

PROTOTYPE ALAT PENGUKUR RENDEMEN GULA MENGGUNAKAN SENSOR PING DAN SENSOR WARNA TCS3200

Muhammad Alvin Ridho^{*)}, M. Surya Sulila, Andre Hanafi, Putri Rousan Nabila,
and Rahmatika Luthfiani Safitri

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: malvinridho18@gmail.com

Abstrak

Telah dibuat sebuah prototype alat pendeteksi nilai pol pada gula tebu dengan menggunakan komponen utama berupa sensor warna TCS3200 dan sensor ultrasonik. Sensor warna mengidentifikasi kekeruhan pada sampel, sedangkan sensor ultrasonik mengidentifikasi kekentalan berdasarkan kecepatan gelombang yang dipancarkan melewati sampel. Semakin tinggi tingkat kekeruhan dan kekentalan sampel, maka kadar glukosa yang terkandung dalam sampel semakin tinggi sehingga nilai pol semakin besar. Komponen pelengkap pada alat antara lain wadah sampel, corong, lampu LED, baterai, UBEC Converter, microcontroller Atmega, dan layar LCD. Sampel yang digunakan adalah sari tebu murni dengan faktor pengenceran 100 kali. Cara kerja alat dimulai dengan memasukkan sampel kedalam wadah hingga batas tertentu kemudian hidupkan tombol ON, alat akan mendeteksi nilai pol dalam sampel dan mengkonversinya menjadi nilai rendemen kemudian angka rendemen akan muncul pada layar LCD. Dari hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa pengujian rendemen gula dengan alat ini memiliki keakuratan mencapai 88%, mudah digunakan, dan tidak memerlukan waktu yang lama dalam pengoperasiannya.

Kata kunci: rendemen gula, sensor ultrasonik, sensor warna.

Abstract

A prototype of sugar canes's pol detector has been created by using colour sensor TCS3200 and ultrasonic sensor as the main component. Colour sensor identify turbidity of the sample, while ultrasonic sensor identify viscosity based on the speed of waves emitted passes through the sample. The higher level of turbidity and viscosity in sample, cause a higher number of glucose and pol number contained in the sample. Some complementary components of the tool are a container, a funnel, LED lamps, batteries, an UBEC Converter, a microcontroller Atmega, and an LCD screen. The sample used was a pure cane extract with 100 times dilution factor. The workings of the tool begins by inserting the sample into the container up to a certain limit and then turn the ON button, the tool will detect pol values in the sample and converts it into the value of the yield which is appeared on the LCD screen. From the simulation results can be concluded that the tool showed 88 % accuracy and easy to operate.

Keywords: colour sensor, sugar yield, ultrasonic sensor.

1. Pendahuluan

Gula merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat Indonesia sebagai bahan utama pembuatan berbagai jenis olahan makanan maupun minuman. Petani tebu memiliki peran penting dalam pasokan gula yang beredar di pasaran. Tebu yang dipanen oleh para petani tebu akan dikelola oleh perusahaan pabrik gula yang selanjutnya akan diproses menjadi gula siap konsumsi. Dalam hal ini petani tebu telah melakukan berbagai usaha agar tebu yang dihasilkan memiliki kualitas terbaik sehingga dapat

diperoleh gula dengan kualitas terbaik pula. Hingga tahun 2015, jumlah petani tebu di Jawa Timur mencapai 537 ribu keluarga dengan total lahan mencapai 219.111 hektar[1].

Salah satu permasalahan petani tebu yaitu tentang kurangnya transparansi informasi rendemen gula[2]. Hasil rendemen gula yang didapat oleh petani dari pabrik gula, dirasa tidak sesuai dengan kualitas tebu mereka yang baik dilihat dari kondisi fisik batang tebu. Banyak petani yang tidak mempercayai pabrik gula karena tidak transparannya nilai rendemen tebu yang diberikan[3].

Rendemen gula nasional menurun hingga 7,49% pada tahun 2014 dibandingkan rendemen tertinggi yang pernah dicapai sebelumnya yaitu 14%[4]. Penurunan tersebut diperkirakan mencapai 7% atau setara dengan 900 ribu ton gula yang bernilai Rp 7,6 trilyun[5].

