

SISTEM OTOMASI PROSES LIKUIFIKASI DALAM PEMBUATAN SETENGAH JADI GULA CAIR DARI UBI SINGKONG

Dedi Sanzay Sirait¹⁾, Yuliati²⁾, M. Hadi Santosa³⁾

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jl. Kalijudan no. 37, Surabaya

¹⁾ dedisanzay14@gmail.com, ²⁾ yuliati@ukwms.ac.id, ³⁾ hadi-s@ukwms.ac.id

ABSTRAK

Gula adalah suatu karbohidrat sederhana yang menjadi sumber energi dan komoditi perdagangan utama. Gula digunakan untuk mengubah rasa menjadi manis dan keadaan makanan atau minuman. Produksi gula dalam negeri masih belum masih memenuhi kebutuhan dalam negeri. Secara teknologi pembuatan sirup glukosa relatif sederhana dan dapat dilakukan oleh industri kecil atau menengah. Dalam penelitian ini akan dilakukan rancang bangun peralatan proses produksi gula cair berbahan baku singkong yang dapat dikembangkan oleh industri kecil. Pembuatan gula cair berbahan singkong diharapkan mampu menjadi sebuah alternatif pengganti sumber fruktosa. Alat ini dirancang dibuat menggunakan material stainless steel, dan menggunakan arduino uno sebagai pusat kontrolnya, Secara umum cara kerja alat ini adalah probe pH meter dan Resistance Temperature Detector menghasilkan nilai hambatan yang terukur dan diterima oleh rangkain pondisi sinyal. Apabila arduino uno mendeteksi adanya perubahan nilai tegangan yang terukur dan tidak sesuai dengan batas asam basa dan suhu maka arduino akan menjalankan pompa asam basa dan pengatur pemanas

ABSTRACT

Sugar is a simple carbohydrate that becomes the main source of energy and trading commodity. Sugar is used to turn the taste into sweetness and the state of food or drink. Domestic sugar production is still not meeting domestic needs. Technologically the manufacture of glucose syrup is relatively simple and can be done by small or medium industrie. In this research will be done design equipment production process of liquid sugar made from cassava raw that can be developed by small industries. Making liquid sugar made from cassava is expected to be an alternative source of fructose. This tool is designed to be made using stainless steel material, and using arduino uno as its control center, umun how this tool works is a pH meter probe and Resistance Temperature Detector produces a measurable resistance value and received by the signal pondisi frame. If arduino uno detects a change in the measurable voltage value and does not match the limits of alkaline acid and temperature then the arduino will run the base acid pump and heating regulator

Keywords: Gula, pH Meter, Resistance Temperature Detector, Arduino Uno.

I. Pendahuluan

Gula merupakan kebutuhan pokok rakyat yang cukup strategis — yaitu sebagai bahan pangan sumber kalori. Gula merupakan salah satu sumber pemanis utama dan digunakan secara luas dimasyarakat. Sebagai salah satu bahan pokok di Indonesia, kebutuhan gula di Indonesia selalu meningkat seiring dengan peningkatan pertumbuhan penduduk dan industri di Indonesia. Sementara itu produksi gula di Indonesia tidak dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Pabrik gula yang berada di P. Jawa, relatif berumur teknis sudah tua, sehingga kurang produktif, hampir semua pabrik gula sangat tergantung pada petani tebu dan dengan lahan yang terbatas di Pulau Jawa. Sementara pabrik gula Rafinasi yang ada (8 pabrik) belum berproduksi secara optimal (utilisasi kapasitas sekitar 40% - 60 % pada tahun 2008). Pesatnya perkembangan kebutuhan gula sementara peningkatan produksi relatif belum seimbang menjadikan Indonesia sebagai importir gula baik untuk gula kristal mentah (raw sugar) maupun gula industri (refined sugar) (Roadmap Industri Gula, Direktorat Jenderal Industri Agro Dan Kimia Departemen Perindustrian Jakarta, 2009).

