

Original paper

ANALISATOR DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER ATMega 328P

Gema Nuran U., Sumariyah*, dan K. Sofjan Firdausi

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

Email : Sumariyah.jaelani@mail.com

Received: 18 Oktober 2021; revised: 2 Januari 2022; accepted: 8 Januari 2022

ABSTRACT

In this research, a digital analyzer instrument based on the ATMega328P microcontroller has been made. The instrument uses a stepper motor as an actuator and is connected to three gears that are tangent to each other with a certain radius ratio. The control center and data processing an ATMega 328P microcontroller is used with OLED as an angle display device. Testing the angle of the arc scale reading and the instrument's OLED display on the stepper motor step obtained results ($y = 0,1215x - 0,0227$) with an R^2 value of 0,9998 and for measurements referring to the OLED display generate function ($y = 0,123x$) with an R^2 value of 1. Testing the Digital Analyzer instrument with a laser wavelength of 532 nm using Malus's Law resulted in the smallest scale of $0,1^\circ$ for the measurement range from 0° - 90° with intervals of 10° .

Keywords: Digital analyzer, ATMega 328P microcomputer, stepper motor, Malus's Law.

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dibuat instrumen analisator digital berbasis mikrokontroler ATMega328P. Instrumen tersebut menggunakan stepper motor sebagai aktuator dan dihubungkan pada tiga gear yang saling bersinggungan dengan rasio jari-jari tertentu, untuk pusat pengendalian dan pemroses data digunakan mikrokontroler ATMega 328P dengan OLED sebagai piranti penampil sudut. Pengujian sudut hasil bacaan skala busur dan tampilan OLED Instrumen terhadap Langkah stepper motor diperoleh hasil ($y = 0,1215x - 0,0227$) dengan nilai R^2 sebesar 0,9998 dan untuk pengukuran yang mengacu pada tampilan OLED menghasilkan fungsi ($y = 0,123x$) dengan nilai R^2 adalah 1. Pengujian instrumen Analisator Digital dengan panjang gelombang laser sebesar 532 nm menggunakan Hukum Malus menghasilkan skala terkecil $0,1^\circ$ untuk rentang pengukuran 0° - 90° dengan interval 10° .

Kata kunci: Analisator digital, mikrokomputer ATMega 328P, stepper motor, Hukum Malus.

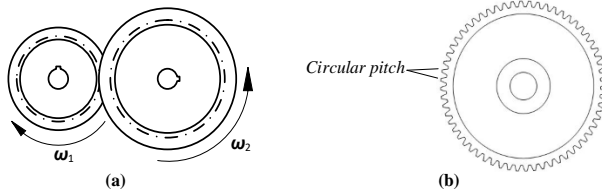
PENDAHULUAN

Metode untuk menentukan mutu minyak goreng yang mencakup berbagai parameter menjadi satu parameter telah diteliti melalui sifat optis minyak goreng [1]. Meskipun tidak secara eksplisit semua parameter terkait langsung, setidaknya sifat optis pada minyak goreng dapat mengakomodasi

berbagai parameter yang dianggap menyebabkan terjadinya penurunan mutu minyak goreng. Pada penelitian sebelumnya, metode tersebut telah berhasil membedakan minyak goreng yang masih layak konsumsi dengan minyak goreng yang mutunya sudah terdegradasi. Selain itu, metode tersebut telah digunakan sebagai *preliminary test*

untuk menentukan tingkat kehalalan suatu bahan makanan yang berasal dari lemak hewani [2].

Keuntungan menggunakan metode tersebut adalah instrumen yang digunakan lebih praktis, efektif, dan hasil cenderung akurat [2]. Namun, perlu diketahui pada hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sudut polarisasi atau sifat optis minyak goreng terlalu kecil sehingga diperlukan instrumen yang lebih teliti untuk menghindari kesalahan paralaks dalam melakukan pengukurannya. Instrumen yang akan dirancang dan diimplementasikan agar mampu menghasilkan nilai sudut yang kecil dan teliti menggunakan prinsip roda-roda gigi (*gear*) yang bersinggungan.



Gambar 2. (a) Dua *gear* dengan diameter yang berbeda saling bersinggungan dan (b) *circular pitch* pada roda gigi [3].

