Rancang Bangun Alat Deteksi Karbohidrat Pada Makanan Dengan Metode Uji Benedict Berbasis Mikrokontroler

D. L. Arie[1], A. Subandi [2]
[1]Teknik Komputer, [2]Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
[3]Universitas Komputer Indonesia Bandung
[1]laksana.dedyarie@gmail.com, [2]ayub.subandi@email.unikom.ac.id

ABSTRAK

Makanan yang selalu kita konsumsi setiap hari yaitu nasi, kentang, dan roti adalah kaya akan karbohidrat, dimana karbohidrat ini sangatlah penting untuk sumber energi utama bagi kita. Karbohidrat bisa disederhanakan kedalam tiga kelas, yaitu monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Namun biasanya karbohidrat disini kita selalu menyebutnya dengan nama glukosa atau gula pereduksi. Untuk mengetahui kandungan karbohidrat pada makanan, kita harus melakukan analisa di laboratorium agar bisa mendapatkan suatu hasil data karbohidrat dalam suatu makanan. Karena proses ini membutuhkan waktu lama, maka pada penelitian ini dirancanglah suatu alat sederhana untuk membantu masyarakat dalam mengetahui salah satu jenis dari banyaknya uraian zat karbohidrat. Alat ini ditujukan untuk mengatasi kendala efisiensi waktu dan tempat, maka dirancanglah suatu alat sederhana untuk deteksi kandungan karbohidrat pada makanan menggunakan mikrokontroler arduino mega, sensor warna, reagen benedict, dan beberapa komponen dan bahan pendukung lainnya.

Kata kunci: **Karbohidrat, Arduino mega, Reagen benedict, Sensor warna.**

ABSTRACT

The foods we always consume each day are rice, potatoes, and bread is rich in carbohydrates, where these carbohydrates are essential for our primary energy source. Carbohydrates can be simplified into three classes, namely monosaccharides, disaccharides, and polysaccharides. But usually carbohydrates here we always call it by the name of glucose or reducing sugar. To know the content of carbohydrates in food, we must do the analysis in the laboratory to get a result of carbohydrate data in a food. Because this process takes a long time, then in this study was designed a simple tool to help people for knowing one type of the many descriptions of carbohydrates. This tool is intended to overcome the constraints of time and space efficiency, then it is design of a simple tool for the detection of carbohydrate content in food using arduino mega microcontroller, color sensor, benedict reagent, and some other components and supporting materials.

Keywords: ***Carbohydrates, Mega arduino, Benedict reagents, Colour sensors.***

1. PENDAHULUAN

Sebagai masyarakat awam tentu kita tidak dapat langsung mengetahui berapa banyak karbohidrat agar bisa mendapatkan cukup energi jika hanya dengan melakukan aktifitas makan dan minum saja. Kita perlu melakukan uji makanan terlebih dahulu, karena jika terlalu banyak karbohidrat itu juga tidaklah baik untuk kesehatan tubuh.

Dalam pengujian kandungan nutrisi pada makanan seperti karbohidrat, dan vitamin misalnya, badan pengawas obat dan makanan pun juga tidak bisa langsung mengetahui kandungan nutrisi yang ada dalam suatu makanan. Makanan tersebut harus diuji terlebih dahulu di laboratorium kemudian baru bisa diketahui kandungan gizi dan nutrisi dalam makanan tersebut. Jadi proses analisa makanan di laboratorium ini membutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga masyarakat yang ingin mengetahui kandungan dari suatu makanan khususnya kebutuhan karbohidrat ini tidak bisa langsung mengetahui daripada kandungan nutrisi yang ada pada makanan tersebut. Untuk mengatasi kendala efisiensi waktu dan tempat maka dibuatlah rancangan alat deteksi kandungan karbohidrat pada makanan menggunakan mikrokontroler arduino mega. Dimana prinsip kerja sistem ini yaitu merubah data analog dari hasil penghalusan makanan yang sudah dicampurkan pereaksi kimia (reagen) benedict, kemudian data dibaca oleh sensor warna yang sudah terhubung

dengan mikrokontroler dan hasil kalibrasi data-data akan ditampilkan pada modul LCD.

