

**ALAT DETEKSI NOMINAL UANG KERTAS  
UNTUK PENYANDANG TUNA NETRA**

**Publikasi Jurnal Skripsi**



Disusun Oleh :

**DWI ARYO PORBADI**

**NIM : 0810633044 - 63**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
MALANG  
2014**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
Jalan MT. Haryono 167 Telp & Fax. 0341 554166 Malang 65145

**KODE  
PJ-01**

**PENGESAHAN**  
**PUBLIKASI HASIL PENELITIAN SKRIPSI**  
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**NAMA : DWI ARYO PORBADI**  
**NIM : 0810633044 - 63**  
**PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRONIKA**  
**JUDUL SKRIPSI : ALAT DETEKSI NOMINAL UANG KERTAS UNTUK  
PENYANDANG TUNA NETRA**

**TELAH DI-REVIEW DAN DISETUJUI ISINYA OLEH :**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**M. Rif'an, ST., MT.**  
**NIP. 19710301 200012 1 001**

**Ir. Ponco Siwindarto, M. Eng. Sc.**  
**NIP. 19590304 198903 1 001**

# Alat Deteksi Nominal Uang Kertas Untuk Penyandang Tuna Netra

Dwi Aryo Porbadi, M. Rif'an, ST., MT., Ir. Ponco Siwindarto, M. Eng. Sc.

**Abstrak**—Uang merupakan alat yang digunakan untuk melakukan transaksi jual beli dan sudah digunakan oleh seluruh manusia di setiap penjuru dunia. Hal ini sudah pasti menjadikan uang menjadi barang pokok untuk setiap orang, bahkan bagi para penyandang disabilitas seperti halnya tuna netra. Keterbatasan tuna netra dalam hal melihat merupakan masalah dalam hal komunikasi sehingga mereka hanya mengandalkan indra peraba dan pendengar. Kelemahan tuna netra dalam melihat dan mengidentifikasi uang dapat menyebabkan uang tertukar, salah ambil, atau bahkan tertipu pada saat jual beli. Mengacu dari hal tersebut maka perlu adanya alat bantu yang dapat memudahkan tuna netra untuk mengidentifikasi nilai nominal uang.

Tujuan penelitian ini adalah merancang alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi nilai nominal uang kertas. Alat ini menggunakan sensor warna TCS3200-DB untuk mendeteksi warna uang kertas, lalu oleh mikrokontroler diubah menjadi data RGB dan dikeluarkan dalam bentuk suara.

**Kata Kunci**—Sensor warna, suara, tuna netra, uang kertas.

## I. PENDAHULUAN

MENURUT survey Indra Penglihatan dan Pendengaran tahun 1993 – 1996 menunjukkan angka kebutaan di Indonesia 1,5% paling tinggi di Asia, dibandingkan dengan Bangladesh 1%, India 0,7%, dan Thailand 0,3%. Artinya jika ada 12 penduduk dunia buta dalam setiap 1 jam, empat di antaranya berasal dari Asia Tenggara dan dipastikan 1 orangnya dari Indonesia. Penyebab utama kebutaan adalah katarak (0,78%), glaucoma (0,20%), kelainan refraksi (0,14%), dan penyakit-penyakit lain yang berhubungan dengan lanjut usia (0,38%).. Biro Pusat Statistik melaporkan bahwa pada tahun 2025 penduduk usia lanjut meningkat menjadi 414 % dibandingkan dengan tahun 1990. Dan masyarakat Indonesia berkecenderungan menderita 15 tahun lebih cepat dibandingkan penderita di daerah subtropis.

Uang kertas merupakan alat pembayaran barang dan jasa yang sering kita pergunakan dalam dunia jual beli. Uang sebagai alat dalam melakukan transaksi sudah digunakan oleh seluruh manusia di setiap penjuru dunia, tak luput juga para penyandang disabilitas seperti tuna netra misalnya. Melihat dari hal tersebut, berdasarkan keterbatasan yang tuna netra miliki, maka besar kemungkinan untuk tertukar, salah ambil, dan juga ada orang jahil yang akan memanfaatkan kelemahan mereka dalam penggunaan uang tersebut. Sejauh ini, para tuna netra menggunakan cara konvensional seperti menyusun nominal uang kertas dan membuat lipatan pada uang untuk membedakan nominal uang tersebut. Namun, kedua cara tersebut masih memiliki beberapa kelemahan, yaitu dari segi daya ingat tuna netra, kondisi fisik uang dan tidak adanya faktor penentu kejujuran bahwa pada saat bertransaksi jual-beli barang dan jasa, orang yang

diajak bertransaksi memberikan uang sesuai dengan besar nilai nominal seharusnya dan mengarahkan tuna netra untuk menyusun uangnya secara benar.

Mengacu pada permasalahan di atas, maka perlu dirancang suatu alat bantu sederhana bagi penyandang tuna netra yang menggunakan sensor warna pada sistem sebagai identifikasi nilai nominal uang kertas dengan cara mendeteksi warna uang kertas tersebut. Dengan demikian diharapkan dapat mempermudah para penyandang tuna netra dalam aktifitas transaksi jual-beli barang dan jasa.

## II. METODE PENELITIAN

Penyusunan laporan ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasi alat agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu dalam rumusan masalah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang dirancang adalah penentuan spesifikasi alat, studi literatur, perancangan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), pengujian alat, dan pengambilan kesimpulan.

