

Rancang Bangun Alat Ukur dan Indikator Kadar Air Gabah Siap Giling Berbasis Mikrokontroler dengan Sensor Fotodiode

Novia Ulfa Oktavianty*, Wildian

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang

Kampus Unand Limau Manis, Pauh Padang 25163

*noviaulfa72@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan rancang bangun alat ukur dan indikator kadar air gabah siap giling berbasis mikrokontroler dengan sensor fotodiode. Alat ini menggunakan sensor fotodiode dan LED yang dipasangkan pada timbangan yang memiliki pegas. Perubahan nilai tegangan keluaran akibat perubahan berat dikuatkan dengan penguat non-inverting dan dirubah menjadi nilai kadar air padi dan ditampilkan pada layar LCD. Kadar air acuan gabah siap giling adalah 14%. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa alat yang dibuat dapat mengukur kadar air gabah siap giling untuk dua sampel pada proses penjemuran dari keadaan basah 19,56% dan 21,7% sampai 14% dengan rata-rata kesalahan sebesar 3,04% dan 4,35%. Alat yang dibuat merupakan acuan untuk semua gabah yang dijemur langsung di bawah sinar matahari dan dilengkapi dengan alarm sebagai indikator ketika kadar air gabah bernilai 14%. Kata kunci: kadar air, mikrokontroler, sensor fotodiode.

ABSTRACT

An instrument for measuring grain moisture level based on microcontroller with photodiode sensor has been designed and implemented. The instrument used a photodiode sensor and LED mounted on analog scales. The output voltage value changes due to changes in weight are amplified using non-inverting amplifier into grain moisture level and displayed on the LCD screen. Ready milled grain moisture level is 14%. Based on test result obtained that tool created to measure the moisture of grain ready milled in the process for second samples of drying of 19,56% and 21,7% moisture to 14% with an average error of 3,04% and 4,35%. Made a reference tool for all grain is dried directly under the sun and is equipped with alarm as an indicator of when the moisture of grain is 14%.

Keywords: water content, microcontroller, photodiode sensor.

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya petani sudah mengenal cara bercocok-tanam padi dengan baik, mulai dari penanaman, pemupukan/perawatan, hingga pemanenan. Masalah utama yang sering dihadapi dan belum dipahami dengan baik oleh banyak petani adalah teknologi pasca panen, seperti antara lain perontokan, pengeringan, penggilingan, dan penyimpanan. Gabah panen umumnya mempunyai kandungan air sekitar 21-26%. Kadar air yang tinggi dalam gabah akan menurunkan kualitas gabah yang akan disimpan atau digiling menjadi beras. Untuk meningkatkan kualitasnya maka gabah harus segera dikeringkan hingga mencapai kadar air 13% hingga 14% setelah proses pemanenan (Karbasi dan Mehdizadeh, 2008). Nilai kadar air maksimum pada gabah menurut standar SNI (Standar Nasional Indonesia) dan yang disyaratkan BULOG (Badan Urusan Logistik) dalam pembeliannya adalah 14% (Keputusan Bersama Kepala Badan Bimas Ketahanan Pangan No. 04/SKB/BBKP/II/2002).

Secara umum, ada dua macam cara pengeringan gabah yaitu pengeringan alami dan pengeringan buatan. Menurut Taib dkk (1988) dalam Daulay (2005), pengeringan alami (tradisional) adalah pengeringan dengan cara menjemur gabah di bawah sinar matahari, sedangkan pengeringan buatan (mekanis) adalah pengeringan dengan menggunakan mesin pengering (Herawati, 2011). Pengeringan secara alami merupakan cara yang paling banyak digunakan oleh para petani karena lebih murah dan sederhana (Handayani dkk., 2013). Untuk mengetahui apakah gabah sudah kering, petani biasanya melakukan pengujian dengan cara menggigit sebutir gabah. Apabila terdengar bunyi "kletik", maka itu menandakan gabah sudah kering dan siap disimpan (Handayani dkk., 2013). Cara tradisional ini kurang akurat dan sulit dipertanggungjawabkan secara ilmiah karena tidak berdasarkan pengetahuan tentang kadar air yang terkandung dalam gabah.