2. TEORI PENUNJANG

A. Uji Benedict

Uji benedict atau tes benedict digunakan untuk menunjukkan adanya monosakarida dan gula pereduksi. Monosakarida dan gula pereduksi dapat bereaksi dengan reagen benedict karena keduanya mengandung aldehida ataupun keton bebas. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna larutan menjadi hijau, kuning, orange, atau merah bata dan muncul endapan hijau, kuning, orange atau merah bata [3].

B. Arduino Mega 2560

Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memory mikrokontroller. Bahasa pemograman Arduino adalah bahasa pemograman yang umum digunakan untuk membuat perangkat lunak yang di tanamkan pada Arduino board. Bahasa pemegroman Arduino mirip dengan bahasa C. Arduino mega 2560 adalah mikrokontroler berbasis ATmega2560 yang memiliki 54 digital pin input/output, dimana 15 dapat digunakan sebagai output PWM, 16 analog input, 4 UART (hardware port serial), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler dengan hanya menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau power dengan adaptor AC-DC ataupun baterai [4].

C. Sensor Warna TCS3200

Sensor Warna TCS3200 menggunakan chip TAOS TCS3200 RGB. Modul ini telah terintegrasi dengan 4 LED dapat mendeteksi dan mengukur intensitas warna tampak. Beberapa aplikasi yang menggunakan sensor ini diantaranya: pembacaan warna, pengelompokkan barang berdasarkan warna, ambient light sensing and calibration, pencocokan warna, dan banyak aplikasi lainnya.

D. Reagen Benedict

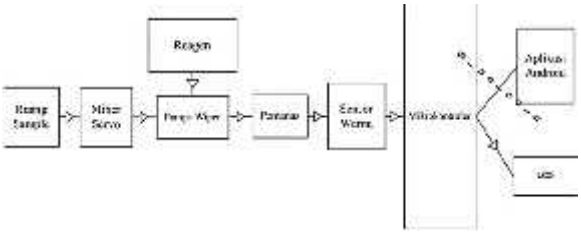
Benedict / fehling A dan fehling B digunakan untuk menunjukkan kandungan bahan makanan kelompok gula (monosakarida dan disakarida). Reagen Benedict adalah reagen kimia yang biasa digunakan untuk mendeteksi adanya gula pereduksi. Larutan Benedict dapat digunakan untuk menguji adanya glukosa.

3. PERANCANGAN

Perancangan yang dilakukan terdiri dari perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, perancangan mikrokontroler dan Perangcangan mekanik.

A. Perancangan Perangkat Keras

Gambar 1 merupakan sistem yang akan dirancang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Blok

Keterangan dari diagram blok sistem diatas adalah sebagai berikut:

Ruang Sample: merupakan tempat sample makanan yang akan dideteksi.

Mixer Motor DC: berfungsi untuk menghaluskan makanan, dengan memodifikasi ujung motor dc seperti baling pisau pemotong seperti pisau pada blender.

Pompa Wiper: menggunakan komponen peristaltic water pump dimana berfungsi untuk memompa atau menyedot cairan kimia yaitu reagen benedict untuk dicampurkan dengan makanan yang ada di ruang sampel setelah proses penghalusan selesai.

Pemanas: pemanas yang digunakan untuk memanaskan ruang sample yaitu sebuah *water heater* yang difungsikan sebagai wadah air panas yang akan digunakan untuk proses pemanasan ruang sample.

Reagen: adalah indikator uji makanan, yang berfungsi untuk digunakan mendeterminasi kandungan nutrien dalam makanan. Pereaksi yang digunakan adalah reagen benedict.

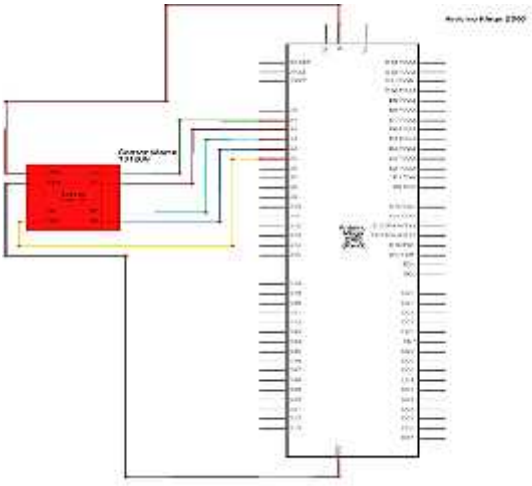
Sensor Warna: berfungsi untuk membaca perubahan warna untuk mendapatkan atau membaca data dari hasil semua proses kerja alat, karena sensor warna ini adalah proses terakhir dari analisis karbohidrat yang dikerjakan sistem alat ini.

