

Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Air Dalam Biji Kakao Berbasis Mikrokontroler Atmega-8

Hidayat Nur Isnianto dan Nico Lastrada

Program Diploma Teknik Elektro, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada

Jln. Yacarana, sekup Unit IV Yogyakarta (55281)

email : hnisnianto@ugm.ac.id

Abstrak— Kualitas kakao salah satunya ditentukan oleh kadar air dalam biji kakao. Kadar air dalam biji kakao untuk mempertimbangkan harga jual dari biji kakao. Hal ini dilakukan pada saat proses jual beli biji kakao. Cara mengukur kadar air dalam biji kakao ada beberapa macam yaitu dengan menimbang berat biji kakao lalu dibandingkan dengan jumlahnya, pengeringan semua air pada biji kakao dengan proses oven, dan lain sebagainya. Pada penelitian ini akan dibuat alat ukur kadar air dalam biji kakao dengan metode penusukan wadah atau karung yang berisi biji kakao dengan garpu untuk mengukur resistansinya. Garpu merupakan sensor resistif yang nilainya berubah bergantung dari kadar air biji kakao. Dengan rangkaian Inverting amplifier perubahan resistans diubah menjadi tegangan. Tegangan output inverting amplifier dibaca oleh ADC mikrokontroler Atmega-8, yang kemudian diolah dan ditampilkan pada LCD. Hasil pengujian menunjukkan alat ukur yang dibuat mampu mengukur besar kadar air yang terkandung dalam biji kakao pada range pengukuran kadar air dari 2% hingga 20% dengan prosentase kesalahan 0,05%.

Kata Kunci : Kakao, Garpu ukur, Mikrokontroler Atmega8, Inverting amplifier, ADC, LCD

Abstract- Quality cocoa one of them is determined by the moisture present in cocoa beans. Water content in cocoa beans to consider the selling price of cocoa beans. This is done during the process of buying and selling of cocoa beans. How to measure the moisture content in cocoa beans there are several kinds of cocoa beans with the weighing and then compared with the amount, draining all the water on the beans with the oven, and so forth. This research will be made moisture system instrument in cocoa beans by the method of insertion of the container or bag containing the cocoa beans with a fork to measure the resistance. The fork is a resistive sensor whose values change depending on the water content of cocoa beans. By inverting amplifier circuit resistance change is converted into voltage. The inverting amplifier output is read by the ADC in microcontroller Atmega-8, which is then processed and displayed on the LCD. Test results show that moisture system instrument capable of measuring the water content contained in cocoa beans in water content measurement range from 2% to 20% with a percentage error 0.05%.

Keywords: Cocoa, measuring fork, Microcontroller Atmega-8, inverting amplifier, ADC, LCD

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil biji kakao terbesar dunia, Dari delapan urutan penghasil biji kakao, Indonesia berada di urutan ke tiga atau 13% biji kakao dunia dihasilkan oleh Indonesia. Produk biji kakao Indonesia di ekspor ke wilayah pantai timur AS. Indonesia tercatat sebagai salah satu pengeksport biji kakao terbesar untuk Amerika, namun pada akhir-akhir ini jumlah ekspor tersebut cenderung menurun [1].

Menurut Mr. Harvey Weiner, sebagian besar biji coklat yang diterima dari Indonesia, dalam keadaan “mouldy” (berjamur atau bulukan). Hal tersebut dapat disebabkan oleh proses pengeringan yang tidak benar. Disamping itu, biji kakao Indonesia tersebut, rentan dengan serangan “Cocoa Pod Borer” yaitu sejenis hama yang akan memakan biji kakao atau “Nib” [2].

Dari kendala ini sangat perlu ditinjau mulai dari petani, terutama pembeli biji kakao di Indonesia, karena penyaringan awal dari biji kakao yang akan di ekspor terdapat pada saat dilakukan proses pembelian dari petani. Pada umumnya pedagang biji kakao mempunyai spesifikasi kualitas biji kakao yaitu 8% kadar air, 2,5% kotoran (termasuk biji pipih, pecah, plasenta, benda asing), 4% jamur. Jika kualitas tidak memenuhi syarat di atas maka dilakukan pemotongan harga. Kadar air dasar berkisar antara 8 sampai 11% yang merupakan patokan awal dari nilai kadar air. Kelayakan jual dari biji kakao mengandung kadar air antara 8% sampai 20% [1-2].