Saat dua *gear* dengan diameter tertentu yang bersinggungan diputar, maka *gear* satu dengan *gear* lainnya akan menghasilkan nilai kelajuan linier (v) yang sama, kelajuan sudut (ω) berbeda, dan arah putaran yang berbeda pula berdasarkan rasio diameternya (d) yang dinyatakan sebagai

$$v_1 = v_2 \quad (1)$$

$$\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2 \quad (2)$$

dengan r menyatakan jari-jari yang sesuai dengan Gambar 2.a. Untuk mendapatkan putaran searah seperti poros utama pada aktuator, *gear* disusun dengan kelipatan ganjil. Secara teori, *gear* digambarkan dengan lingkaran dengan diameter yang

lebih kecil dari ukuran sebenarnya karena memiliki gigi yang saling berpotongan (*overlap*). Jarak antara gigi satu dengan yang lain pada suatu *gear* disebut *circular pitch* yang diperlihatkan pada Gambar 2.b, jumlahnya dapat ditentukan menggunakan rumus

$$N = \frac{\pi d}{P_c} \quad (3)$$

dengan πd menyatakan keliling *gear* dan P_c menyatakan jarak antar gigi yang berdekatan [3].

Pada penelitian ini hendak dilakukan digitalisasi analisator menggunakan mikrokontroler sebagai salah satu perangkatnya. Terdapat perangkat *peripheral* pendukung dalam mikrokontroler seperti RAM sebagai penyimpanan yang bersifat *volatile*, ROM yang bersifat tetap, dan I/O agar mikroprosesor dapat digunakan secara simultan menjadi mikrokomputer atau mikrokontroler [4].

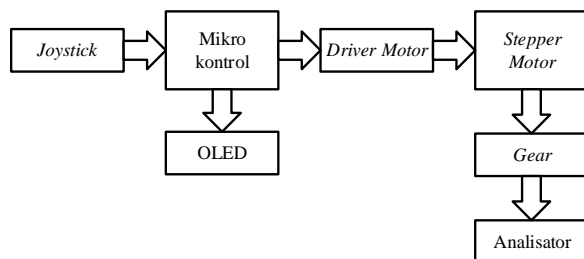
Alasan penggunaan mikrokontroler pada penelitian ini karena perangkat tersebut telah mampu menghasilkan efektivitas penggunaan dan pengukuran yang cukup tinggi pada penelitian sebelumnya seperti pengukuran konduktivitas larutan elektrolit berbasis mikrokontroler [5], pembuatan prototipe instrumen pres tahu [6], dan pembuatan detektor gerak dengan inframerah berbasis mikrokontroler [7].

RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Rancangan Instrumen

Instrumen yang dirancang ini memiliki fungsi untuk mengukur sudut polarisasi yang diperoleh dari perputaran analisator yang ditautkan pada *gear* dengan rasio jari-jari yang telah ditentukan. Secara keseluruhan prinsip kerja instrumen yang dirancang ditunjukkan melalui diagram blok pada Gambar 3 adalah sebagai berikut.

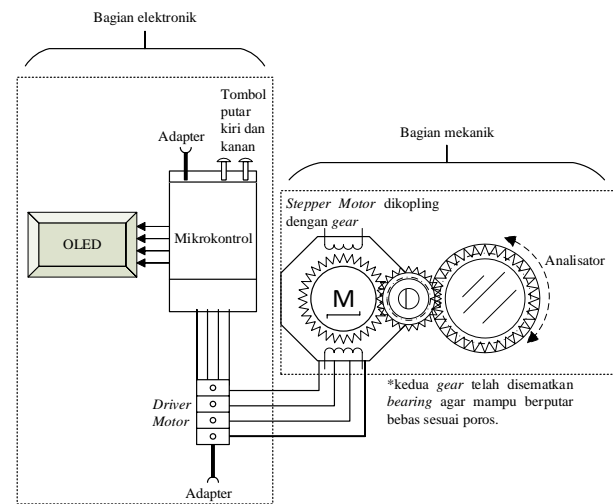
1. Adaptor memberi tegangan pada mikrokontroler dan *driver motor* agar *stepper motor* mampu beroperasi sesuai perintah terprogram.
2. *Joystick* digunakan sebagai pemicu pergerakan *stepper motor* sesuai dengan arah dan nilai kelajuan yang dikehendaki.
3. Mikrokontroler memberikan nilai *input* terprogram kepada *driver motor* dan memproses data untuk diinformasikan kepada *user* melalui OLED (sebagai *interface*).
4. *Driver motor* menggerakkan *stepper motor* berdasarkan konfigurasi pulsa *input* dan berfungsi menguatkan arus dan tegangan pulsa dari mikrokontroler.
5. *Stepper motor* yang telah ditautkan dengan *gear* pada rasio jari-jari tertentu mengaktualisasikan gerakan sesuai arah dan nilai kelajuan yang dikehendaki sehingga secara simultan memutar analisator menuju nilai sudut yang diharapkan.



