

# Peta Elektronik Sebagai Media Informasi Bagi Tunanetra Berbasis Labview dan NI MyRio-1900

Zulfatman<sup>1\*</sup>, Akhyar Anadiansyah<sup>2</sup>, Nurkasan<sup>3</sup>

**Abstract**—Electronic map is one of the learning media developed for the blind. The media can fulfill the blind needs in acquiring knowledge. This study aims to develop electronic map as learning media for the blind. On this electronic map, the TCS3200 color sensor was used to recognize embossed maps that have been given different colors. Each color had different RGB frequencies and values. NI MyRio-1900 served as an interface that integrated personal computer as a human machine interface with sensors. Through NI MyRio-1900, personal computer can find out the responses generated by the sensor in matching colors, acquire the period, duty cycle, total frequency, and frequency graph, and can sort the information to be conveyed to the blind. Information about the area whose color was read by the sensor would be delivered through a loudspeaker. From the tests performed, it appeared that the TCS3200 color sensor was able to detect 28 color areas on the map correctly, with RGB sensor values were slightly different from the RGB values in the literature. Malang, for example, was light green, had a frequency value of each  $R = 345$ ,  $G = 226$ , and  $B = 117$ , which was converted to obtain the RGB sensor value of  $R = 140$ ,  $G = 194$ ,  $B = 64$ , with period value of  $0.00001715$  s,  $52.2145\%$  duty cycle, and voice issued in the form of information and potential in the area of Malang.

**Intisari**—Peta elektronik merupakan salah satu media pembelajaran yang dikembangkan untuk tunanetra. Media ini dapat menunjang pemenuhan kebutuhan tunanetra dalam memperoleh pengetahuan. Tujuan dari makalah ini adalah mengembangkan peta elektronik sebagai media pembelajaran bagi tunanetra. Pada peta elektronik ini, sensor warna TCS3200 digunakan untuk mengenali peta timbul yang telah diberikan warna-warna berbeda. Setiap warna memiliki frekuensi dan nilai RGB yang berbeda-beda. NI MyRio-1900 berfungsi sebagai antarmuka yang mengintegrasikan *personal computer* (PC) sebagai *human machine interface* dengan sensor. Melalui NI MyRio-1900, PC dapat mengetahui respons yang dihasilkan oleh sensor dalam mencocokkan warna, mengetahui besar periode, *duty cycle*, total frekuensi, dan grafik frekuensi, serta dapat memilah informasi yang akan disampaikan kepada tunanetra. Informasi-informasi tentang daerah yang warnanya dibaca oleh sensor disampaikan melalui *speaker*. Dari pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa sensor warna TCS3200 mampu mendeteksi 28 warna daerah pada peta dengan tepat, dengan nilai RGB sensor yang tidak jauh dari nilai RGB standar pada literatur. Kota Malang yang berwarna hijau muda, memiliki nilai frekuensi masing-masing  $R=345$ ,  $G=226$ , dan  $B=117$ , yang dikonversi sehingga diperoleh nilai RGB sensor berupa  $R=140$ ,  $G=194$ ,  $B=64$ , dengan nilai periode  $0,00001715$  s, *duty cycle*

$52,2145\%$  serta suara yang dikeluarkan berupa informasi dan potensi yang ada di daerah Kota Malang.

**Kata kunci:** Tunanetra, media informasi, peta elektronik, sensor TCS3200, MyRio-1900.

## I. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, fasilitas yang memudahkan dan menunjang hidup manusia juga berkembang lebih modern, terlebih lagi dengan kehadiran beragam inovasi teknologi [1], [2]. Dengan bantuan teknologi, manusia dapat menyerap informasi sebanyak-banyaknya. Namun berbeda dengan para penyandang tunanetra yang membutuhkan bantuan agar pengetahuan dan pemahaman mereka akan dunia luar kurang lebih sama dengan orang normal lainnya.

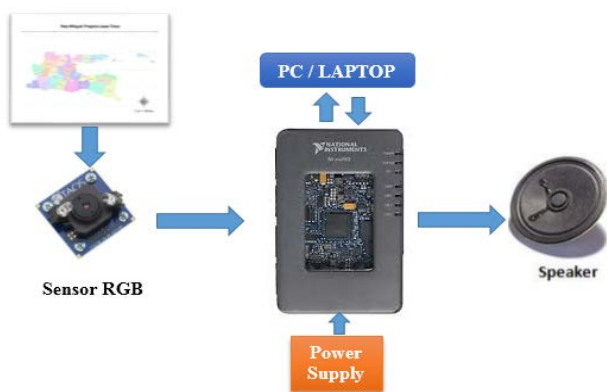
Berdasarkan survei, angka kebutaan di Indonesia merupakan populasi 1,5% paling tinggi di Asia [3]. 1% atau sekitar 3,5 juta penduduk Indonesia mengidap kebutaan. Minimnya fasilitas dan layanan pendidikan yang mudah diakses bagi komunitas difabel juga menambah faktor terbatasnya akses informasi yang didapat [4]. Lebih jauh, dikatakan sekitar 60 juta penyandang disabilitas masih termaginalkan akibat hambatan akses informasi. Padahal, pada dasarnya informasi yang dibutuhkan oleh penyandang tunanetra sama dengan orang normal lainnya. Hanya saja, penyandang tunanetra membutuhkan orang lain dalam proses belajar tersebut karena harus menggunakan indera nonpenglihatan seperti indera peraba dan indera pendengaran.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka gagasan untuk melakukan perancangan dan pembuatan peta elektronik bagi penyandang tunanetra akan dapat memberikan kesempatan belajar geografi kepada penyandang tunanetra. Geografi sendiri adalah ilmu pengetahuan yang pernah disebut sebagai induk ilmu pengetahuan (*mother of sciences*) yang turut berperan dalam memberikan sumbangan pemikiran dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan pembangunan [5].