Mikrokontroler: berfungsi sebagai pengolah data dari masukan sebelumnya. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega.

Bluetooth HC05: modul untuk komunikasi antara aplikasi pada android dengan arduino.

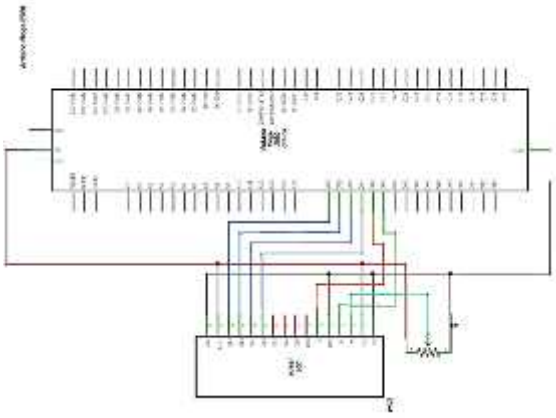
Aplikasi pada Android: berfungsi untuk mengontrol semua aktifitas sistem kerja alat.

LCD 20x4: berfungsi untuk menampilkan data hasil proses deteksi.



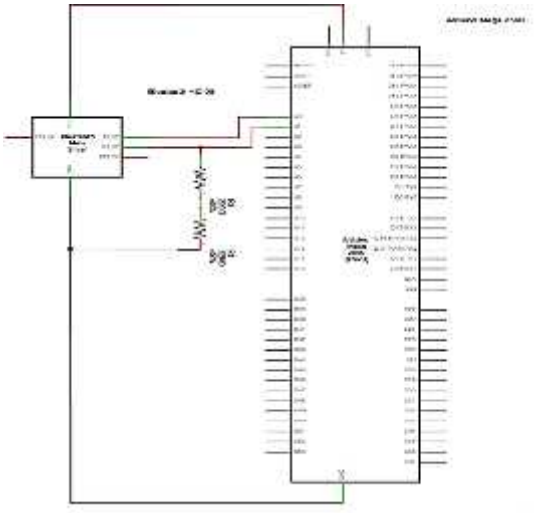
Gambar 2. Konfigurasi Sensor Warna TCS 3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor warna yang sering digunakan pada aplikasi mikrokontroler ini, digunakan untuk pendeteksian suatu objek benda atau warna dari objek yang dimonitor. Sensor warna ini digunakan sebagi pembaca data analog yang dihasilkan dari proses akhir sistem alat ini.



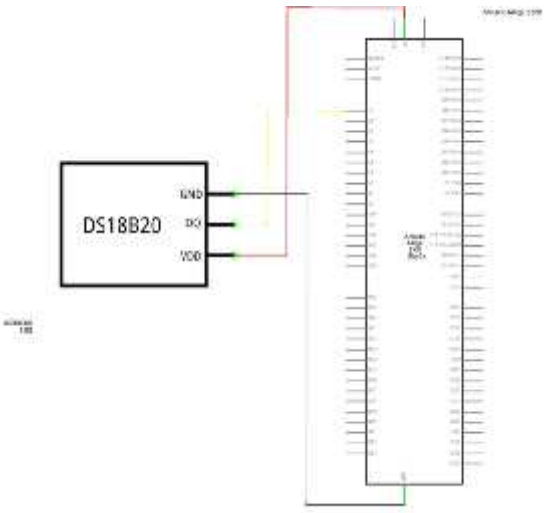
Gambar 3. Konfigurasi LCD 20x4

LCD digunakan untuk menampilkan data yang dibaca oleh sensor warna dan hasil pengolahan data oleh mikrokontroller. LCD disini akan menampilkan hasil dari pembacaan sensor-sensor yang terhubung dengan mekanik dan diproses oleh Arduino Mega dan LCD akan menampilkan hasil dari pengolahan data tersebut.