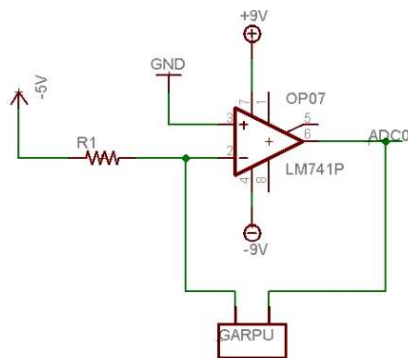
Faktor yang berpengaruh dari kualitas biji kakao adalah kadar airnya, untuk mengetahui kadar air dalam biji kakao memerlukan sebuah alat ukur kadar air [1-2].



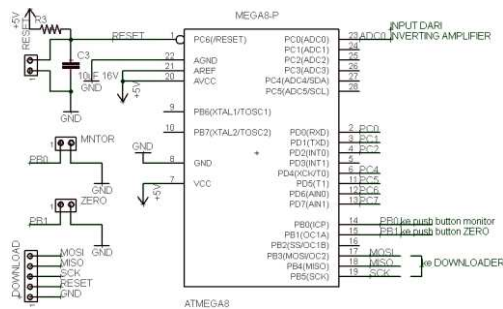
Gambar 1. Blok diagram perancangan alat



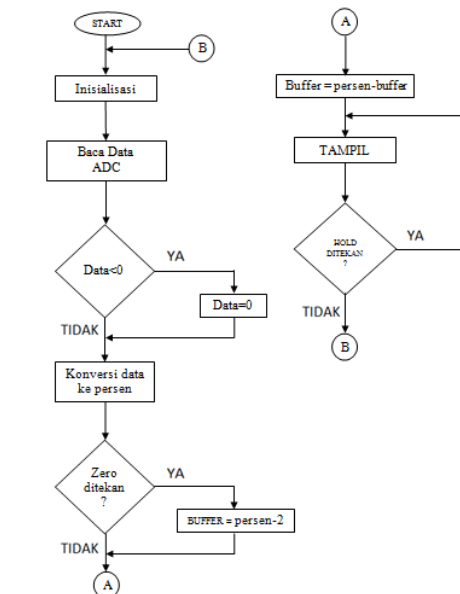
Gambar 2. Garpu resistif



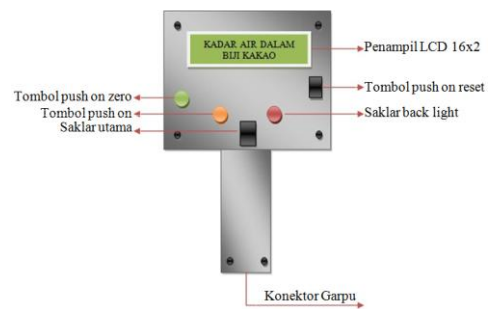
Gambar 3. Inverting amplifier



Gambar 4. Sistem minimum Atmega8



Gambar 5. Diagram alir sistem keseluruhan



Gambar 6. Kotak alat ukur yang direncanakan

Penelitian ini bertujuan merealisasikan alat ukur kadar air biji kakao secara digital menjadi salah satu alternatif untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih cepat dan akurat dengan proses penusukan garpu pada wadah atau karung yang berisi biji kakao. Kelebihan piranti ini antara lain harga relatif murah, bentuk board kecil, penampil dengan angka dapat mendeteksi kadar air dalam biji kakao dengan akurat.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan merancang rangkaian alat ukur kadar air dalam biji kakao terdiri dari 4 bagian besar yaitu bagian masukan atau *input* berupa garpu yang merupakan hambatan referensi dari *inverting amplifier*, pengkonversi hambatan menjadi tegangan merupakan rangkain *inverting amplifier*, untuk mengkonversi analog ke digital menggunakan adc dari mikrokontroler Atmega8 yang selanjutnya dengan program hasil konversi dapat

ditampilkan di LCD berupa kadar air dalam biji kakao dengan satuan persen. Blok diagram sistem dari alat ukur kadar air dalam biji kakao dapat dilihat pada Gambar 1.

A. Garpu Resistif

Garpu resistif merupakan bagian dari alat ukur yang berfungsi untuk menusuk wadah dari biji kakao yang terdiri dua buah besi sepanjang 25 cm, jarak antara besi 3,5 cm, dua besi tersebut terhubung dengan kabel sepanjang 74 cm, untuk menghubungkannya dengan *box monitoring* terdapat konektor. Bentuk garpu resistif seperti pada Gambar 2.