Gambar 3. Diagram blok instrumen analisator digital.

Rancangan instrumen analisator digital terdiri dari dua bagian utama, yakni bagian akuisisi data (mekanik) dan bagian pemroses data (elektronik) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pada bagian mekanik terdapat *stepper motor*, *gear*, dan analisator yang ditautkan agar saling berputar. Di sisi

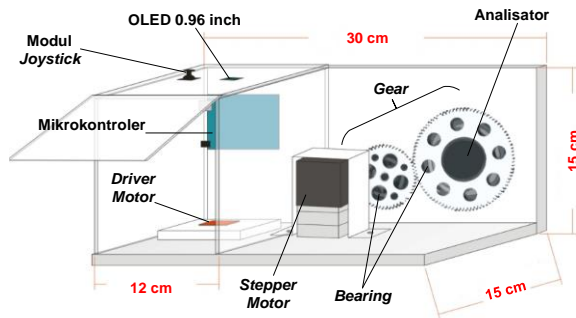
lain, terdapat bagian elektronik yang meliputi mikrokontroler, *driver motor*, dan OLED yang berfungsi untuk menginformasikan data kepada *user* (sebagai *interface*).



Gambar 4. Arsitektur rancangan instrumen analisator digital.

Implementasi Instrumen

Instrumen analisator digital yang telah dapat direalisasikan berukuran 30 cm x 15 cm x 15 cm dengan *case* berbahan akrilik yang diperlihatkan pada Gambar 5. Bagian mekanik pada instrumen ini meliputi *bearing* bertipe 6202-Z dan 6910-ZZ yang berfungsi sebagai poros putar, selain itu terdapat tiga *gear* dengan jari-jari masing-masing 6 mm, 27 mm, dan 44 mm yang saling bersinggungan. *Gear* berjari-jari 6 mm dipasang pada *Stepper Motor* NEMA 17 dengan 400 langkah per revolusi ($0,9^\circ$ per langkah) yang akan menghasilkan rasio perputaran $0,2^\circ$ pada gear berjari-jari 27 mm dan $0,1^\circ$ pada gear berjari-jari 44 mm.



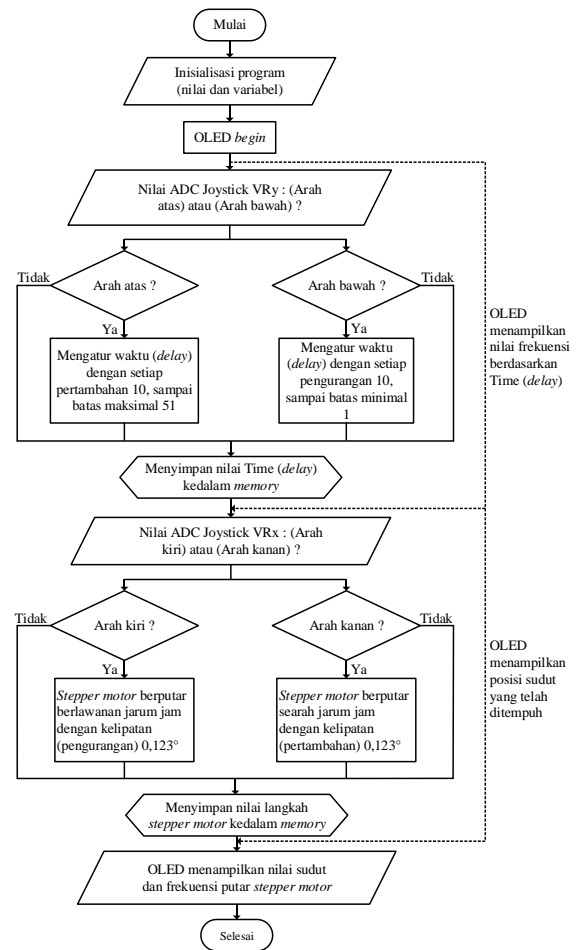
Gambar 5. Bentuk instrumen analisator digital yang telah direalisasikan.

Adapun komponen atau modul elektronik dari instrumen ini meliputi Modul Joystick KY-023, OLED SPI 0,96 inch, Mikrokontroler ATmega328P, Driver Motor, dan Stepper Motor Bipolar NEMA 17. Perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram instrumen ini agar mampu dikendalikan sesuai rasio perputaran gearnya adalah Arduino IDE v1.8.7 yang sudah terintegrasi dengan mikrokontroler ATmega328P.