Dalam penelitian Muryono dkk. (2010) disebutkan bahwa pada umumnya gabah yang diukur dalam keadaan kering mempunyai kisaran kelembaban antara 77% hingga 79% dan

temperatur antara 31°C hingga 32°C. Untuk gabah yang diukur dalam keadaan basah, kisaran rentang kelembabannya adalah antara 81% hingga 82% dan temperaturnya antara 30°C hingga 31°C. Dalam penelitian Van, dkk (2014) hanya menggunakan 5kg gabah basah yang dimasukkan kedalam ruang pengering. Untuk menurunkan kelembaban ruang menjadi 13% RH dan kelembaban gabah mencapai 19,2% RH membutuhkan waktu selama 175 menit.

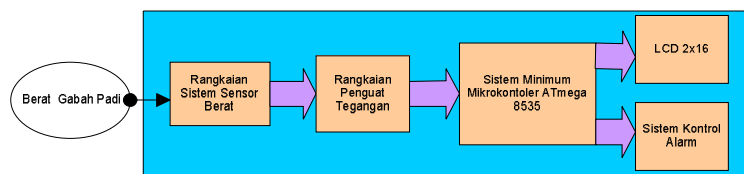
Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka dibuat sebuah penelitian untuk merancang-bangun alat ukur dan indikator kadar air gabah siap giling berbasis mikrokontroler dengan sensor fotodiode. Fotodiode adalah dioda semikonduktor yang mampu mengonversi atau mengubah cahaya menjadi arus listrik. fotodiode beroperasi dengan panjar mundur, maka elektron yang mengalami efek foto listrik sehingga terjadilah arus listrik di dalam fotodiode tersebut. Arus listrik yang mengalir akan mempengaruhi resistansi dan tegangan yang dihasilkan. Alat ini bertujuan untuk mengetahui kadar air gabah yang dideteksi berdasarkan berat gabah tersebut dengan menggunakan sistem sensor yang terdiri dari pegas dan sensor fotodiode. Alat ini direncanakan untuk dapat menampilkan kadar air gabah (baik yang sedang maupun yang telah selesai dijemur) dan memberikan informasi berupa alarm ketika kadar air gabah telah mencapai/ memenuhi standar SNI. Kadar air gabah diperoleh dengan cara mengurangi berat gabah dalam keadaan basah dengan berat gabah kering dan dibagi dengan berat gabah kering, dikalikan dengan 100%.

II. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen rancang-bangun alat, meliputi rancang-bangun perangkat-keras dan perangkat-lunak sistem. Rancang-bangun perangkat-keras terdiri dari perancangan diagram blok sistem, perancangan skematik rangkaian (termasuk pemilihan komponen yang akan digunakan), perakitan komponen pada papan rangkaian tercetak (*printed circuit board*, PCB), dan pengujian masing-masing blok rangkaian. Perancangan perangkat-lunak meliputi perancangan diagram alir program, Penulisan program dalam bahasa pemrograman BASCOM-AVR, dan penanaman program di mikrokontroler.