B. Inverting Amplifier

Rangkaian *inverting amplifier* sebagai pengkonversi hambatan menjadi tegangan. Pada rangkaian ini menggunakan tegangan masukan negatif untuk menghasilkan keluaran atau *output* positif. Dengan *output* positif perubahan tegangan dapat dibaca oleh ADC mikrokontroler Atmega8. Untuk mendapatkan besar

TABEL I
HAMBATAN KADAR AIR

No	Kadar Air Kakao pada Aqua Boy (%)	Hambatan Garpu (ohm)
1	2	1641720
2	3	1553895
3	4	1466070
4	5	1378245
5	6	1290420
6	7	1202595
7	8	1114770
8	9	1026945
9	10	939120
10	11	851295
11	12	763470
12	13	675645
13	14	587820
14	15	499995
15	16	412170
16	17	324345
17	18	236520
18	19	148695
19	20	60870

TABEL II
HASIL KONVERSI MASUKAN OLEH ADC

No	Kadar air kakao (%)	Besar hambatan kakao (ohm)	Vo inverting amplifier (volt)	Hasil konversi oleh ADC
1	2	1641720	4.838245	1023
2	3	1553895	4.579420	966
3	4	1466070	4.320595	910
4	5	1378245	4.061769	853
5	6	1290420	3.802944	796
6	7	1202595	3.544118	740
7	8	1114770	3.285293	683
8	9	1026945	3.026467	626
9	10	939120	2.767642	570
10	11	851295	2.508816	513
11	12	763470	2.249991	456
12	13	675645	1.991166	400
13	14	587820	1.732340	343
14	15	499995	1.473515	286
15	16	412170	1.214689	230
16	17	324345	0.955864	173
17	18	236520	0.697038	116
18	19	148695	0.438213	60
19	20	60870	0.179387	3

resistor input atau Rin, dilakukan pengukuran terhadap hambatan setiap persen kadar air dalam biji kakao [3-4].

Setelah dilakukan pengukuran hambatan setiap kadar air biji kakao kemudian dilakukan pemilihan resistor input atau Rin supaya tegangan keluaran dari inverting amplifier tidak melebihi tegangan catu untuk op-amp sebesar 5 volt [3-4].

C. Mikrokontroler Atmega8

Kendali utama dari perancangan sistem ini adalah Atmega8 yang sudah diprogram agar dapat membaca nilai output dari op-amp yang kemudian dikonversi oleh ADC mikrokontroler sehingga hasil pengukuran dapat ditampilkan pada LCD. PORT mikrokontroler yang digunakan adalah ADC difungsikan untuk mengkonversi keluaran analog dari op amp inverting menjadi digital. Ini

TABEL III
HASIL KONVERSI MASUKAN OLEH ADC

No	Kadar air kakao (%)	Hasil konversi oleh ADC	Tampilan di LCD
1	2	1023	2.00
2	3	966	3.01
3	4	910	4.01
4	5	853	5.00
5	6	796	6.01
6	7	740	7.01
7	8	683	8.00
8	9	626	9.01
9	10	570	10.01
10	11	513	11.00
11	12	456	12.01
12	13	400	13.01
13	14	343	14.00
14	15	286	15.01
15	16	230	16.01
16	17	173	17.00
17	18	116	18.01
18	19	60	19.01
19	20	3	20.00

TABEL IV
PERBANDINGAN PENGUKURAN

No	Persen kadar air biji kakao		Faktor kesalahan (%)
	Aqua Boy (%)	Alat ukur (%)	
1	7	8.00	0.17
2	8	9.01	0.00
3	9	10.01	0.07
4	10	11.00	0.12
5	11	12.01	0.00
6	12	13.01	0.05
7	13	14.00	0.09
8	14	15.01	0.00
9	15	16.01	0.04
10	16	17.00	0.07
11	17	18.01	0.00
12	18	19.01	0.03
13	19	20.00	0.06
14	20	8.00	0.00
Error rata-rata			0,05

dilakukan dengan menghubungkan output dari rangkaian inverting amplifier ke Port C0 atau ADC0 pada mikrokontroler atmega8. Gambar 4 merupakan rangkaian sistem minimum dari mikrokontroler Atmega8 [5].

ADC yang digunakan adalah model konversi ADC 10 bit, maka nilai maksimum dari pembacaan ADC itu adalah $2^{10} = 1024$, untuk dapat mengetahui hasil konversinya maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) berikut [5].

$$ADCn = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1024 \quad (1)$$

dengan:

ADCn : hasil konversi sinyal kedalam bentuk sinyal digital

Vin : sinyal yang dikirimkan oleh sensor ke mikrokontroler

V ref : tegangan referensi dari sistem ADC



Gambar 7. Pengujian LCD 16x2

Diagram alir proses pembacaan dan konversi pada ADC terlihat pada Gambar 5.