Gambar 4. Konfigurasi Bluetooth

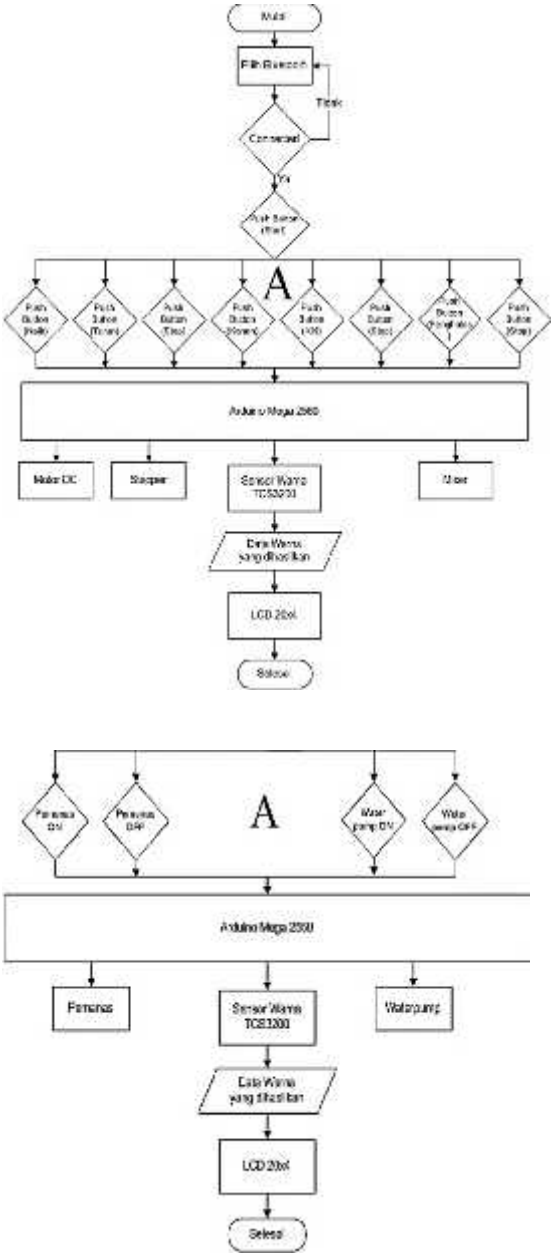
Untuk menjalankan komunikasi antara aplikasi sederhana pada android sebagai alat pengontrol jalannya mekanik alat ini dengan Arduino Mega sebagai mikrokontroler, digunakanlah Bluetooth dengan tipe HC-05. Dimana bluetooth ini akan menerima perintah data yang dikirimkan melalui android ke Arduino Mega melalui pin RX dan TX.



Gambar 5. Konfigurasi Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu ini diperlukan karena salah satu prosedur dari pengujian karbohidrat menggunakan uji benedict ini, suhu panas air tidak boleh melebihi 70 derajat celcius. Maka digunakanlah sensor suhu ini untuk memantau apakah air mendidih sudah sampai di angka 70 derajat celcius.

B. Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 6. Diagram Alir Perangkat Lunak

Alur awal dari sistem alat ini yaitu inisialisasi program ketika tombol push button yang bernama "*Start*" pada antarmuka aplikasi android ditekan kemudian akan masuk ke menu *connectivity.* Dimana pada menu ini terdapat banyak tombol-tombol untuk menjalankan semua rangkaian komponen atau mekanik pada alat yang dirancang. Pertama-tama pilih atau tekan tombol pilih bluetooth yang kemudian akan mencari modul bluetooth lain yang aktif. Disini modul bluetooth HC-05 yang dugunakan sebagai slave atau penerima data yang telah terpasang pada mikrokontroler Arduino. Setelah saling terkoneksi, antara aplikasi android dan rangkaian alat, semua fungsi tombol dalam antarmuka aplikasi bisa dijalankan. Misalnya salah satu tombol "*waterpump on*" ini akan memberikan perintah data pada mikrokontroler untuk memberikan kondisi high dimana sudah di inisialisasi pada program jika diberikan kondisi high, komponen relay yang dirangkai akan aktif dan *waterpump* akan bekerja yaitu memompa pereaksi kimia untuk di berikan pada ruang sampel melewati selang plastik kecil yang telah dipasangkan. Kondisi tadi adalah salah satu dari banyak perintah tombol yang akan dikerjakan atau diproses oleh mikrokontroler sebagaimana yang telah diinisialisasikan pada program terhadap semua rangkaian komponen atau mekanik alat untuk melakukan semua tugasnya masing-masing.