Salah satu alat bantu petani untuk mendeteksi kadar rendemen gula tebu adalah “Brix Refractometer”[6]. Namun, rendemen gula tidak bisa didapatkan dalam kondisi akurat jika hanya menggunakan brix dan pada kenyataannya di laboratorium pabrik gula terdapat dua alat utama untuk mengukur nilai rendemen yaitu polarimetri dan brix refractometer[7]. Sehingga agar akurasi cukup dipercaya dan dapat digunakan oleh petani tebu maka dibuatlah alat SPIDER sebagai alat pengukur rendemen gula.

2. Metode

2.1. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan studi literatur berbagai cara menentukan rendeman tebu baik secara otomatis maupun manual. Selain itu, mencari alat yang dapat menentukan rendeman tebu dan digunakan sebagai acuan dalam pengujian sample dengan dibandingkan antara alat yang sudah ada dengan alat rancangan penulis.

Sensor warna TCS300 merupakan IC yang dapat diprogram yang berguna untuk mengkonversi warna cahaya ke frekuensi dengan output berbentuk sinyal kotak. Ada dua komponen utama pembentuk alat ini, yaitu *photodiode* dan pengkonversi arus ke frekuensi^[8]. Pada prototype SPIDER, sensor warna digunakan sebagai pengukur nilai derajat Pol.



Gambar 1. Sensor warna TCS3200

Sensor PING merupakan sensor ultrasonik yang dapat mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz dan kemudian mendeteksi pantulannya. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5 v dan ground^[9]. Pada prototype SPIDER, sensor ultrasonik ini digunakan sebagai pengukur nilai derajat Brix.



Gambar 2. Sensor jarak ultrasonik PING

Perhitungan nilai Rendemen :

$$\text{Nilai nira} = \text{pol} - 0.4 \times (\text{Brix-Pol})$$

$$\text{Rendemen} = \text{Nilai nira} \times \text{FR}$$

dimana, FR = Faktor Rendemen = 0.68

Perhitungan akurasi alat :

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Nilai total RGB terukur}}{\text{Nilai total RGB kalibrasi}} \times 100\%$$

2.2. Perancangan Hardware

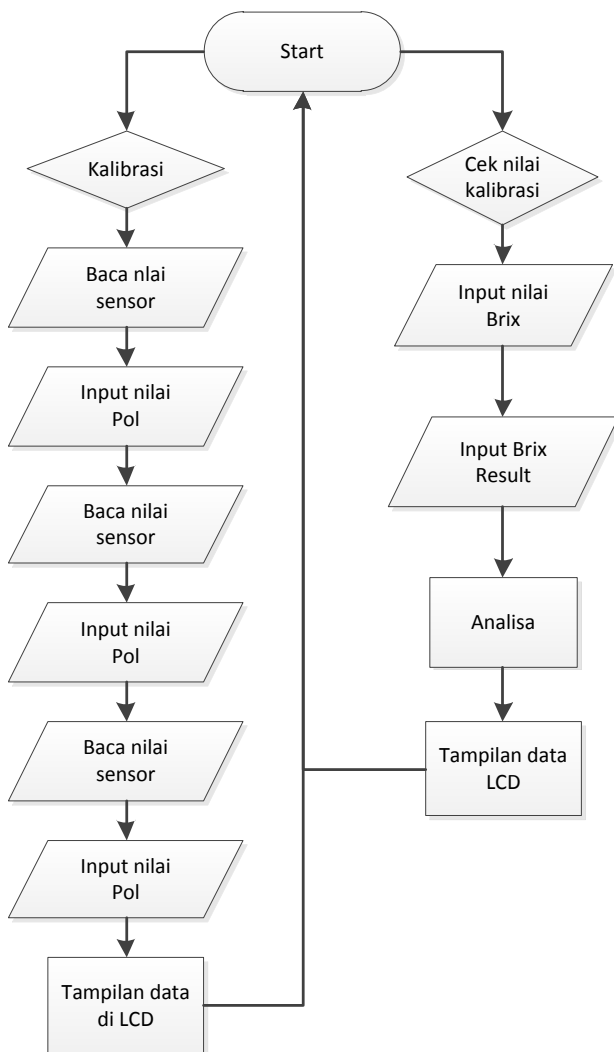
Dalam merancang hardware terdiri dari dua bagian yaitu alat dan bahan yang dibutuhkan dan design dari pada komponen penyusun alat ukur rendemen tebu.