Media pembelajaran geografi berupa peta elektronik bagi tunanetra ini dilengkapi dengan teknologi sensor warna sebagai pendeteksi peta. Sensor warna memiliki peran mengonversi warna cahaya ke frekuensi. Pada sensor warna TCS3200 terdapat dua komponen utama, yaitu *photodiode* yang disusun secara *array*  $8 \times 8$  dengan konfigurasi 16 *photodiode* dan pengubah arus ke frekuensi [6]. Sensor warna banyak memiliki peran dalam membantu aktivitas disabilitas tunanetra, seperti pada pengaplikasian nominal uang kertas dengan cara membentuk pola *range* RGB tiap uang kertas dengan menghasilkan tujuh warna dari tiap-tiap uang kertas yang berbeda [7]. Penelitian selanjutnya dalam perancangan alat pendeteksi warna untuk membantu penyandang tunanetra dapat terealisasi dengan mendeteksi tujuh warna primer.

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang 65144 (Tlp:0341-464318-129; e-mail: zulfatman@umm.ac.id)

(\*) Corresponding author



Gbr. 1 Diagram blok skema kerja sistem keseluruhan.

Perancangan ini dilengkapi juga dengan *loudspeaker* yang merupakan perangkat elektronika dengan fungsi mengubah arus listrik menjadi sinyal suara yang memiliki peran sebagai media informasi potensi daerah. *Personal computer* (PC) berperan sebagai operator dengan memanfaatkan *human machine interface* (HMI) pada LabView. Adanya peta elektronik ini diharapkan memudahkan penyandang tunanetra memperoleh informasi seputar ilmu geografi yang berkaitan dengan persebaran sumber daya alam atau potensi-potensi yang ada di wilayah Indonesia.

Tujuan dari studi ini adalah menciptakan sebuah antarmuka yang dapat membaca warna pada peta dan memberikan informasi yang terkait peta tersebut, sebagai media pembelajaran bagi penyandang tunanetra dengan menggunakan sensor warna TCS3200 yang terintegrasi dengan peta khusus menggunakan NI MyRio-1900 yang diproses dan ditampilkan menggunakan LabView.

II. METODOLOGI

Pada bagian ini dijelaskan rancangan perangkat keras dan lunak yang digunakan pada keseluruhan sistem. Perangkat keras sendiri memiliki beberapa bagian yang saling terhubung dalam sistem, sedangkan perangkat lunak dijadikan sebagai perantara antara komputer dengan perangkat keras. Secara umum, skema kerja sistem yang dikembangkan ditunjukkan pada Gbr. 1.

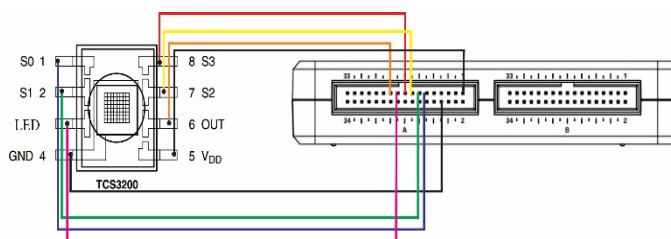
Sebagaimana terlihat pada Gbr. 1, proses awal kerja sistem dimulai ketika sensor melakukan inisialisasi RGB warna pada peta yang telah diberi alamat sesuai dengan degradasi warna yang berbeda. Jumlah warna yang digunakan adalah sejumlah 28 kabupaten/kota di Jawa Timur, karena menggunakan peta Jawa Timur. Setelah alamat warna pada setiap daerah diberikan, detektor yang berupa sensor warna TCS3200 akan mendeteksi daerah pada peta yang telah diberi warna berbeda tersebut, dengan mengidentifikasi frekuensi warna-warna tersebut. Selanjutnya, data dari sensor disimpan pada memori NI MyRio, sebagai masukan bagi proses pengontrol informasi peta.

NI MyRio menerima data dari sensor yang kemudian diproses oleh IC *Field Programmable Gate Array* (FPGA) yang terdapat pada NI MyRio. Kemudian, NI MyRio melakukan kalibrasi agar pengalaman yang dilakukan berdasarkan data dari sensor dapat dideteksi dan dibaca sesuai dengan keadaan sebenarnya. Selanjutnya, informasi terkait

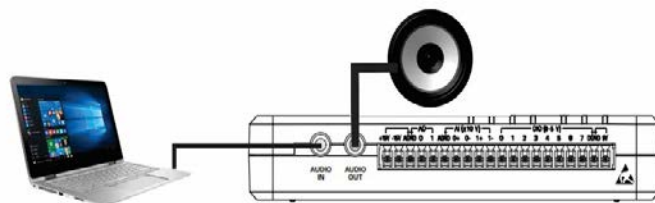
peta yang dideteksi oleh sensor ditampilkan melalui HMI yang diprogram pada Labview dan diperdengarkan melalui *speaker*.



Gbr. 2 Rancangan peta.



Gbr. 3 Rangkaian masukan perangkat keras.



Gbr. 4 Rangkaian keluaran perangkat keras.