Misalnya komponen motor stepper nema 17 yang dirangkai padda alat menggunakan tali *fanbelt* untuk membawa ruang sampel ke kanan atau pun ke kiri. Setelah semua prosedur uji dilakukan oleh serangkaian tugas dari komponen alat, proses terakhir adalah sensor warna TCS3200 akan membaca perubahan warna pada ruang sample yang sebelumnya telah melewati beberapa proses yaitu penghalusan makanan, pemberian pereaksi kimia oleh *waterpump*, pemanasan pada tabung *waterheater* selama 5 menit pada kondisi suhu 70 derajat celcius, dan kemudian perubahan warna makanan pada tabung reaksi (ruang sampel) akan di baca atau diproses oleh sensor warna. Sensor warna akan membaca data analog dari warna yang dihasilkan pada ruang sampel kemudian dirubah menjadi data digital kode hex RGB warna. Setelah proses selesai data akan ditampilkan pada LCD 20x4.

C. Penyusunan Aplikasi Android

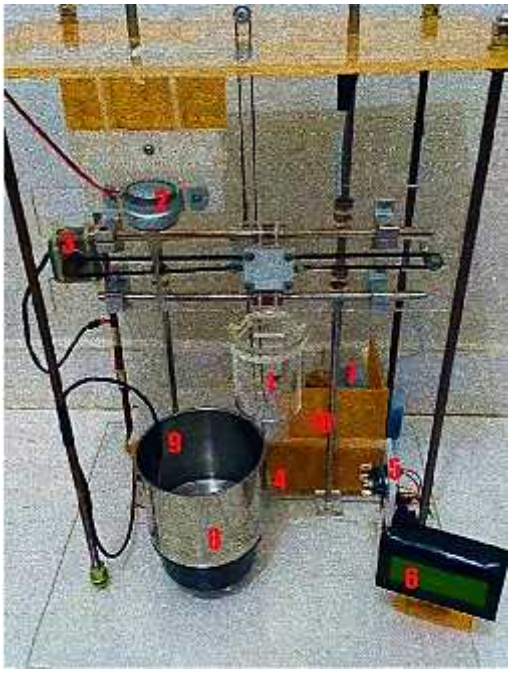
Berikut perancangan program sederhana yang berfungsi untuk mengontrol semua gerakan dari proses alat deteksi karbohidrat pada makanan ini. Perancangan perangkat lunak sistem yang dirancang yaitu pemrograman Arduino IDE (*Integrate Development Environment*) yaitu perangkat lunak yang bersifat terbuka atau open source. Pemrograman pada android menggunakan pemrograman App Inventor yang disediakan oleh appinventor.mit.edu dan menggunakan Android sebagai sistem operasi dari *smartphone.*



Gambar 7. Aplikasi pada android

D. Perancangan Mekanik

Pada desain perancangan alat ini sangat berperan penting, karena dalam mendesain perlu adanya perhitungan dari berbagai komponen-komponen dan jenis bahan yang akan digunakan dalam pembuatan alat deteksi karbohidrat ini agar memiliki kontruksi yang kuat. Untuk lebih jelas, dapat dilihat desainnya pada gambar di bawah ini:



Gambar 8. Bagian rancangan alat

Tabel 1. Merupakan penjelasan dari bagian-bagian rancangan dari alat.

No	Keterangan
1	*Ruang Sample (Gelas ukur)*
2	*Motor DC (Sebagai mixer penghalus)*
3	*Motor Stepper Nema17*
4	*Motor DC-Gearbox*
5	*Sensor Warna TCS3200*
6	*LCD 20x4*
7	*Waterpum Peristaltic*
8	*Pemanas (Water heater)*
9	*Sensor Suhu DS18B20*
10	*Box (berisi komponen elektronika, Bluetooth dan Arduino*

4. HASIL PENGUJIAN

Pada bab ini membahas hasil pengujian dan analisa dari keseluruhan sistem yang telah dibuat meliputi pengujian perangkat keras pada setiap blok komponen perangkat keras yang digunakan dan perangkat lunak yaitu aplikasi sederhana pada android yang digunakan sebagai control perintah untuk menjalankan sistem kerja alat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan sebagaimana mestinya, juga untuk mengetahui kualitas dan fungsi alat tersebut sudah tercapai atau tidak.

