751	0,16800	0,18400	Kaca	0,16000			Non logam
Glass	0,18401	0,20000	0,20500					Non logam
Marble	0,20501	0,21000	0,21250					Non logam
Alumunium	0,21251	0,21500	0,31250					Logam
Wood	0,31251	0,41000	0,42300					Non logam
Beryllium	0,42301	0,43600	0,45800					Non logam
Steam	0,45801	0,48000	0,49000					Non logam
Ice	0,49001	0,50000	0,54000	Minyak Tanah	0,52000			Non logam
Alcohol	0,54001	0,58000	0,79000	Alkohol	0,55000	Gliserin	0,58000	Non logam
Water	0,79001	1,00000	1,00000	Air	1			Non logam



Gambar 4.7. Grafik data hasil pengukuran untuk percobaan paku dan glass