Alat dan Bahan yang dibutuhkan :

- a. Alat
 1. USB AVR ISP Downloader
 2. Multimeter
 4. Alat uji Rendemen
 5. Pipet
 6. Bor
 7. Brix refractometer
 8. Beaker glass
- b. Bahan
 1. Sensor Ultrasonic (Sensor PING)
 2. Sensor Warna TCS3200
 3. Mikrokontroler (ATMega)
 4. Modul Display
 5. Adaptor 5V 2A
 6. LCD 20x4
 7. Corong
 8. LED
 9. Keypad 4x4

2.3. Perancangan Software

Pada perancangan software digunakan compiler dengan CodeVision AVR dan program diupload melalui downloader ISP K-125. Berikut Flowchart dari software rendeman tebu :



Gambar 3. Flowchart Perancangan Software Alat Ukur Rendemen Gula

2.4. Cara Kerja Alat

Kalibrasi alat harus dilakukan sebelum melakukan uji nilai rendemen gula menggunakan prototype SIPDER. Tahap kalibrasi alat adalah sebagai berikut:

1. Sebelum kalibrasi alat dibutuhkan 3 buah *sample* nira tebu hasil uji laboratorium. Pada *sample* tebu hasil laboratorium yang dibutuhkan ialah nilai Pol.
2. Setelah didapat nilai Pol maka alat dapat dikalibrasi dengan memasukan nilai Pol sesuai *sample* yang telah dimasukkan kedalam penampung larutan tebu.
3. Setelah *sample* sudah berada dipenampung larutan tebu kemudian menekan tombol untuk merubah data pertama sesuai dengan nilai aktual pembacaan sensor dan kemudian menginputkan nilai Pol sesuai sampelnya.

4. Lakukan langkah 2 dan tiga sampai tiga kali data, maka setelah itu didapat grafik regresi linear yang dapat digunakan untuk menentukan nilai Pol.

Setelah dilakukan kalibrasi maka prototype SPIDER siap untuk digunakan berdasarkan langkah kerja sebagai berikut :

1. Siapkan sari tebu yang sudah digiling diukur dan dicatat nilai Brixnya dengan Brix Refractometer.
2. Setelah Brix sudah diukur dan dicatat, hasil gilingan tebu yang masih berupa Nira difilter dengan menggunakan kertas saring dan diencerkan dengan air agar didapat larutan dengan kekeruhan yang cukup untuk diukur dalam alat.
3. Setelah didapat larutan dari hasil pengenceran maka larutan tersebut dimasukan kedalam corong yang ada pada alat yang mana corong tersebut terhubung oleh penampung larutan tebu.
4. Setelah penampung larutan tebu tersebut terisi sebanyak 100ml, maka tebu tersebut sudah siap untuk dibaca nilai Polnya.
5. Pada alat kita pilih “Cek Rendemen Tebu” lalu pada menu selanjutnya maka kita diharuskan mengisi nilai Brix yang telah dicatat sebelumnya.
6. Setelah nilai Brix sudah diinputkan maka alat secara otomatis mengkalkulasi nilai rendemen dan akan ditampilkan nilai rendemen dan Polnya.

3. Hasil dan Analisa

Telah dilakukan pengujian nilai pol terhadap tiga sampel sari tebu dengan varietas yang berbeda yaitu BL, SS57, dan 862. Sampel diambil dari ladang tebu di Kuniran dan Kemlokolegi, Desa Baron, Kota Nganjuk, Jawa Timur. Pengujian nilai pol pada sampel dilakukan dengan menggunakan prototype yang telah dibuat, sedangkan nilai brix didapatkan dari pembacaan alat *Brix refractometer*. Nilai brix dan pol yang didapat, kemudian dikonversikan melalui prototype, sehingga didapat nilai rendemen gula. Hasil akhir berupa nilai rendemen gula akan ditampilkan pada layar LCD pada prototype.

Tabel 1. Nilai pol, brix, dan rendemen pada sampel tebu

No Sampel	Nama Sampel	Brix	Pol	Rendemen
1	BL	5	6	4.352
2	SS57	6	7	5.032
3	862	5.5	8	6.12

Nilai sensor pada prototype alat sebanding dengan nilai °Pol sampel nira yang telah diuji di Laboratorium Dinas Perindustrian Kota Semarang. Nilai sensor merupakan total nilai RGB pada sensor warna TCS3200, yang ditampilkan pada tabel sebagai berikut :

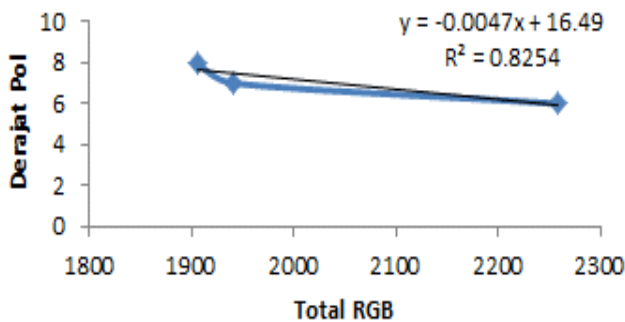
Tabel 2. Kalibrasi nilai total RGB dan derajat Pol teoritis