2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

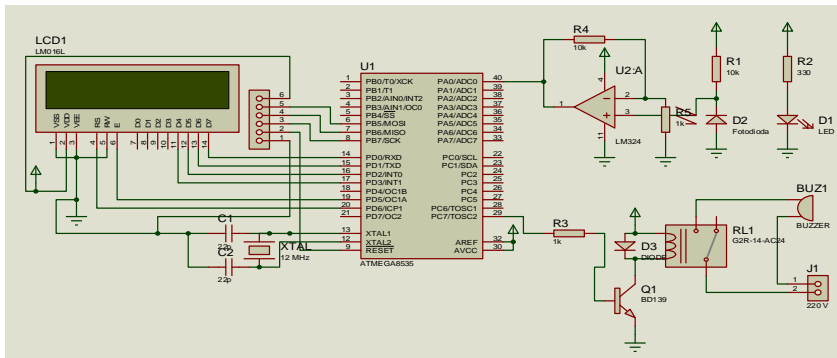
Diagram blok sistem terdiri dari blok rangkaian sensor berat (terdiri dari sensor fotodiode yang dipasang pada timbangan dan menggunakan cahaya dari LED), blok rangkaian penguat tegangan, blok rangkaian sistem minimum mikrokontroler Atmega8535, blok rangkaian LCD sebagai penampil hasil ukur, dan alarm sebagai pengontrol peringatan. Dari diagram blok tersebut kemudian ditentukan skematik rangkaian yang sesuai. Perancangan diagram blok sistem ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok sistem pengukuran kadar air gabah

2.2 Skematik Rangkaian Lengkap Alat Ukur

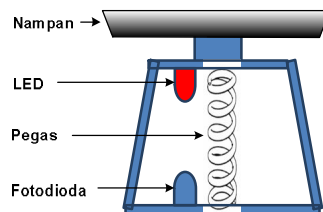
Rangkaian lengkap alat ukur kadar air gabah padi ini merupakan gabungan rangkaian catudaya, rangkaian sistem sensor, rangkaian penguat non-inverting, rangkaian sistem minimum mikrokontroler Atmega8535, rangkaian alarm pengontrol dan rangkaian modul LCD 2x16 karakter (Gambar 2). Untuk mengetahui kemungkinan rangkaian gabungan ini dapat berjalan seperti yang diinginkan, maka dilakukan simulasi terlebih dahulu dengan menggunakan perangkat-lunak Proteus 8 Professional. Rangkaian alat ukur ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Skematik rangkaian lengkap alat ukur kadar air gabah yang disimulasikan pada Proteus 8 Professional.

Rangkaian alat ukur kadar air ini dirancang untuk menghubungkan rangkaian sensor fotodiode dan LED dengan rangkaian pembagi tegangan sehingga menghasilkan nilai ADC yang akan terbaca pada sistem minimum mikrokontroler. Nilai ADC akan diproses sesuai dengan program pada mikrokontroler dan akan menampilkan nilai kadar air pada layar LCD. Jika kadar air mencapai nilai 14% maka alarm yang terhubung pada rangkaian mikro akan aktif dan berbunyi.

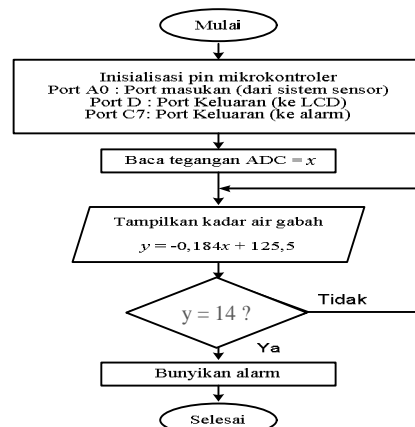
Bentuk fisik sistem sensor alat ukur kadar air gabah untuk menentukan kadar air gabah dirancang seperti pada Gambar 3. Sebelum diberi beban, LED dan fotodiode berada pada jarak yang relatif jauh. Setelah nampan diberi beban berupa gabah, maka pegas mengalami pemendekan dan LED akan bergerak ke bawah mendekati fotodiode. Semakin dekat jarak LED dan fotodiode maka intensitas cahaya yang dihasilkan semakin besar dan resistansi fotodiode akan semakin kecil. Oleh karena itu nilai resistansi yang kecil akan menghasilkan sinyal tegangan yang kecil dan dikuatkan oleh penguat non-inverting agar dapat terbaca pada sistem minimum mikrokontroler.