Untuk memenuhi kebutuhan pemanis adalah dengan mengembangkan industri gula non tebu. Bahan yang dapat diolah menjadi pemanis adalah singkong (Manihot Esculenta). Singkong atau ubi kayu sebagai sumber pati-patian selama ini diketahui masyarakat luas hanya sebagai sumber pangan. Indonesia merupakan penghasil ubi kayu yang cukup besar. Selain dimanfaatkan menjadi berbagai macam bahan makanan, singkong dapat diolah menjadi bioethanol dan gula cair. Pengolahan ubi kayu dapat menghasilkan berbagai produk seperti tepung gaplek, produk gula cair (sirup glukosa) dan tepung tapioka. Produk gula yang dapat diturunkan dari tepung tapioka I ma (casava) terdiri dari tepung gula casava, sirup glukosa kualitas nomor dua (warna coklat), sirup glukosa kualitas nomor satu (warna bening), dan sirup fluktosa yang 1,5 kali lebih manis dari gula tebu (Sinar Tani, dalam Suropto dkk, 2013). Secara teknologi, proses pembuatan sirup glukosa relatif sederhana dan dapat dilakukan oleh industri kecil atau menengah. Namun pada kenyataannya produsen sirup glukosa hampir semuanya industri besar (Suropto dkk, 2012). Hal ini disebabkan belum dikembangkannya mesin pembuatan gula cair yang

sederhana dan murah. Untuk itu perlu dikembangkan peralatan untuk memproduksi gula cair berbahan baku singkong, yang dapat digunakan oleh industri kecil untuk mengembangkan industri gula cair.

Pada penelitian pendahuluan “Rancang Bangun Alat pemrosesan Gula Cair dari ubi singkong” (Mulyana, Jaka. Dkk, 2016) telah berhasil membuat alat pemroses gula cair namun masih manual sehingga masih sangat tergantung dengan bantuan operator manusia. Berpijak dari hal ini maka pada skripsi ini akan dirancang bangun sistem otomasi pemrosesan gula cair khususnya pada proses Likuifikasi dan sakarifikasi nya.

Masalah yang muncul dalam pengerjaan alat adalah :

1. Perancangan *box* panel untuk membuat sistem otomasi likuifikasi pembuatan gula.
2. Perancangan program pada arduino untuk pengendalian pH dan Suhu.
3. Perancangan sistem mekanik yang dilengkapi dengan pengaduk. Untuk memanaskan larutan singkong dengan bahan stainless steel food grade.

Agar sistem ini lebih spesifik dan terarah, maka pembahasan masalah dalam program ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut :

1. Sistem ini hanya akan mengatasi masalah pengendalian kadar pH dan suhu pada pembuatan gula cair.
2. Sistem akan dibuat menggunakan mikrokontroler Arduino Uno
3. Gula cair yang dihasilkan berasal dari singkong

II. Landasan Teori

Pada bab ini akan dibahas tentang teori-teori yang digunakan untuk mendesain dan merealisasikan sistem otomasi likuifikasi pada pembuatan setengah jadi gula cair antara lain sebagai berikut :

II.1. Proses pembuatan gula cair

Proses pembuatan gula cair difokuskan pada proses likuifikasi. Tahap Likuifikasi adalah proses perubahan pati dari kental menjadi encer. Campuran pati dan air (suspensi pati) yang dipanaskan sampai mendidih akan berubah bentuk menjadi kental yang disebut tergelatinisasi. Perbandingan antara air dan tepung yaitu 3:1 kemudian diaduk sampai tercampur rata. Selanjutnya ke dalam tangki tersebut dimasukan sejumlah enzim alfa amilosa sebanyak 1 ml/kg pati. Pengaturannya pH yaitu antara pH 6.2-6.4 dengan penambahan kapur tohor satu sendok makan. Proses likuifikasi dapat dihentikan apabila larutan sudah betul-betul cair dan berwarna coklat bening.