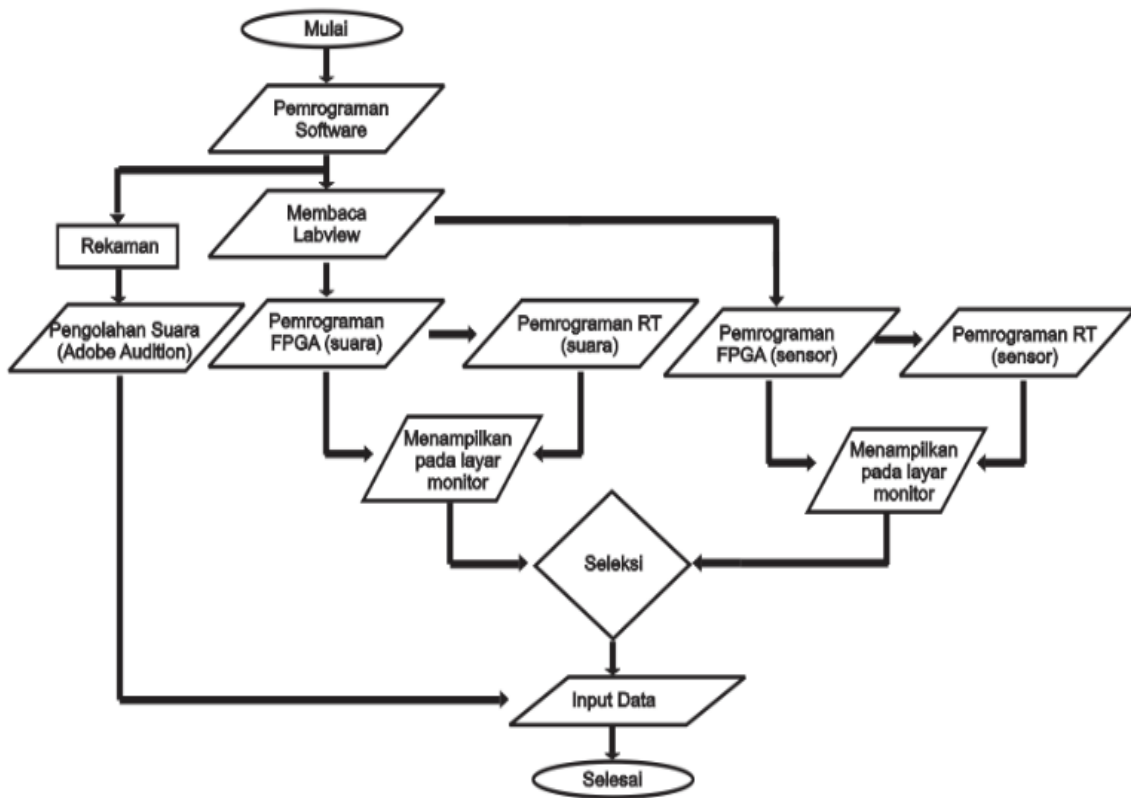
A. Perancangan Perangkat Keras

Rancangan perangkat keras pada sistem dibagi dalam tiga bagian, yaitu rancangan peta, rangkaian masukan, dan rangkaian keluaran perangkat keras. Ketiga bagian perangkat keras tersebut dijelaskan secara lengkap sebagai berikut.

1) *Rancangan Peta*: Gbr. 2 merupakan tampilan depan perangkat keras sistem peta elektronik yang dikembangkan. Peta wilayah Jawa Timur yang digunakan terdiri atas 28 warna yang berbeda. Warna-warna yang hampir mirip diletakkan pada daerah yang berjauhan, dengan batas daerah menggunakan warna hitam setebal 2 mm. Peta ini dicetak dan dilapisi akrilik *grafir*. Nama peta dan nama masing-masing kabupaten/kota pada peta ditulis dengan huruf Braille.

2) *Rangkaian Masukan Perangkat Keras*: Gbr. 3 merupakan antarmuka NI MyRio dan sensor warna TCS3200 dengan koneksi *pin* sebagaimana pada Tabel I.

3) *Rangkaian Keluaran Perangkat Keras*: Untuk rangkaian keluaran pada Gbr 4, *audio out* NI MyRio disambungkan dengan *speaker*, sementara *audio in* disambungkan dengan PC untuk mengontrol proses suara yang tersimpan dan dikeluarkan melalui *speaker*.



Gbr. 5 Diagram alir perancangan perangkat lunak.

TABEL I  
KONFIGURASI PIN MASUKAN PERANGKAT KERAS

No	Pin	
	Sensor	NI MyRio-1900
1	S0	Konektor MXP A pada pin 11 masukan digital
2	S1	Konektor MXP A pada pin 13 masukan digital
3	S2	Konektor MXP A pada pin 15 masukan digital
4	S3	Konektor MXP A pada pin 17 masukan digital
5	LED	Konektor MXP A pada pin 19 masukan digital
6	Keluaran	Konektor MXP A pada pin 21 digital input
7	Vdd	Konektor MXP A pin 1 tegangan +5V
8	Ground	Konektro MXP A pin 8, ground digital

B. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini menggunakan perangkat lunak Adobe Audition untuk proses rekaman dan LabView 2016 dalam melakukan pemrograman. Tahapan yang dilakukan dalam perancangan perangkat lunak ini diperlihatkan dalam Gbr. 5.

Berdasarkan diagram alir pada Gbr. 5, proses pertama adalah melakukan pengumpulan informasi daerah, di antaranya luas wilayah, jumlah penduduk, letak wilayah, potensi alam, potensi wisata, sejarah, dan kebudayaan. Setelah data terkumpul, dilakukan rekaman menggunakan perangkat lunak Adobe Audition dan data disimpan pada PC.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan pemrograman pada Labview yang terintegrasi dengan NI MyRio-1900. Yang pertama kali dilakukan adalah perancangan pada suara agar suara dapat dikeluarkan melalui audio dari MyRio dengan melakukan pemrograman pada FPGA, menggunakan *while*

*loop* untuk pengelompokan data. Kemudian dilakukan perancangan pada *real time* NI MyRio-1900 sehingga *filter* suara yang dilalui oleh data rekaman dapat dilihat.