D. Box Monitoring

Kotak alat ukur yang direncanakan seperti terlihat pada Gambar 6.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses kalibrasi dan pengujian dilakukan di perusahaan perkebunan biji kakao, yaitu PT.PAGILARAN Unit Produksi Samigaluh di Jln. Plono-Banyuasin, Pagerharjo, Samigaluh, Kulon Progo, Yogyakarta. Perusahaan ini mempunyai alat ukur kadar dalam biji kakao dengan merk "Aqua Boy", yang digunakan sebagai referensi pengukuran dengan cara membandingkan hasil pengukuran kadar air biji kakao yang sama.

A. Pengujian Hambatan Garpu

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah garpu dapat berfungsi dengan baik. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan tidak terjadi perubahan besar hambatan waktu pengukuran kadar air dalam biji kakao. Adapun data hasil pengujian garpu dengan besar hambatan setiap kadar air pada kakao sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 1.

B. Non Inverting Amplifier

Setelah dilakukan pengukuran hambatan setiap kadar air biji kakao kemudian dilakukan pemilihan resistor *input* atau *R_{in}* sebesar 1700000 ohm supaya tegangan keluaran dari *inverting amplifier* tidak melebihi 5 volt. Dengan $V_{in} = -5.00$ V, $R_{in} = 1700000$ ohm, dan R_F adalah hambatan garpu resistif, maka keluaran dari penguat adalah seperti pada Tabel 2.

C. ADC Mikrokontroler ATMEGA-8

Tegangan keluaran dari penguat sebagai masukan pada ADC mikrokontroler Atmega-8, hasil konversi dengan program pada mikrokontroler tersebut disajikan pada Tabel 2.

Dari hasil pembacaan ADC kemudian data tersebut diolah oleh mikrokontroler untuk dikonversi menjadi persen dan ditampilkan pada LCD. Hasil konversi ke nilai persen ditunjukkan dalam Tabel 3.

D. Pengujian LCD 16x2

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah LCD 16x2 berfungsi dengan baik. Dalam percobaan adalah mencoba menuliskan :



Gambar 8. Proses kalibrasi dan pengujian sistem keseluruhan

Running...

Air:2.00 persen

Supply = 4.97V

Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 7.

E. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian dan kalibrasi sistem keseluruhan dilakukan pada suatu perusahaan perkebunan biji kakao, yaitu PT.PAGILARAN unit produksi Samigaluh, Kulon Progo seperti terlihat pada Gambar 8. Perusahaan ini mempunyai alat ukur kadar dalam biji kakao yang bernama "Aqua Boy", alat ukur ini menjadi referensi pengukuran dengan cara membandingkan hasil pengukuran dengan biji kakao yang sama.

Proses pengujian menggunakan 14 buah sampel yang berbeda beda kadar airnya, dimulai dengan kadar air 7 persen hingga kadar air 20 persen,

Tabel 4 merupakan perbandingan hasil pengukuran antara alat ukur merk Aqua Boy milik PT. PAGILARAN dengan alat ukur yang dibuat.

Dari data perbandingan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa persen kesalahan dari alat ukur kadar air dalam biji kakao berbasis mikrokontroler Atmega8 adalah 0,05% persen dibandingkan dengan alat ukur kadar air dalam biji kakao "Aqua Boy" dari PT.Pagilaran. Sedangkan akurasi pengukuran dari "Aqua Boy" adalah $\pm 0,1\%$ dan *reproduktibilitas* $\pm 0,2\%$.

IV. KESIMPULAN

Telah berhasil dibuat alat ukur kadar air dalam biji kakao berbasis mikrokontroler Atmega8 portabel, murah, dan ringan dengan menggunakan sistem pengukuran hambatan pada kakao untuk mendapatkan besar kadar air yang mempunyai *range* pengukuran kadar air dari 2% hingga 20% dengan prosentase kesalahan 0.05%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] www.embosyofindonesia.org diakses pada 5 januari 2010.
- [2] Anonimus, kakao (*theobroma cacao* L), Direktorat Jendral Bina Pengelola dan Pemasaran Hasil Pertanian, Departemen Pertanian RI, 2004
- [3] Malvino, Albert Paul, 1985, "Prinsip-prinsip Elektronika" Edisi Ketiga Jilid 1 Erlangga, Jakarta.
- [4] Malvino, Albert Paul, 1991, "Prinsip-prinsip Elektronika" Edisi Ketiga jilid 2 Erlangga, Jakarta.
- [5] Bejo, Agus., 2007, "Rahasia Kemudahan C dan AVR, Graha Ilmu", Yogyakarta.