Proses Pembuatan gula cair dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses pembuatan gula cair

II.2. pH Meter

pH meter adalah jenis alat ukur untuk mengukur derajat keasaman atau kebasaan suatu cairan, pada Ph meter digital terdapat elektroda khusus yang berfungsi untuk mengukur pH bahan-bahan semi padat , elektroda (probe pengukur) terhubung pada modul SEN01616 yang mengukur dan menampilkan nilai pH. Probe atau Elektroda merupakan bagian penting dari pH meter.

II.3. RTD

RTD yang merupakan singkatan dari Resistance Temperature Detector adalah sensor suhu yang pengukurannya menggunakan prinsip perubahan resistansi atau hambatan listrik logam yang dipengaruhi oleh perubahan suhu. RTD adalah salah satu sensor suhu yang paling banyak digunakan dalam otomatisasi dan proses kontrol.

II.4. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah board minimum sistem mikrokontroler yang bersifat open source. Di dalam rangkaian board Arduino Uno terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega328. Perangkat ini memiliki 14 pin I/O (6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog, koneksi USB, 16 MHz osilator kristal, dan reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Pada Gambar 2 merupakan gambar Arduino Uno.



Gambar 2. Arduino Uno

II.5. Enzim Alfa amilase & Glukoamilase

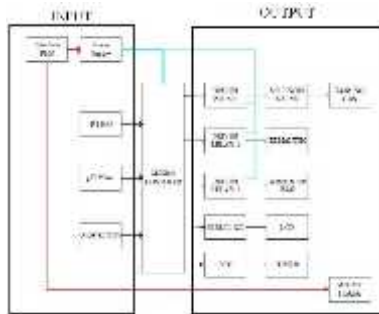
Amilase adalah enzim yang mengkatalisis pemecahan pati menjadi gula. amilase pada umumnya aktif bekerja pada kisaran suhu 25oC hingga 95oC. Hasil pemotongan enzim ini antara lain maltosa, maltotriosa dan glukosa.

Sedangkan Glukoamilase merupakan enzim yang memutuskan rantai cabang amilase menjadi glukosa (- 1,6) yang tidak terputus oleh enzim -amilase menjadi glukosa (monosakarida), di dukung dengan keadaan pH 4,5 dan suhu 60°C, merupakan keadaan terbaik bagi

aktivitas enzim glukoamilase untuk merubah karbohidrat menjadi glukosa.

III. Metode Penelitian

Rancangan keseluruhan alat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Blok Keseluruhan Sistem Alat

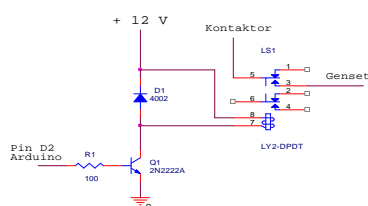
III.1 Cara Kerja Alat

Berikut ini adalah urutan cara kerja alat Sistem Otomasi Proses Likufikasi pada pembuatan setengah jadi gula cair.

1. Proses awal sistem
2. Mencampurkan pati dan air dengan perbandingan 1:3 secara merata sebelum dipanaskan
3. Menyiapkan enzim dan cairan asam basa.
4. Pilih proses likuifikasi pada panel kontrol.
5. Kompor gas akan mengatur suhu otomatis dengan settingan suhu yang sudah ditentukan.
6. Mengatur pH dapat dilakukan dengan mengambil sampel cairan gula.
7. Jika pH kurang atau lebih dair yang ditentukan dapat menambahkan cairan asam basa secara manual pada tombol yang disediakan
8. Proses likuifikasi mem butuhkan waktu 1 jam saat suhu berada 95^oC-100^oC
9. Ketika proses selesai alat kembali dalam keadaan *standby*.