A. Pengujian Perangkat Lunak

Pada pengujian perangkat lunak akan diuji keberhasilan algoritma dari program yang telah dibuat, yaitu pengiriman data algoritma aplikasi melalui pin data RX dan TX modul bluetooth untuk kontrol perintah atau menjalankan keseluruhan sistem kerja dari alat.

Tabel 2. Adalah pengujian masukan data dari program android untuk kontrol kerja pada alat.

No	Data string dari aplikasi android	Data string yang terima modul bluetooth	Komponen alat	Ket.
1	W	W	Motordc (gearbox)	Naik
2	X	X	Motordc (gearbox)	Turun
3	Z	Z	Motordc (gearbox)	Stop
4	A	A	Motor Stepper	Kiri
5	D	D	Motor Stepper	Kanan
6	S	S	Motor Stepper	Stop
7	E	E	Motor dc (mixer)	On
8	Q	Q	Motor dc (mixer)	Off
9	U	U	Waterpup peristaltic	On (relay N2)
10	I	I	Waterpup peristaltic	Off (relay N2)
11	P	P	Waterheater	On (relay N1)
12	O	O	Waterheater	Off (relay N1)

Kesimpulan dari data pada tabel bahwa string yang ditulis dalam blok algoritma aplikasi pada android yang selanjutnya dikirim dan diterima oleh modul bluetooth dan terlihat pada tabel data pengujian diatas menunjukkan kesuksesan dengan persentase 100% karena semua komponen yang dikontrol oleh aplikasi berjalan dengan baik.

B. Pengujian Motor Stepper

Pengujian ini untuk mengetahui jarak pergerakan stepper, agar pergerakan steper tidak melebihi jalur yang telah ditentukan karena sistem pada alat ini setiap gerakan baik ke kanan atau kiri itu membawa ruang sample berupa gelas ukur.

Berikut tabel 3. Adalah data pengujian pergerakan motor stepper nema 17.

Pengujian Motor Stepper Ke Kanan dan Ke Kiri		
No	**Klik per Rotasi**	**Jarak (Dari jarak Awal)**
1	Klik untuk Value 50	¼ rotasi = 1cm
2	Klik untuk Value 100	½ rotasi = 2cm
3	Klik untuk Value 200	1 rotasi = 4cm
4	Klik untuk Value 400	2 x rotasi = 8cm

C. Pengujian Pergerakan Motor DC (*gearbox)*

Pengujian ini untuk mengetahui pergerakan naik dan turun dari motor dc gearbox melalu masukan arus atau voltase yang digunakan. Uji ini dilakukan agar mendapatkan efesiensi waktu dalam menyelesaikan proses naik turun ketika membawa ruang sample. Memang tidak begitu signifikan perbedaannya namun disini didapatkan efisiensi dalam segi waktu.

Berikut tabel 4. Adalah data pengujian pergerakan motor DC (*gearbox*).

Pengujian Motor DC gearbox Ke atas dan Ke bawah			
No	**Voltase**	**Per klik**	**Jarak waktu pergerakan**
1	5 Volt	Satu kali klik	Motor dc tidak bergerak
2	12 Volt	Satu kali klik	Jarak 10 cm per 6 detik
3	24 Volt	Satu kali klik	Jarak 10 cm per 3 detik

D. Pengujian Sensor Suhu dan LCD

Pada bagian LCD akan menampilkan setiap hasil pembacaan dari beberapa sensor salah satunya yaitu sensor suhu yang digunakan untuk memantau suhu dari tabung pemanas. Pada pengujian tampilan LCD akan dilakukan pengujian keluaran pembacaan sensor suhu pada LCD untuk menunjukkan bahwa alat telah berjalan dengan baik dan benar.



Gambar 9. Merupakan tampilan LCD ketika pembacaan sensor suhu bekerja.