Mikrokontroler ATmega328P memproses nilai sudut dengan menjumlah atau mengurangi setiap 1 langkah stepper motor. Setiap 1 langkah stepper motor menghasilkan sudut sebesar $0,1^\circ$ berdasarkan rasio perputaran gear, kemudian data tersebut diinformasikan kepada user melalui OLED 0,96 inchi yang telah dihubungkan pada mikrokontroler, OLED 0,96 inchi yang dihubungkan menggunakan serial SPI dengan paket pemrograman (library) yang telah tersedia.

Besaran yang dikendalikan dengan program tersebut adalah kecepatan putar dari stepper motor yang digunakan. Nilai kelajuan dan arah perputaran stepper motor diatur berdasarkan nilai waktu (delay) yang dapat ditentukan melalui perintah terprogram pada mikrokontroler. Pergerakan stepper motor dipicu oleh nilai ADC yang diperoleh

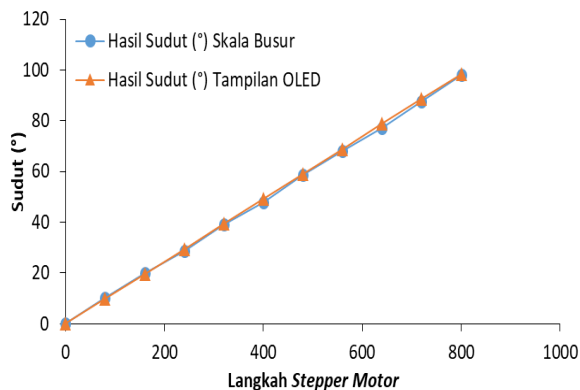
dari perubahan posisi joystick, joystick tersebut menerapkan prinsip resistor variabel (nilai resistansi dapat berubah). Apabila digeser posisi joystick tersebut menyebabkan nilai tegangan ikut berubah dan mempengaruhi nilai ADC yang terbaca pada mikrokontroler. Joystick KY-023 yang digunakan memiliki tegangan referensi maksimal 5 V yang diwakilkan oleh nilai ADC 10 bit dari mikrokontroler ATmega328P pada rentang 0 sampai 1.023. Gambar 6 menunjukkan flowchart pemrograman instrumen analisator digital menggunakan Arduino IDE v1.8.7.



Gambar 6. Flowchart pemrograman instrumen analisator digital.

PENGUJIAN DAN ANALISIS Hasil Uji Skala Busur dan Tampilan OLED Instrumen terhadap Langkah Stepper Motor

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran berdasarkan hasil yang ditunjukkan oleh skala busur dan tampilan OLED yang terdapat pada instrumen ini. Data pengukuran tersebut diinterpretasikan dalam grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Pengukuran berdasarkan skala busur instrumen menghasilkan fungsi regresi linier ($y = 0,1215x - 0,0227$) dengan nilai R^2 sebesar 0,9998 dan untuk pengukuran yang mengacu pada tampilan OLED menghasilkan fungsi ($y = 0,123x$) dengan nilai R^2 adalah 1.



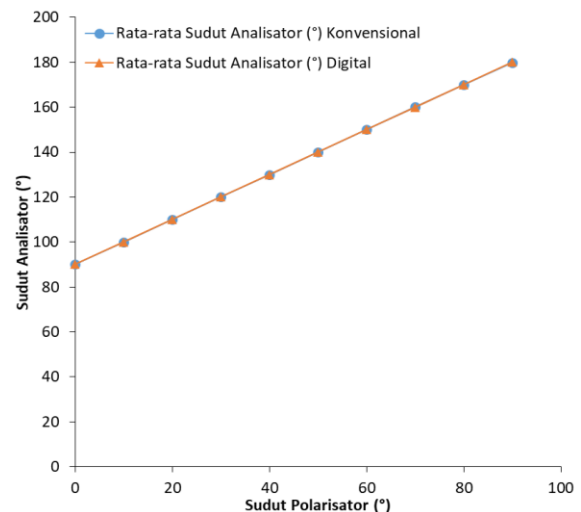
Gambar 7. Sudut yang dibentuk skala busur dan tampilan OLED terhadap langkah stepper motor.