Perancangan perangkat lunak selanjutnya yaitu perancangan pada sensor warna TCS3200. Pertama, dilakukan perancangan pada FPGA, yaitu melakukan inialisasi pada sensor warna TCS3200 sesuai dengan *datasheet* sehingga didapatkan keluaran berupa frekuensi. Dari keluaran berupa frekuensi tersebut diperlukan program untuk mendapatkan komposisi warna, yaitu dengan melakukan pengukuran dan perhitungan *scaling* pada RT Labview, sehingga dapat diketahui warna yang diperoleh serta dapat diketahui pula periode dan *duty cycle*. Untuk mendapatkan total frekuensi, periode, dan *duty cycle* digunakan (1), (2), dan (3).

$$T_{total} = T_{on} + T_{off} \tag{1}$$

$$D = \frac{T_{on}}{(T_{on}+T_{off})} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \tag{2}$$

$$V_{out} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times V_{in} \tag{3}$$

dengan  $T_{total}$  adalah periode,  $D$  adalah *duty cycle*, dan  $V_{out}$  adalah tegangan keluaran.

Setelah dilakukan perancangan pada sensor dan keluaran suara, maka perancangan terakhir yang dilakukan adalah perancangan HMI yang merupakan ranah operator dalam pengolah informasi yang dikeluarkan melalui *speaker*. Perancangan dilakukan dengan memberikan indikator LED pada layar yang menandakan lampu menyala sesuai dengan alamat yang diberikan oleh sensor dan saklar berfungsi sebagai pengaktifan informasi yang ingin disampaikan.

### III. DESAIN PENGUJIAN

Untuk mengetahui keandalan peta elektronik yang telah dikembangkan, diperlukan serangkaian tahapan pengujian. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengujian adalah sebagai berikut.

#### A. Pengujian Sensor Warna

1) *Pengujian Pendeteksian Sensor Warna TCS3200*: Sensor TCS3200 memiliki fungsi untuk mendeteksi dan membaca warna pada peta Jawa Timur. Warna yang dibaca dikirim menuju NI MyRio. Data tersebut adalah sebagai berikut.

- Frekuensi dihasilkan dari keluaran sensor TCS3200, yang menampilkan frekuensi berbeda untuk setiap warna yang diberikan.
- RGB sensor menghasilkan tiga jenis frekuensi yang berbeda dari tiap-tiap selektor yang diatur, meliputi: *Red* memiliki kombinasi *low low*, *Blue* memiliki kombinasi *low high*, *no filter* memiliki kombinasi *high low*, dan *Green* memiliki kombinasi *high high*.
- RGB Labview merupakan nilai *Red Green Blue* dari sistem yang disesuaikan dengan frekuensi sensor warna dan menjadikan acuan proses kalibrasi warna.

2) *Pengujian Respons Cahaya Terhadap Sensor Warna TCS3200*: Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respons sensor terhadap keadaan cahaya. Keadaan yang diujikan pada sensor adalah:

- keadaan terang ketika pada pagi sampai sore hari, dan
- keadaan gelap ketika pada malam hari atau kondisi ruangan tidak ada cahaya.

3) *Pengujian Warna dengan LED HMI*: Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui rangkaian yang telah dirancang, dapat mendeteksi warna sesuai dengan keadaan peta atau tidak. Setelah mendeteksi warna pada peta, maka LED yang berada pada monitor akan menyala menyesuaikan dengan daerah yang terdeteksi.

#### B. Pengujian Suara

1) *Pengujian pengolahan suara*: Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui suara yang telah direkam dan diolah, dapat berjalan pada aplikasi Labview atau tidak.

2) *Pengujian Suara dengan Masukan Sensor Warna*: Pengujian suara dengan masukan dari sensor warna dilakukan untuk mengetahui rancangan yang telah diprogram, dapat mengatur warna dan mengeluarkan suara sesuai dengan alamat yang diberikan dan menyampaikan informasi yang sesuai atau tidak.

#### C. Pengujian HMI dalam Mengelola Informasi

Pada aplikasi Labview, ada empat mode kontrol, yaitu HMI Sensor, HMI Warna, HMI Suara, dan HMI Informasi.

1) *HMI Sensor*: HMI ini menampilkan periode, *duty cycle*, frekuensi total, dan grafik dari pembacaan sensor warna.

TABEL II  
PENDETEKSIAN RATA-RATA FREKUENSI SENSOR WARNA TCS3200

No	Kabupaten/Kota	Jangkauan Frekuensi
1	Banyuwangi	310 – 320
2	Situbondo	182 – 187
3	Bondowoso	377 – 385
4	Jember	170 – 178
5	Probolinggo	203 – 208
6	Lumajang	448 – 459
7	Malang	220 – 229
8	Pasuruan	395 – 405
9	Batu	387 – 393
10	Madura	475 – 485
11	Sidoarjo	231 – 240
12	Surabaya	150 – 170
13	Gresik	270 – 275
14	Lamongan	463 – 474
15	Tuban	540 – 560
16	Bojonegoro	330 – 335
17	Mojokerto	324 – 328
18	Jombang	415 – 407
19	Nganjuk	347 – 355
20	Kediri	290 – 300
21	Blitar	265 – 269
22	Tulungagung	279 – 285
23	Trenggalek	490 – 530
24	Pacitan	240 – 249
25	Ponorogo	340 – 345
26	Madiun	432 – 445
27	Magetan	300 – 309
28	Ngawi	188 – 195

2) *HMI Warna*: HMI ini menampilkan warna yang sesuai dengan pilihan warna sensor pada keadaan sebenarnya pada peta Jawa Timur.

3) *HMI Suara*: HMI ini menampilkan filter suara yang disaring dari suara sebenarnya.