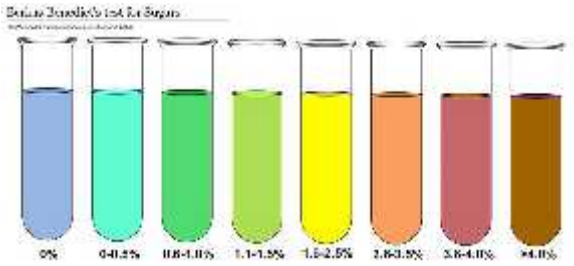
E. Pengujian Sensor Warna

Pada pengujian sensor warna akan diuji keberhasilan dari pembacaan sensor terhadap perubahan warna makanan pada ruang sampel yang dihasilkan dari beberapa prosedur uji yang telah dilewati atau dilakukan alat, dimana pembacaan oleh sensor warna ini adalah tahap terakhir dari uji benedict yang dilakukan untuk pengujian karbohidrat sederhana atau gula pereduksi atau masyarakat selalu menyebutnya dengan nama glukosa. Tabel 5 adalah tabel dari pengujian sensor warna untuk pembacaan data perubahan warna makanan per 100 gram pada ruang sampel, dimana dilampirkan juga tabel 6 yaitu

daftar kode hex RGB sebagai acuan warna dasar untuk pembanding dengan data yang dibaca oleh sensor warna pada ruang sampel dan gambar 10 adalah persentase tes benedict untuk uji gula sederhana.

Tabel 5. Pengujian sensor warna (pengujian karbohidrat sederhana atau gula pereduksi).

No	Bahan Makanan (Setelah dihaluskan) Per 100gr	Reaksi / perubahan warna pada larutan Benedict (Fehling A+B)		Hasil Uji Pembacaan Sensor Warna TCS3200	Ket.
		Sebelum dipanaskan	Sesudah dipanaskan		
1	Nasi	Biru	Merah bata	+ RGB (151, 30, 31)	Mengandung glukosa 3,6 %
2	Roti	Biru	Merah bata	+ RGB (146, 27, 31)	Mengandung glukosa 3,6 %
3	Telur	Ungu tua	Hitam	- RGB (100, 105, 101)	Tidak mengandung glukosa
4	Minyak goreng	Hijau	Hijau	- RGB (0, 245, 120)	Tidak mengandung glukosa
5	Susu	Ungu	Merah bata	+ RGB (160, 28, 25)	Mengandung glukosa 3,6 %
6	Kacang tanah	Ungu	Hitam keruh	- RGB (90, 98, 98)	Sedikit mengandung glukosa 1,6 %
8	Pisang masak	Biru	Orange	+ (253, 127, 5)	Mengandung glukosa 2,6%



Gambar 10. Test Benedict untuk Karbohidrat Sederhana (Glukosa)

Tabel 6. Daftar kode Hex RGB

Nama Warna	kode Hex RGB	kode Desimal RGB
Warna dasar Merah		
Merah Indian	CD 5C 5C	205 92 92
Koral terang	F0 80 80	240 128 128
Salmon	FA 80 72	250 128 114
Salmon gelap	E9 96 7A	233 150 122
Salmon terang	FF A0 7A	255 160 122
Krimson	DC 14 3C	220 20 60
Merah	FF 00 00	255 0 0
Merah Bata	B2 22 22	178 34 34
Merah tua	8B 00 00	139 0 0
Chartreuse	7F FF 00	127 255 0
LawnGreen	7C FC 00	124 252 0
Lime	00 FF 00	0 255 0
LimeGreen	32 CD 32	50 205 50
Abu-abu Tua	A9 A9 A9	169 169 169
Abu-abu	80 80 80	128 128 128
DimGray	69 69 69	105 105 105
LightSlateGray	77 88 99	119 136 153
SlateGray	70 80 90	112 128 144
DarkSlateGray	2F 4F 4F	47 79 79
Hitam	00 00 00	0 0 0
Merah oranye	FF 45 00	255 69 0
Oranye tua	FF 8C 00	255 140 0
Oranye	FF A5 00	255 165 0
Emas	FF D7 00	255 215 0
Kuning	FF FF 00	255 255 0