Pengujian sudut dimulai dari 0° sampai 98° karena pada interval tersebut terdapat nilai sudut yang menghasilkan intensitas cahaya minimum berdasarkan Prinsip Malus yang menyatakan bahwa intensitas sinar atau cahaya minimum akan terjadi ketika analisator membentuk sudut 90° terhadap polarisator [8]. Selisih nilai sudut terbesar yang dibentuk oleh skala busur dan tampilan OLED terjadi pada

langkah ke-240 yakni sebesar $1,02^\circ$, langkah ke-400 sebesar $1,2^\circ$, langkah ke-640 sebesar $1,72^\circ$, dan langkah ke-720 sebesar $1,06^\circ$. Hal tersebut diduga terjadi karena cukup sulitnya membaca skala busur yang saling berhimpit (kesalahan paralaks), sehingga nilai *error* cenderung besar. Rata-rata selisih sudut yang dibentuk skala busur dengan tampilan OLED sebesar $0,696^\circ$.

Hasil Uji Instrumen Analisator Konvensional dan Analisator Digital menggunakan Hukum Malus

Pada pengujian ini, dilakukan pengukuran sudut menggunakan analisator konvensional dan analisator digital dengan memosisikan polarisator pada sudut 0° , 10° , 20° , 30° , 40° , 50° , 60° , 70° , 80° , dan 90° . Pada masing-masing sudut polarisator, dilakukan pengukuran sebanyak 20 kali menggunakan analisator kemudian diambil nilai reratanya. Pada pengukuran ini digunakan laser hijau dengan panjang gelombang 532 nm. Data hasil pengukuran diinterpretasikan dalam grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Rata-rata perubahan sudut analisator terhadap posisi sudut polarisator menggunakan Hukum Malus.

Pada pengukuran menggunakan analisator konvensional diperlukan ketelitian pengamatan saat membaca skala busurnya agar dihasilkan pengukuran yang presisi dan akurat. Pengukuran menggunakan Hukum Malus pada analisator konvensional menghasilkan fungsi regresi linier ($y = 0,9995x + 90,18$) dengan nilai R^2 sebesar 1. Adapun pengukuran analisator digital menghasilkan fungsi ($y = 0,9989x + 90,083$) dengan nilai R^2 yang sama, yakni 1. Adapun data pengukuran yang lain (menggunakan analisator digital) menghasilkan nilai yang tidak bulat, dikarenakan data tersebut merupakan kelipatan dari rasio perputaran *gear*, yakni sebesar $0,1^\circ$.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Instrumen analisator digital telah dapat direalisasikan dengan nilai tampilan OLED per langkah *stepper motor* sebesar $0,1^\circ$, nilai ini lebih presisi dibandingkan instrumen analisator konvensional yang memiliki ketelitian $0,5^\circ$.
2. Pengujian instrumen analisator digital menggunakan Prinsip Malus menghasilkan sudut berbanding instrumen analisator konvensional sebesar $\theta = (90,1800 \pm 0,9995)^\circ$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Firdausi KS, Sugito H, Amatasari R & Murni S. Metode Elektrooptis sebagai Pendeteksi Radikal Bebas dan Prospek

untuk Evaluasi Total Mutu Minyak Goreng. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 2013;3(1): 72-78.

- [2] Yulianti E, Indriyani Y, Husna A, et al. Deteksi Dini Kualitas Minyak Goreng dan Studi Awal Tingkat Kehalalannya Menggunakan Polarisasi Alami. *Berkala Fisika*. 2014;17(3): 79-84.
- [3] Wibowo BA, Rivai M & Tasripan. Alat Uji Madu Menggunakan Polarimeter dan Sensor Warna. *Jurnal Teknik ITS*. 2016;5(1): 28-33.
- [4] Malik MI & Anistardi. *Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031*. 1999. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- [5] Sumariyah, Yulianto T. & Priyono J. Rancang Bangun Sistem Pengukur Konduktivitas Larutan Elektrolit menggunakan Mikrokontroler AT89C51. *Berkala Fisika*. 2006;9(3): 157-163.
- [6] Sumariyah, Jatmiko ES & Purwanto J. Rancang Bangun Prototipe Alat Pres Tahu Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Berkala Fisika*. 2007;10(4): 193-200.
- [7] Sumariyah & Widiyatmoko A. Rancang Bangun Detektor Gerak menggunakan Infra Merah dengan memanfaatkan Layanan SMS pada Telepon Seluler Berbasis Mikrokontroler AT89S52. *Berkala Fisika*. 2009;12(1): 15-20.
- [8] Amatasari R, Istiyawan W, Sugito H, et al. Review Pengujian Hukum Malus dan Sifat Optis Aktif Larutan Gula Menggunakan Sistem Deteksi Cahaya. *Berkala Fisika*. 2013;16(1): 1-4.