4) *HMI Informasi*: HMI ini menampilkan informasi potensi tiap-tiap daerah yang terdiri atas empat menu, yaitu:

- pengujian informasi sejarah;
- pengujian informasi budaya potensi alam dan perekonomian;
- pengujian informasi letak geografis, luas wilayah, kepadatan, desa, kecamatan, dan kondisi lingkungan; dan
- pengujian informasi makanan dan minuman khas daerah.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian Sensor Warna TCS3200

Pada aplikasi Labview 2016 ditampilkan data dari pembacaan sensor warna TCS3200. Data yang ditampilkan merupakan keluaran dari sensor warna dalam bentuk frekuensi yang diperoleh melalui warna masing-masing daerah pada peta Jawa Timur yang terdiri atas 28 warna berbeda. Frekuensi rata-rata yang ditampilkan disajikan pada Tabel II.

Pada Tabel III ditampilkan nilai frekuensi RGB dari masing-masing indikator nilai *Red*, *Green*, dan *Blue*, serta angka *integer* antara 0 sampai 255 (8-bit), sebagai nilai RGB

sensor. Nilai frekuensi pada sensor dengan kombinasi *Red* mempunyai frekuensi terendah, 163 Hz, berada pada Kota Surabaya dan frekuensi tertinggi berada pada Kota Tuban dengan frekuensi 570 Hz. Frekuensi *Green* terendah berada pada Kota Surabaya dengan frekuensi 184 Hz dan tertinggi berada pada Kota Tuban dengan frekuensi 523 Hz. Sedangkan frekuensi *Blue* terendah berada pada Kota Surabaya dengan frekuensi 15 Hz dan tertinggi berada pada Kota Tuban dengan frekuensi 151 Hz.

TABEL III  
PENDETEKSIAN RGB FREKUENSI SENSOR

No	Nama Kabupaten/Kota	Frekuensi sensor			RGB sensor		
		R	G	B	R	G	B
1	Banyuwangi	391	312	117	112	137	63
2	Situbondo	162	164	51	255	234	187
3	Bondowoso	213	390	87	223	86	120
4	Jember	164	157	48	255	239	193
5	Probolinggo	279	184	55	182	221	180
6	Lumajang	358	453	122	132	45	73
7	Malang	345	226	117	140	194	64
8	Pasuruan	410	394	114	100	84	69
9	Batu	552	450	95	11	48	105
10	Madura	348	475	126	139	31	46
11	Sidoarjo	179	184	97	244	221	102
12	Surabaya	163	133	15	255	255	255
13	Gresik	194	250	65	235	178	161
14	Lamongan	537	441	127	20	53	45
15	Tuban	570	523	151	0	0	0
16	Bojonegoro	492	331	114	48	125	69
17	Mojokerto	342	301	68	142	145	155
18	Jombang	220	407	87	219	75	120
19	Nganjuk	205	350	127	228	113	45
20	Kediri	256	272	73	196	164	146
21	Blitar	465	265	74	65	168	144
22	Tulungagung	232	277	80	211	160	133
23	Trenggalek	456	462	116	71	39	66
24	Pacitan	272	226	79	186	194	135
25	Ponorogo	205	343	80	228	117	133
26	Madiun	224	442	98	216	52	99
27	Magetan	311	394	99	162	84	97
28	Ngawi	164	187	72	255	219	148

TABEL IV  
PERBANDINGAN RGB SENSOR DENGAN RGB LITERATUR

Nama Kab/Kota	Sensor			Warna	Literature			Warna
	R	G	B		R	G	B	
Banyuwangi	112	137	63	0	91	28	0	
Tuban	0	0	0	0	0	0	0	
Bondowoso	223	86	120	240	98	119	0	
Nganjuk	228	113	45	245	134	52	0	
Blitar	65	168	144	0	175	239	0	

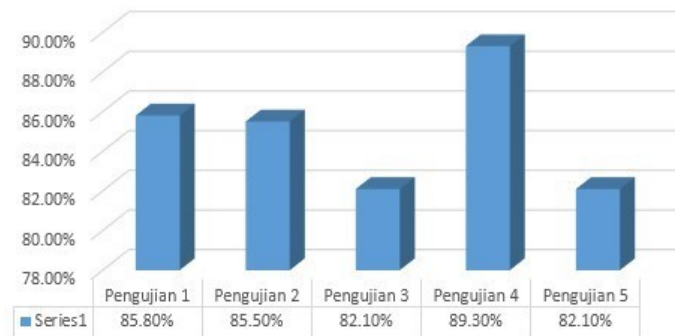
Kota Surabaya memiliki frekuensi rendah karena warna yang digunakan pada daerah tersebut adalah putih dan Kota Tuban memiliki warna hitam dengan frekuensi warna yang tinggi. Setelah mendapatkan nilai frekuensi hitam dan putih dari masing-masing nilai *Red*, *Green*, dan *Blue*, maka nilai RGB sensor ditentukan dengan (4).

$$RGB = 255 \times (Fv - Fb) \div (Fw - Fb) \tag{4}$$

Perbandingan nilai RGB antara hasil sensor dengan RGB pada literatur diperlihatkan dalam Tabel IV. Pada perbandingan tersebut, warna yang dihasilkan oleh sensor RGB dan referensi pada aplikasi LabView mempunyai perbedaan pencahayaan, tetapi tidak signifikan. Hal ini dapat disebabkan oleh kualitas cetakan warna tidak sama 100% dengan hasil yang ada pada LabView.