Bisa dilihat pada tabel 5 diatas untuk uji gula sederhana pada beberapa bahan pangan tersebut, semakin merah bahan yang diuji maka menandakan semakin banyaknya kandungan glukosa atau gula sederhana yang terdapat dalam bahan tersebut. Misalnya pengujian pada tabel 4.5 nomor 4 yaitu pengujian pada susu, terlihat sensor warna membaca data perubahan warna pada tabung reaksi atau ruang sampel dengan kode hex RGB (160, 28, 25) ini tidak jauh berbeda dengan kode dasar hex RGB warna merah bata (dapat dilihat pada tabel 4.4) yaitu (178, 34, 34) kemudian data hasil pembacaan sensor warna disandingkan dengan data dari berkas *test benedict for sugar* (dapat dilihat pada gambar 4.2) yaitu warna merah bata adalah mengandung karbohidrat sederhana atau glukosa dari rentang 3,6 % sampai 4,0%. Dapat disimpulkan semakin banyak konsentrasi monosakarida atau gula pereduksi dalam suatu larutan, akan membuat warna larutan semakin merah bata. Jadi apabila setelah diuji benedict suatu larutan berwarna hijau, maka konsentrasi monosakarida atau

gula pereduksinya sedikit. Apabila berwarna kuning maka konsentrasinya lebih banyak, dan apabila berwarna merah bata maka konsentrasinya lebih banyak lagi. Namun apabila larutan tetap berwarna biru, hal itu menandakan bahwa tidak terdapat monosakarida atau gula pereduksi dalam larutan tersebut.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan perancangan sistem hingga pengujian yang telah dilakukan serta hasil pengujian dan analisa perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dibangun dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem yang dirancang pada alat telah berfungsi dengan baik, dapat dilihat pada data pengujian, semua bagian alat baik perangkat keras maupun perangkat lunak berfungsi sesuai dengan sistem yang dirancang sehingga efesiensi waktu untuk semua prosedur uji tercapai. Jika dibandingkan dengan uji di laboratorium yang menggunakan waktu selama satu minggu dengan menggunakan alat ini waktu yang digunakan hanya 20 menit namun data pengujian hanya menunjukkan uji dari karbohidrat sederhana atau gula pereduksi.

Saran

1. Alat bisa dikembangkan lagi untuk menjadi otomatis tanpa perintah klik *button* untuk menjalankan satu proses.
2. Untuk uji gula sederhana ini, usahakan agar buah pisang ataupun makanan lain dihancurkan sampai sahalus mungkin agar pencampuran dengan larutan fehling merata pada bahan. Dikarenakan proses penghalus pada alat yang dibangun ini jauh dari sempurna.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] M. F. Wicaksono dan Hidayat, *Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino*, Penerbit INFORMATIKA, 2017.

[2] Christianthp2010.wordpress.com. 2013. “Uji Karbohidrat”. Diakses pada tanggal 23 Juni 2017. Dari https://christianthp2010.wordpress.com/2013/10/21/uji-karbohidrat/.

[3] Edubio.info. 2014. “Uji Benedict”. Diakses pada tanggal 25 Juni 2017. Dari http://www.edubio.info/2014/04/uji-benedict.html.

[4] Ecadio.com. “Mengenal Arduino Mega 2560”. Diakses pada tanggal 25 Juni 2017. Dari http://ecadio.com/belajar-dan-mengenal-arduino-mega.

[5] K. Abdul, *From Zero To A Pro Pemrograman C++*, Penerbit Andi, 2014.

[6] Wowilingrivo. 2012. “Pemograman Arduino”. Diakses pada tanggal 3 Juli 2017. Dari https://wowilingrivo.wordpress.com/tag/pemrograman-arduino/.

[7] Baskara Blog. 2013. *“Sensor Warna TCS3200 and TCS3210”*. Diakses pada tanggal 6 Juli 2017. Dari http://baskarapunya.blogspot.co.id/2013/05/sensor-warna-tcs3200-and-tcs3210.html.

[8] Daftar warna. “Kode Hex RGB”. Diakses pada tanggal 12 September 2017 dari https://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_warna.

[9] Wikipedia. “Benedict Test For Sugar”. Diakses pada tanggal 12 September 2017. Dari https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Benedict%27s_test_for_Sugars.png.