III.2. Perancangan driver relay

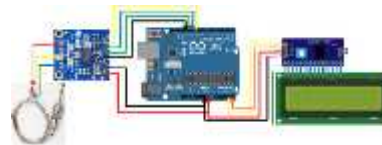
Pada sistem alat ini membutuhkan kemampuan untuk mengontrol Solenoid valve, pemantik dan peristaltic pump enzim secara otomatis. Oleh karena itu sistem ini menggunakan rangkaian driver untuk menyalakan solenoid valve, pemantik secara otomatis berdasarkan inputan suhu yang diterima dari mikrokontroler sedangkan pada peristaltic pump on saat tombol asam basa ditekan secara manual dan peristaltic pump enzim on saat RTC mulai menghitung timer dengan waktu yang sudah ditentukan. Pada gambar 4 merupakan rangkaian driver relay



Gambar 4 Rangkaian driver relay

III.3. Interkoneksi modul pt100 ke Arduino

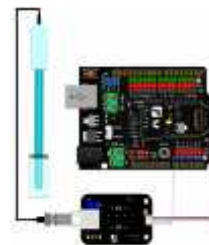
Modul MAX31865 merupakan perangkat dari Pt100 untuk mendapat nilai suhu yang pas. Menggunakan amplifier yang dirancang untuk membaca resistansi rendah, dan memiliki penguat yang dapat menyesuaikan dan mengkompensasi pada output keluaran. Memiliki tingkat presisi 15-bit ADC dengan presisi resolusi suhu 0.03125^oC. Pada Gambar 5 merupakan gambar Interkoneksi MAX31865 dengan Arduino Uno:



Gambar 5 Interkoneksi MAX31865 dengan Arduino Uno

III.4. Interkoneksi modul pH meter ke Arduino

Pada Perancangan alat untuk mengukur nilai pH. Perancangan ini menggunakan Modul pH meter SEN01616, Arduino Uno dan LCD Pada Modul SEN01616 dihubungkan pada probe pH dengan konektor BNC., Mikrokontroler Arduino Uno mengolah data yang dikirim dari modul pH meter SEN01616 agar dapat menghasilkan hasil keluaran nilai pH yang terukur. Pada Gambar 6 merupakan gambar interkonkeksi Modul pH Arduino Uno



Gambar 6. Interkoneksi Modul pH dengan Arduino Uno

III.5. Perancangan dimensi alat keseluruhan

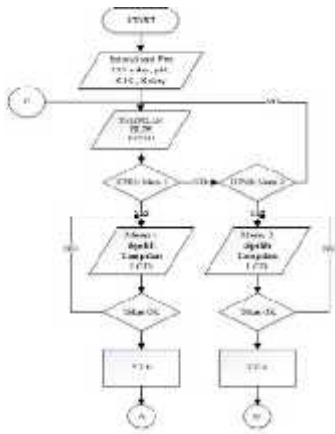
Pada alat mekanik keseluruhan yang digunakan rangka terbuat dari besi dengan tinggi 2 meter, tangki dan tangkai pengaduk berbahan stainless steel dengan kapasitas tangki sebesar 80 liter Mesin Pengaduk dan Pemanas dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Alat Mekanik Keseluruhan

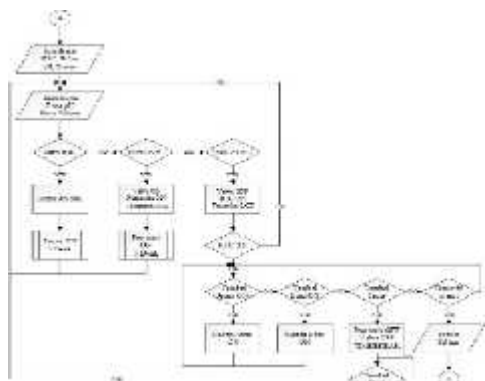
III.5. Perancangan software

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai perancangan software. Adapun perancangan software yang dilakukan adalah pemrograman pada arduino untuk sistem otomasi proses likuififikasi pembuatan setengah jadi gula cair dari ubi singkong. Gambar 8 merupakan diagram alir proses kerja.