**B. Pengujian Respons Sensor Warna TCS3200 Terhadap Cahaya Luar**

Pengujian ini dilakukan untuk melihat akurasi sensor warna terhadap gangguan cahaya luar pada 28 titik warna pada peta. Dari lima tahapan pengujian yang dilakukan, dapat dianalisis bahwa akurasi pembacaan sensor warna tidak dipengaruhi oleh gangguan cahaya luar, baik ketika keadaan cuaca luar gelap maupun terang. Hal ini dikarenakan sensor warna TCS3200 dilengkapi dengan empat buah LED yang menghasilkan pencahayaan ±100 Lux saat sensor membaca warna pada peta. Kemudian, pencahayaan yang dihasilkan oleh LED fokus pada titik yang warnanya diuji tanpa ada pembiasan cahaya. Meskipun ada lima dari 28 wilayah yang terbaca dengan akurasi rendah, tetapi secara umum sudah baik, dengan rata-rata akurasi 85,06%. Ketidaksesuaian dapat disebabkan oleh dimensi wilayah yang kecil, seperti wilayah Kota Batu yang 3x3 mm sehingga memengaruhi kinerja sensor dalam pendeteksian warna. Pengamatan yang dihasilkan dari pengujian ditunjukkan pada Gbr. 6.

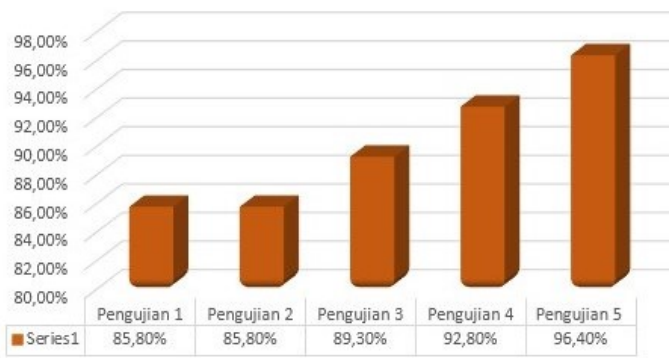


Gbr. 6 Hasil pengujian akurasi pembacaan sensor.

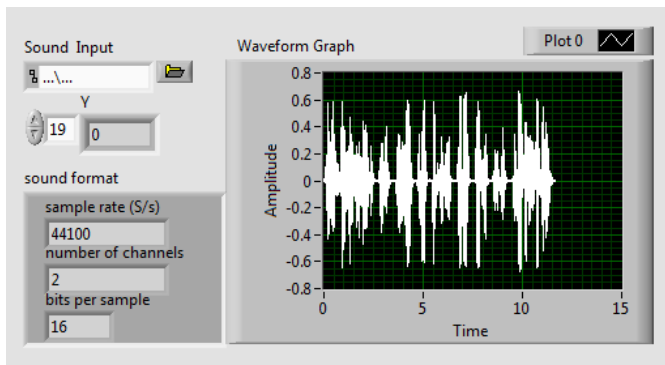
**C. Pengujian Akurasi Sensor Warna terhadap Intensitas Cahaya LED HMI**

Dari lima kali pengujian yang dilakukan terhadap pengaruh intensitas cahaya empat LED yang digunakan terhadap akurasi pembacaan warna peta untuk 28 titik warna pada setiap pengujian, diketahui bahwa hanya lima titik warna yang memiliki respons yang tidak stabil, di antaranya Kota Batu dan Kabupaten Magetan. Hal ini dikarenakan wilayah yang dideteksi memiliki respons pembacaan yang lama dan dimensi wilayah kurang dari ketentuan minimum. Meskipun terdapat lima titik yang responsnya tidak akurat, tetapi secara rata-rata memiliki akurasi yang baik, yaitu sebesar 90,02%. Grafik hasil pengujian ditunjukkan pada Gbr. 7.





Gbr. 7 Hasil pengujian akurasi sensor terhadap intensitas cahaya LED HMI.



Gbr. 8 Keluaran suara yang diputar menggunakan aplikasi LabView.

**D. Pengujian Suara**

1) *Pengujian Pengolahan Suara:* Gbr. 8 menunjukkan grafik gelombang respons sinyal dari putaran suara. Suara yang diputar adalah daerah Banyuwangi yang menginformasikan tentang makanan dan minuman khas daerah tersebut. Gelombang suara tersebut memiliki *sample rate* 44.100 dan dua *channels number* serta 16 *bits per sample*. Respons ini disesuaikan dengan respons yang dihasilkan oleh FPGA dan *Real Time NI MyRio-1900*.

2) *Pengujian Keluaran Suara dengan Sensor Warna:* Respons suara yang dihasilkan terhadap deteksi sensor pada setiap pengujian diperlihatkan pada Gbr. 9. Dari pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa dari kelima percobaan yang dilakukan, respons yang dihasilkan sudah sejalan dengan hasil pembacaan sensor, yaitu sesuai dengan alamat yang diberikan untuk tiap titik warna, dengan hanya sedikit sekali kesalahan. Hal ini dibuktikan dengan persentase rata-rata keberhasilan pada kelima percobaan, yaitu sebesar 87,9%.

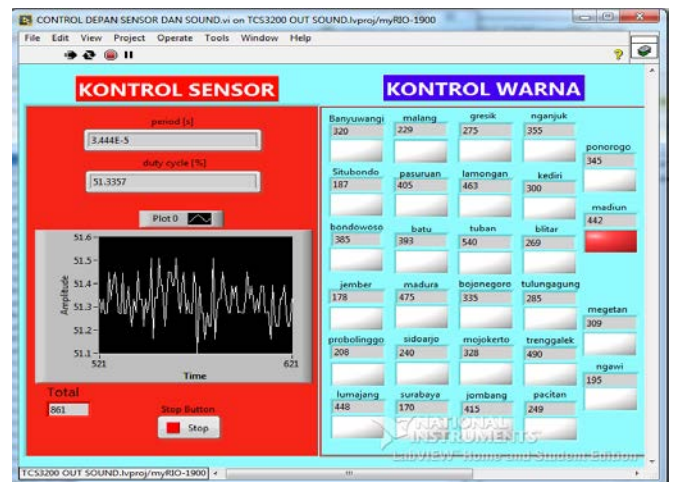
**E. Pengujian HMI dalam Mengelola Informasi**