Gambar 3 Rancang-bangun sistem sensor alat ukur kadar air gabah.

2.3 Perancangan Program pada PC

Program penghitungan kadar air dibuat berdasarkan diagram alir yang dirancang seperti pada Gambar 4. Program yang akan ditulis menggunakan bahasa pemrograman BASCOM-AVR ini dimulai dengan inialisasi sensor kadar air, dan LCD.



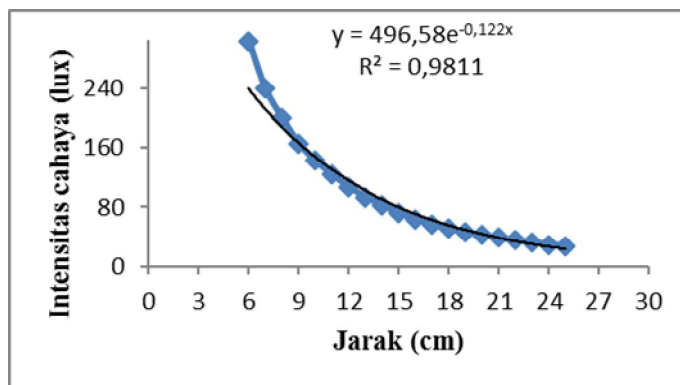
Gambar 4 Diagram alir program

Perancangan program pada PC dimulai dengan membaca nilai tegangan ADC yang diterima oleh sistem minimum mikrokontroler dan dilakukan proses perhitungan sesuai dengan rumus program yang telah ditanamkan pada mikrokontroler. Program pada mikrokontroler akan menghasilkan nilai kadar air gabah. Jika kadar air telah mencapai 14% maka alarm akan berbunyi dan proses perhitungan selesai. Sedangkan jika nilai kadar air belum mencapai 14% maka akan dilakukan proses perhitungan kembali sampai mendapatkan nilai kadar air 14%.

III. HASIL DAN DISKUSI

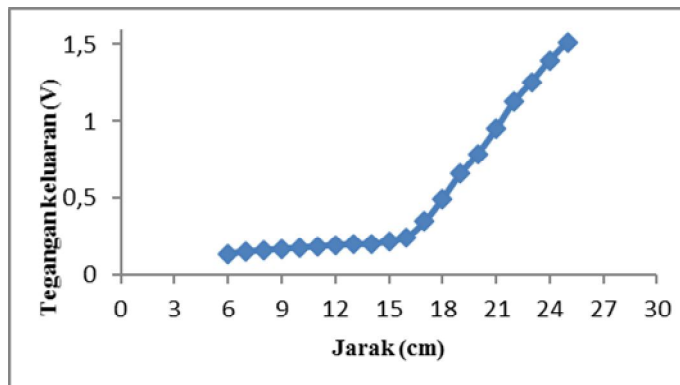
3.1 Karakterisasi Sensor Fotodiode

Grafik karakterisasi intensitas cahaya pada lux meter terhadap jarak ditampilkan pada Gambar 5. Dapat dilihat bahwa intensitas cahaya mengalami penurunan terhadap jarak yang berbentuk eksponensial. Hal ini disebabkan oleh intensitas cahaya yang diterima lux meter berbanding lurus dengan kuadrat jarak. Semakin jauh jarak LED dengan lux meter maka intensitas cahaya yang dihasilkan semakin kecil.



Gambar 5 Grafik hubungan antara jarak LED dan intensitas cahaya.

Grafik tegangan keluaran sensor fotodiode terhadap jarak dapat dilihat pada Gambar 6. Jika semakin besar jarak maka tegangan keluaran yang dihasilkan sensor fotodiode akan semakin besar. Hal ini disebabkan oleh fotodiode yang diletakkan pada posisi R₂ (Gambar 2) dalam rangkaian pembagi tegangan.