Gambar 8. Diagram Alir Proses Kerja

Proses alur kerja alat bermula dari inialisasi port , I/O dan beberapa variabel yang dibutuhkan dalam pemrograman. Selanjutnya pada memilih proses1, Solenoid Valve akan hidup untuk membuka kran gas LPG, lalu pemantik akan hidup selama 5 detik untuk memacu api, dan motor pengaduk untuk mengaduk gula cair yang diproses. Saat alat melakukan proses pemanasan dan pengadukan, Sensor PT100 akan tetap membaca perubahan suhu. Jika nilai suhu telah mencapai suhu yang ditentukan maka Solenoid Valve akan menutup kran gas LPG dan timer akan aktif Pada pembacaan nilai pH. jika nilai pH kurang atau lebih dari yang ditentukan, maka dapat menekan tombol asam basa yang tersedia. Enzim akan diberikan pada saat alat bekerja setelah 1 menit saat timer ON.



Gambar 9. Diagram Alir Proses Switching Pada Alat

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengukuran dan pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerja alat yang telah dirancang dan dibuat. Pengukuran dan pengujian yang dilakukan antara lain: pengukuran suhu PT100, pengukuran pH, pengukuran konsumsi daya, pengujian sistem alat, Alat ukur yang

digunakan dalam pengujian alat ini adalah Termometer Digital, pH Meter Digital dan Wattmeter

IV.1. Pengukuran suhu pada sensor

Pengukuran suhu dilakukan dengan memasukan sensor PT100 kedalam panci yang berisikan air yang sudah dipanaskan dan kemudian diturunkan suhunya untuk diperoleh beberapa sampel penurunan dari 120oC hingga 300C. Berikut merupakan hasil pengukuran suhu air dengan sensor PT100 dan termometer digital.

Tabel 1. Hasil pengukuran sensor suhu

Thermometer (°C)	PT100 (°C)	Selisih	% Error
112	110,46	1,54	1,37%
101	99,87	1,13	1,11%
87,9	88,26	0,36	0,20%
76,8	77,15	0,35	0,47%
66,4	66,18	0,24	0,36%
59,1	58,44	0,66	1,11%
48,0	48,73	0,73	0,34%
37,4	37,73	0,33	0,87%
Rata-rata % error			0,69%

IV.2. Pengukuran pH terhadap pH meter

Pengukuran dilakukan dengan cara probe pH meter dari alat yang dirancang dicelupkan secara bergantian pada larutan Asam, Basa, dan Netral. Dalam proses pengukuran sistem ini percobaan dilakukan dengan larutan buffer pembanding dan suhu yang tetap yaitu suhu ruangan sekitar 24-26oC. Tujuan dari pengukuran ini agar dapat mengetahui tingkat ketelitian alat yang dirancang.

Tabel 2. Hasil Pengukuran pH meter pembanding

Larutan pH buffer	pH meter ATC	pH meter Analog	%error
4,00	4,0	4,03	0,75%
6,88	6,8	6,94	2,05%
7	7	7,02	0,28%
9,18	9,18	9,30	1,30%
Rata-rata % error			1,09%

IV.3 Pengujian Sistem alat

Pengujian sistem alat ini bertujuan mengetahui otomasi berkerja dengan baik dan untuk mengetahui lama waktu proses yang terjadi. Pengukuran dilakukan dengan mencampurkan tepung pati dengan air dengan takaran 5 Kg:15 liter. pengambilan data suhu dan pH dilakukan setiap 5 menit atau adanya perubahan pada bahan yang di uji. Dari data yang dilakukan didapat lama waktu pengujian selama 98 menit.