1) *HMI Sensor Menampilkan Periode, Duty Cycle, Frekuensi Total, dan Grafik:* Pada Gbr. 10 ditunjukkan respons yang dihasilkan oleh sensor warna pada Kota Madiun. Terlihat bahwa ketika sensor mendeteksi peta Kota Madiun, sensor mengkalibrasi frekuensi sesuai dengan keadaan warna yang terdeteksi. Kemudian, kontrol warna menampilkan warna sesuai dengan alamat yang terdapat pada Kota Madiun. Warna yang ditampilkan yaitu merah dan menu kontrol sensor menampilkan periode yang didapatkan, sebesar 0,00003444 s,

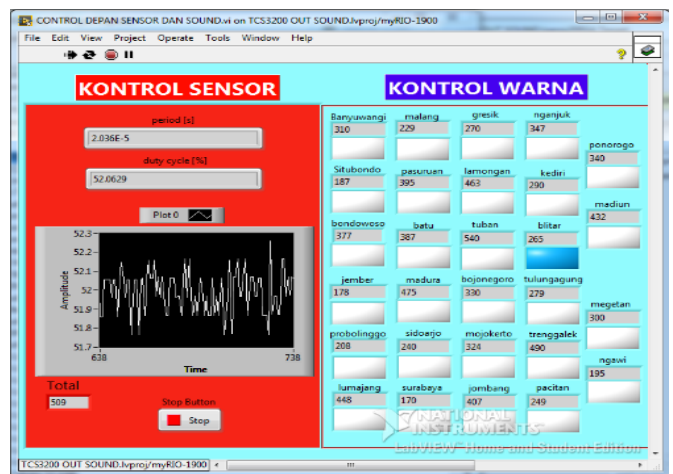
*duty cycle* 51,3%, dan gelombang frekuensi 51,1 Hz sampai 51,6 Hz.



Gbr. 9 Hasil pengujian suara terhadap akurasi sensor warna.

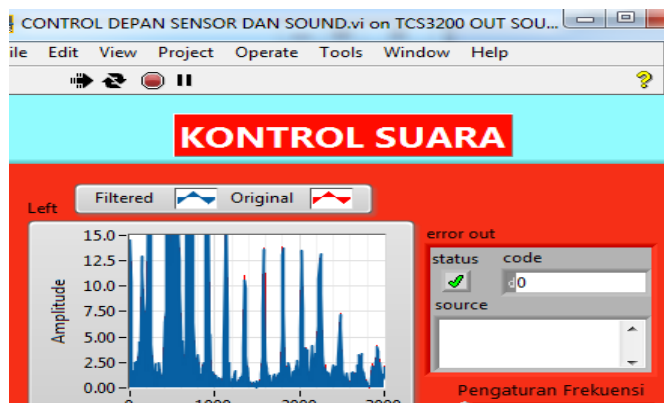


Gbr. 10 Respons sensor warna terhadap Kota Madiun.



Gbr. 11 Respons sensor warna terhadap Kota Blitar.

Kemudian, pada Gbr. 11, terlihat respons yang dihasilkan oleh sensor warna untuk Kota Blitar pada menu kontrol warna. Ketika sensor mendeteksi peta yang diarahkan pada Kota Blitar, maka kontrol warna menampilkan warna sesuai dengan alamat yang terdapat pada Kota Blitar dan pada menu kontrol sensor akan ditampilkan periode sebesar 0,00002036 s, *duty cycle* 52,1% dan gelombang frekuensi 51,8 Hz sampai 52,2 Hz.



Gbr. 12 Respons suara terhadap Kota Gresik.

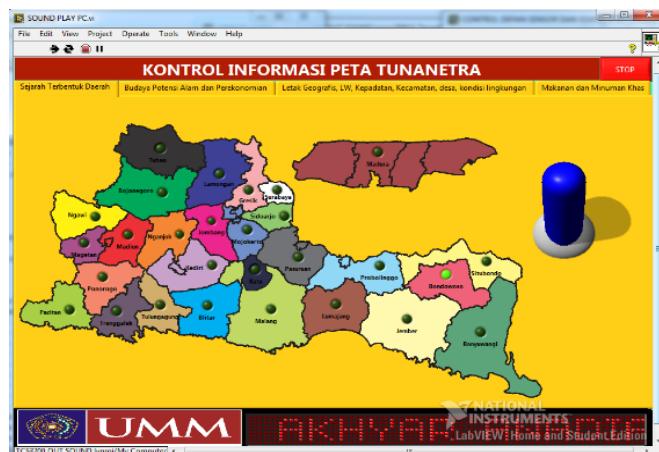


Gbr. 13 HMI peta elektronik dalam pengontrolan informasi letak geografis.

2) *HMI Suara Menampilkan Filter Suara*: Uji HMI suara dilakukan untuk mendapatkan respons dari suara yang dikeluarkan melalui *speaker*. Gbr. 12 merupakan pengujian suara yang dilakukan untuk titik Kota Gresik dengan suara yang dikeluarkan merupakan respons suara yang telah difilter, seperti yang terlihat pada warna biru, sedangkan warna merah pada sinyal merupakan frekuensi suara dengan pengaturan berdasarkan suara sebenarnya. Pembacaan audio dilakukan pada *rate* 44.101 Hz dengan pembacaan sebesar 10 Hz. Hal ini dilakukan oleh pemrograman, disesuaikan dengan frekuensi yang dihasilkan oleh FPGA dan RT NI MyRio-1900.