Sampel	Total RGB	°Pol teoritis
1	2259	6
2	1941	7
3	1905	8

Tabel 3. Data hasil pengujian alat

Sampel	Total RGB praktis	Total RGB kalibrasi	Akurasi
1	1988	2259	88%
2	1708	1941	87.99%
3	1676	1905	87.98%

Hasil pengukuran total RGB pada alat kemudian diplotkan dengan hasil nilai °Pol dari laboratorium (derajat Pol teoritis), menunjukkan keakuratan sebesar 88% yang ditunjukkan oleh grafik sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik perbandingan nilai total RGB vs derajat pol teoritis

Gambar 4 menunjukkan bahwa peningkatan derajat Pol akan memberikan penurunan pada nilai total RGB. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi yang lebih tinggi dari gula (rendemen) dalam larutan akan berdampak pada meningkatnya kekeruhan sampel, sehingga sensor warna akan menyerap lebih sedikit cahaya yang menyebabkan penurunan nilai total RGB. Data di atas menghasilkan hasil persamaan dalam regresi linear $y = -0.0047x + 16.49$ dan error $R^2 = 0.8254$, dimana $y =$ nilai derajat Pol, $x =$ nilai total RGB, dan $R^2 =$ persen error.

4. Kesimpulan

Prototype alat pengukur rendemen tebu menggunakan sensor warna TCS3200 dan sensor ultrasonik telah berhasil dibuat dan memiliki akurasi mencapai 88% . Data hasil percobaan menunjukkan bahwa tingginya kandungan sukrosa pada sampel menyebabkan peningkatan

turbiditas (kekeruhan), sehingga sensor warna hanya dapat menyerap sedikit cahaya dan berdampak pada penurunan nilai total RGB. Nili total RGB berbanding terbalik dengan derajat Pol, semakin besar nilai total RGB maka derajat Pol semakin kecil. Saran bagi alat ini adalah lebih berhati hati saat mengatur pencahayaan pada lampu LED karena dapat mempengaruhi nilai total RGB.

Lampiran A



Rancangan gambar alat SPIDER

Referensi

- [1]. Taufik, Fatkhurohman. 2015. *Gula Rafinasi Hambat Distribusi Gula dari Jatim*, <http://kelanakota.suarasurabaya.net/news/2015/148887-Gula-Rafinasi-Hambat-Distribusi-Gula-dari-Jatim>. Diakses pada 30 September 2015
- [2]. Nugraha, Satriya. 2013. *Tingkatkan Rendemen dan Hablur Tebu Cegah Mafia Pergulaan Jatim*. http://www.kompasiana.com/satriya1998 /tingkatkan-rendemen-dan-hablur-tebu-cegah-mafia-pergulaan-jatim_552af92d6ea834c062552cfb. Diakses pada 30 september 2015
- [3]. Lamhot P. Manalu Istiawati. 2006. Studi Kasus Penentuan Rendemen Tebu di Pabrik Gula BUMN. *Jurnal Keteknikan Pertanian Institut Pertanian Bogor*.
- [4]. Anonim. 2014. *Indonesia Banjir Gula Import*. Diakses pada tanggal <http://agroindonesia.co.id/index.php/2014/10/28/indonesia-banjir-gula-import/>
- [5]. Agustine, Irene. 2014. *Rendemen Tebu Turun : Target Taksasi Gula 2,7 Juta Ton Diragukan Tercapai*. <http://industri.bisnis.com/read/20141203/99/379288/rendemen-tebu-turun-target-taksasi-gula-27-juta-ton-diragukan-tercapai>. Diakses pada 30 Mei 2016

- [6]. Adi, Stefanus T. 2014. *Analisa Optimasi Rendemen Tebu*, Buletin Suplemen PTPN 12. hal 10 September 2014
- [7]. Risvank. 2011. Pengertian Pol Brix dan HK dalam Analisa Gula.
- [8]. Parallax. 2013. PING Ultrasonic Distance Sensor #28015. Parallax Inc.
- [9]. Parallax. 2013. TCS3200-DB #28302: Colour Sensor Module. Parallax Inc.