Gambar 6 Grafik hubungan tegangan keluaran fotodiode pada rangkaian pembagi tegangan

Data karakterisasi berat gabah terhadap tegangan keluaran yang dihasilkan sensor fotodiode dapat dilihat pada Tabel 1. Kadar air dari gabah dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.

$$y = \frac{B_b - B_k}{B_k} \times 100\% \tag{1}$$

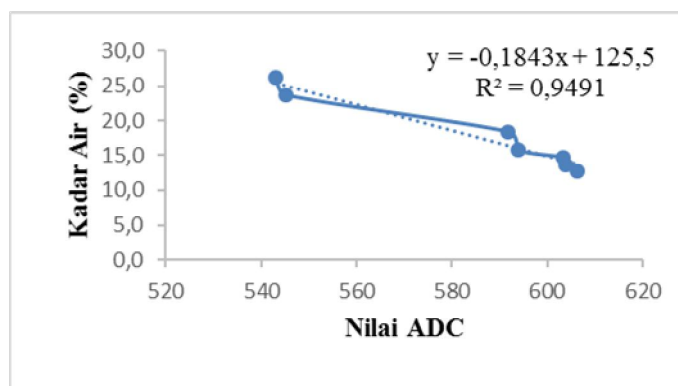
dimana y adalah kadar air (%), B_b adalah berat basah gabah (g), dan B_k adalah berat kering gabah (g).

Semakin berat gabah yang diletakkan di atas timbangan maka LED akan semakin dekat dengan sensor fotodiode, sehingga intensitas cahaya yang dihasilkan semakin besar dan tegangan keluarannya semakin kecil.

Tabel 1 Karakterisasi berat terhadap tegangan keluaran fotodiode

Berat (g)	Tegangan Keluaran (V)	Kadar air (%)	Nilai ADC
2400	2,656	26,3	543
2350	2,666	23,7	545
2250	2,894	18,4	592
2200	2,904	15,8	594
2180	2,950	14,7	603
2160	2,953	13,7	604
2140	2,965	12,6	606

Grafik hubungan antara nilai ADC dengan kadar air gabah yang dapat dilihat pada Gambar 7. Dari grafik diperoleh fungsi transfer dan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,949 yang bersifat linier dan cukup sensitif untuk digunakan pada alat tersebut. Nilai negatif yang dihasilkan pada fungsi transfer menyatakan hubungan berbanding terbalik antara intensitas cahaya yang diterima dengan tegangan keluaran yang dihasilkan. Semakin besar intensitas cahaya maka tegangan keluaran akan semakin kecil.



Gambar 7 Grafik hubungan nilai ADC dan kadar air gabah

3.2 Pengujian Alat Ukur Kadar Air Gabah Secara Keseluruhan

Pengujian alat ukur ini dilakukan dengan cara meletakkan gabah diatas timbangan yang sudah dirancang dengan sensor fotodiode dan LED yang dihubungkan ke mikrokontroler dan catudaya. Pada saat ditimbang akan mendeteksi berat beban gabah dalam keadaan basah dan menampilkan kadar air pada LCD berdasarkan program yang telah ditanam pada mikrokontroler. Selama dijemur, gabah akan mengalami penurunan jumlah kadar airnya. Penurunan kadar air terjadi akibat penguapan yang pada proses penjemuran dan pengeringan dengan bantuan sinar matahari. Penjemuran gabah di atas alat mempunyai ketebalan yang sama dengan yang dijemur di atas semen yaitu 4 cm dan dilakukan pembalikan setiap dua jam sekali. Jika kadar air sudah mencapai nilai 14% maka alarm pengontrol akan berbunyi yang menandakan bahwa gabah telah kering dan siap untuk dikemasi dan digiling. Mekanik alat secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 8, sedangkan rangkaian secara keseluruhan dapat dilihat Gambar 9.