Tabel 3. Data hasil pengujian menghentikan cairan yang tersisa

Time	Suhu (°C)	pH	Konsumsi Daya (W)	Arus (A)	Kemampuan
-	-	-	78	3,01	Campur pati
5	76,5	6,85	266	2,97	Pemanasan
10	74,5	7,15	281	2,94	Pemanasan
15	84	7,11	308	3,12	Gelutisasi
1	100	6,95	292	3,04	Tujuan uji
3	96	6,85	277	3,00	Larutan mengental
5	92	6,82	277	2,99	Larutan color muda
7	93	6,78	275	2,98	Larutan color muda
10	101	6,71	280	2,91	Larutan color tua
15	98	6,70	289	2,95	Larutan color tua
-	-	-	-	-	HINDUKAN
15	75	6,98	280	2,98	
20	83	6,87	270	2,94	
25	88	6,87	286	2,94	
30	93	6,87	282	2,95	
35	96	6,87	281	2,94	
40	92	6,83	283	2,94	Apa kecil
45	90	6,81	287	2,94	Apa kecil
50	92	6,78	282	2,93	Apa kecil
55	93	6,77	278	2,90	Apa kecil
59	97	6,70	280	2,91	Apa kecil
-	-	-	4,5	-	Proses Selesai

V. Kesimpulan

Dari hasil perancangan, pembuatan, pengujian dan pengukuran alat yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor PT100 layak digunakan karena selisih dari pengukuran suhu yang sudah ada sekitar 1.54°C.
2. Sensor pH dapat mendeteksi kadar pH pada cairan gula cair dengan rata-rata persen error 1.09%
3. Dari proses Likuifakasi yang dilakukan oleh alat membutuhkan waktu sekitar 98 menit dengan kapasitas 20 Liter untuk menghasilkan gula setengah jadi.
4. Konsumsi daya sistem pada saat kondisi Standby sebesar 4.5 watt dengan mengaktifkan panel saja. Pada saat sistem bekerja sebesar 311 watt dengan mengaktifkan motor pengaduk, valve gas dan pemantik
5. Pada pengaturan kompor LPG dapat bekerja baik dengan set suhu yang telah diatur pada program sehingga dapat mengurangi pekerjaan operator.
6. Pemberian cairan enzim dan basa masih dilakukan secara manual. Namun data didapatkan secara digital dan akurat daripada menggunakan kertas lakmus.
7. Pada pemberian enzim dapat bekerja baik dengan memberi 5ml enzim kepada 20 Kg bahan agar tidak terjadi gelantinsasi dan tidak membuat bahan gosong.

11. Beran, J.A., 1996, Chemistry in the Laboratory, John Willey & Sons.
12. Ives, David J.G; George J. Janz. 1996. Reference Electrodes Theory Practice. 1th ed. Academic Press
13. Maxi, Integrated Products, Inc. 2015. Extremely Accurate I2C-integrated RTC DS3231
14. Mateus G. Godoy. Graziella M. 2017. Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil

DAFTAR PUSTAKA

1. Suripto, dkk. Pengembangan Gula Cair berbahan Ubi Kayu Sebagai Alternatif Gula Kristal. Bogor. Institut Pertanian Bogor. ISSN : 1411-6340
2. Mulyana. Jaka, dkk. 2016. Rancang Bangun Alat Pemroses Gula Cair (Sirup Glukosa) dari Ubi Singkong Untuk Industri Kecil Menengah. Surabaya. Universitas Katolik Widya Mandala
3. SurabayaAzis. Abdul, dkk. 2014. GUCASUKI : Gula Cair dari Kulit Singkong Alternatif Sumber Glukosa. Bogor. Institut Pertanian Bogor
4. Reinol. 2016. Motor satu fasa dan tiga fasa. Politeknik Negeri Batam
5. <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> (Diakses tanggal 08 November 2017, teori mikrokontroler Arduino)
6. Department of Energy Fundamentals Handbook. 2014 "Mechanical Science Modul 4 Valves"
7. Kushgara,2012, "LCD", <http://www.engineersgarage.com/electroniccomponents/16x2-lcd-module-datasheet>, (Diakses tanggal 08 November 2017, teori LCD)
8. Unknown, "Teori relay", <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>, diakses tanggal 15 Februari 2018.
9. Adafruit MAX31865 RTD PT100 pr PT100 Amplifier
10. Miller, J.N and Miller, J.C., 2000, Statistics and Chermometric for Analytical Chemistry, 4th ed, Prentice Hall, Harlow.