3) *HMI Menampilkan Informasi Aktifitas Tunanetra pada Peta Elektronik*: Pengujian dilakukan untuk menampilkan dan memberikan informasi kepada tunanetra dalam mendukung proses belajar mengajar. HMI yang dapat ditampilkan berupa empat menu, yaitu letak geografis, sejarah terbentuk sebuah daerah, potensi budaya dan perekonomian, serta makanan khas daerah.

HMI yang ditunjukkan pada Gbr. 13 merupakan tampilan informasi luas wilayah, letak geografis, kepadatan penduduk, jumlah kecamatan, jumlah desa, dan kondisi lingkungan. Sistem diuji dengan menunjuk daerah Tuban. Ketika sensor mendeteksi Tuban, maka akan ditampilkan informasi georgafis Tuban dan indikator LED pada peta daerah Tuban menyala.



Gbr. 14 HMI peta elektronik dalam pengontrolan informasi sejarah.



Gbr. 15 HMI peta elektronik dalam pengontrolan informasi budaya.



Gbr. 16 HMI peta elektronik dalam pengontrolan informasi makanan khas daerah.

Kemudian, HMI yang ditunjukkan dalam Gbr. 14 merupakan tampilan informasi sejarah terbentuknya daerah. Untuk informasi sejarah, sistem diuji dengan mengarahkan sensor pada peta Bondowoso. Ketika sensor mendeteksi peta Bondowoso, maka akan ditampilkan informasi sejarah Bondowoso dan indikator LED pada peta daerah Bondowoso menyala.

HMI dalam Gbr. 15 merupakan tampilan informasi budaya, potensi alam, dan perekonomian. Sistem diuji dengan

menunjuk peta Malang. Pada bagian ini, sistem menampilkan informasi tentang daerah Malang yang terkait dengan budaya, potensi alam, serta perekonomian, dan menyalakan indikator LED pada peta daerah Malang.

Gbr. 16 merupakan tampilan HMI yang menginformasikan makanan dan minuman khas daerah. Pada pengujian ini, daerah yang dipilih adalah Kediri. HMI menampilkan informasi makanan dan minuman pada daerah Kediri dan menyalakan indikator LED pada daerah Kediri.

Dari pengujian pada Gbr. 13 hingga Gbr. 16, terlihat bahwa sensor dapat membaca dengan baik warna yang ditunjuk pada peta. Besaran nilai RGB warna yang terbaca akan memperdengarkan informasi terkait nilai RGB warna tersebut yang sudah tersimpan pada basis data, di samping memberikan tanda lampu pada peta. Ketidaktepatan hasil pembacaan dapat terjadi karena sensor tidak dapat membaca dengan tepat warna RGB yang ditunjuk. Sensor memiliki kesulitan untuk membaca perbedaan warna-warna yang saling berdekatan atau dimensi daerah yang terlalu kecil. Hal lain yang juga berpengaruh adalah tingkat akurasi sensor dan jarak antara sensor terhadap warna-warna yang terdapat pada peta. Namun, efek pencahayaan luar yang terlalu terang atau kurang terang tidak menjadi penyebab menurunnya akurasi sensor warna, karena digunakan LED dengan intensitas pencahayaan yang cukup bagi sensor warna untuk membaca setiap titik warna pada peta yang digunakan.

#### V. KESIMPULAN

Peta elektronik sebagai media pembelajaran geografi untuk disabilitas tunanetra dapat direalisasikan. NI MyRio-1900 dapat mengintegrasikan sensor warna TCS3200 sebagai masukan dan *loudspeaker* sebagai keluaran dengan PC menggunakan pemrograman LabView.

Pengontrolan informasi melalui PC dengan menggunakan HMI LabView yang telah dibangun dan dirancang dapat mengetahui langsung respons yang dilakukan oleh tunanetra ketika ada perubahan informasi setiap daerah yang diberikan. Sensor mampu menangkap perbedaan warna sebanyak 28 variasi warna dengan selisih frekuensi tiap daerah kecil. Perbedaan warna pada nilai RGB yang dihasilkan oleh sensor tidak berbeda jauh dengan nilai RGB yang terdapat pada literatur.

#### REFERENSI

- [1] R. Fikri, F. Arnia, R. Muharar, "Pengenalan Karakter Tulisan Tangan Jawi Menggunakan Metode New Relative Context dan SVM," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, Vol. 5, No. 3, hal. 233-238, 2016.
- [2] M. Fadhillah, M. R. A. Saf, D. S. S. Sahid, "Pengenalan Kepribadian Seseorang Berdasarkan Pola Tulisan Tangan Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, Vol. 6, No. 3, hal. 365-373, 2017.
- [3] Infodatin, "Situasi Gangguan Penglihatan dan Kebutaan", Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, 9 Oktober 2014.
- [4] W. N. Utami, "Gelap dan Gemerlap: Gelapnya Akses Informasi bagi Difabel dalam Gemerlap Era Digitalisasi," *Channel*, Vol 3, No.2, hal. 41-49, Oktober 2015.
- [5] Sutikno, "Geografi dan Kompetensinya dalam Kajian Geografi Fisik", *Sarasehan Keilmuan Geografi*, Jurusan Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada, 2008.
- [6] D. A. Porbadi, M. Rif'an, P. Siwindarto, "Alat Pendeteksi Nominal Uang Kertas untuk Penyandang Tunanetra", *Jurnal Mahasiswa TEUB*, Vol, 2, No. 1, 2014.
- [7] B. Priyadi, "Aplikasi Sensor Warna TCS230 sebagai Alat Penentu Komposisi Warna pada Cat Mobil," *Jurnal ELTEK*, Vol. 10, No. 02, hal. 47-61, April 2012.