Gambar 8 Mekanik alat ukur kadar air



Gambar 9 Rangkaian alat secara keseluruhan

Kadar air gabah diukur secara manual dibandingkan dengan yang tertampil pada alat. Perhitungan kadar air gabah secara manual dilakukan dengan menggunakan Persamaan 1. Berat basah gabah yang digunakan adalah berat awal padi yang dipetik dari tangkai padi dan ditimbang menggunakan timbangan analog. Berat awal padi yang terbaca pada timbangan adalah 2400 gram. Kemudian dilakukan proses penjemuran di bawah sinar matahari dari jam 07:00 WIB hingga jam 16:00 WIB. Setiap satu jam gabah akan mengalami perubahan berat. Hal ini dikarenakan proses penjemuran yang menyebabkan gabah mulai kering. Perubahan berat gabah setiap jam dijadikan sebagai berat kering dari gabah untuk proses perhitungan kadar air gabah secara manual. Sedangkan pada LCD telah ditampilkan nilai kadar air gabah yang mengalami penurunan untuk setiap jam. Penjemuran gabah terus berlangsung hingga mencapai nilai kadar air sebesar 14%. Perbedaan kadar air gabah ini ditampilkan pada Tabel 2. Dari Tabel 2 terlihat bahwa alat ukur yang dibuat memiliki error yang cukup kecil yaitu dengan rata-rata perbedaan hasil pengukuran alat yang dibuat dengan pengukuran secara manual yaitu sebesar 3,04% dan 4,35% untuk dua jenis gabah yang berbeda. Jadi alat ini dapat digunakan sebagai alat ukur kadar air pada gabah yang dijemur di bawah sinar matahari.

Tabel 2 Pengukuran kadar air pada gabah

No.	Waktu	Sampel I			Sampel II		
		Kadar Air Secara Manual (%)	Kadar Air Pada Alat (%)	Error (%)	Kadar Air Secara Manual (%)	Kadar Air Pada Alat (%)	Error (%)
1	7:00	21,05	19,56	7,09	23,68	21,7	9,14
2	8:00	19,47	18,64	4,28	22,11	20,9	5,77
3	9:00	18,42	17,9	2,82	21,05	20,12	4,64
4	10:00	17,36	16,78	3,38	18,95	18,3	3,54
5	11:00	16,31	16,05	1,62	17,37	16,56	4,88
6	12:00	16,05	15,69	2,25	16,84	16	5,26
7	13:00	15,78	15,32	2,97	15,79	15,3	3,20
8	14:00	15,26	14,76	3,29	15,26	14,9	2,44
9	15:00	14,73	14,53	1,40	15	14,65	2,39
10	16:00	14,21	14,03	1,27	14,74	14,4	2,34
Persentase kesalahan rata-rata				3,04	4,35		

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisis data yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa Alat ukur kadar air pada gabah dengan sistem sensor yang terdiri dari LED, fotodiode, dan pegas dapat digunakan untuk mengukur kadar air gabah dalam keadaan basah hingga kering selama proses penjemuran berlangsung. Alat ini dapat mengukur kadar air gabah maksimum (sekitar 26%) dan mengaktifkan alarm pengontrol ketika kadar air gabah mencapai kondisi siap giling/simpan (14%). Kesalahan rata-rata pada pembacaan alat ukur adalah sebesar 3,04% dan 4,35%.

DAFTAR PUSTAKA

- Daulay, S. B., e-USU Repository, hal. 102-104 (2005).
- Handayani, A., Sriyanto, Sulistyawati, I., Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah **11**, hal. 154-170 (2013).
- Herawati, N., Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), hal. 51-60 (2011).
- Karbassi, A. dan Mehdizadeh.Z., J. Agric, SCI **10**, hal. 233-241 (2008).
- Muryono, dkk., Momentum **8**, hal. 6-10 (2010).
- Van, E.H., dkk., Journal Of Control and Network System **3**, hal. 120-125 (2014).