### A. Perancangan dan Pembuatan Alat

Secara garis besar perancangan perangkat keras dibagi dalam beberapa tahapan yaitu penentuan spesifikasi alat, pembuatan blok diagram keseluruhan sistem, penentuan dan perhitungan komponen yang digunakan, mendesain papan rangkaian tercetak (PCB), dan terakhir merakit perangkat keras masing-masing blok menjadi satu kesatuan.

### B. Pengujian dan Analisis

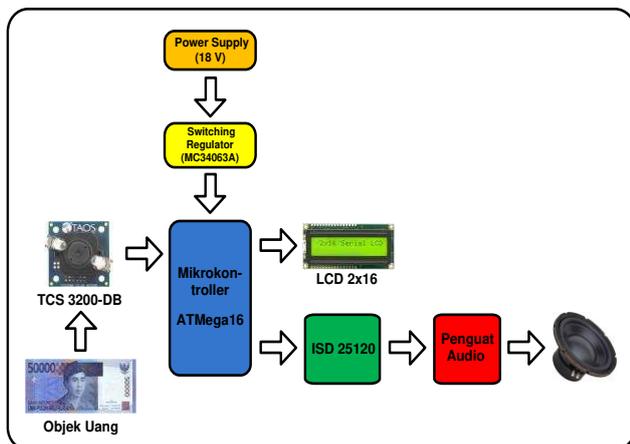
Pengujian dilakukan pada setiap blok rangkaian dan hasil pada masing-masing blok diamati. Setelah pengujian tiap blok dilakukan kemudian pengujian dilakukan pada keseluruhan blok sistem. Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap:

1. Pengujian catu daya
2. Pengujian sensor warna
3. Pengujian memori suara
4. Pengujian keseluruhan sistem

## III. PERANCANGAN ALAT

### A. Perancangan Sistem

Secara garis besar, diagram blok perancangan *hardware* sistem secara keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Keseluruhan Sistem

Berdasarkan diagram blok keseluruhan sistem di atas, fungsi dari masing-masing blok adalah sebagai berikut :

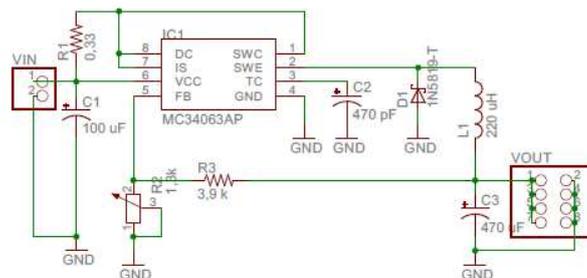
- 1) Sumber catu pada sistem berasal dari 2 buah baterai kotak 9 V yang kemudian catu tersebut di *convert* menggunakan *switching regulator* MC34063 menjadi tegangan DC 5V.
- 2) Modul sensor warna TCS 3200-DB, sensor ini digunakan untuk mendeteksi warna pada uang kertas.
- 3) Mikrokontroler ATmega16, merupakan sistem pengolah data. Disini keluaran sinyal kotak dari sensor warna diproses untuk kemudian dilanjutkan ke perekam suara ISD25120.
- 4) IC ISD25120, merupakan IC yang digunakan untuk menyimpan suara, yang mana suara yang tersimpan di dalam perekam suara ini disesuaikan dengan hasil yang didapat oleh sensor warna.
- 5) LCD 2x16, merupakan tampilan hasil keluaran RGB dari sensor yang datanya telah diolah oleh mikrokontroler dan juga sebagai tampilan nilai nominal uang.
- 6) Penguat audio digunakan untuk menguatkan tegangan keluaran dari ISD25120 menjadi 20 kali lipat.
- 7) Speaker, sebuah *device* yang digunakan sebagai output dari perekam suara ISD25120
- 8) Desain papan rangkaian tercetak (PCB) menggunakan *software Eagle Layout Editor*.
- 9) Bahasa pemrograman yang digunakan adalah CAVR.

### B. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terbagi menjadi beberapa bagian, antara lain :

#### 1) Rangkaian Catu Daya

Mikrokontroler ATmega16, sensor warna, dan ISD25120 dapat bekerja jika diberi catu tegangan 5 V. Pada perancangan alat ini digunakan catu daya sebesar 5 V yang diperoleh dari rangkaian *switching regulator* MC34063. Gambar 3.2 menunjukkan rangkaian *switching regulator* MC34063.

Gambar 3.2 Rangkaian *switching regulator* MC34063

#### 2) Rangkaian Sensor Warna

Sensor warna berfungsi untuk membaca warna objek yang telah terdeteksi. Sensor warna yang digunakan pada alat ini adalah TCS3200-DB. IC TCS3200-DB adalah IC pengkonversi warna cahaya ke frekuensi. Setiap warna bisa disusun dari warna dasar. Untuk cahaya, warna dasar penyusunnya adalah warna Merah, Hijau dan Biru, atau lebih dikenal dengan istilah RGB (*Red-Green-Blue*).

Terdapat dua komponen utama pembentuk IC ini, yaitu *photodiode* dan pengkonversi arus ke frekuensi. Kelompok *photodiode* yang akan dipakai dapat diatur melalui kaki selektor S2 dan S3 (TAOS TCS 3200-DB datasheet). Kombinasi fungsi dari S2 dan S3 ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

S2	S3	Photodiode
L	L	Red
L	H	Blue
H	L	Clear
H	H	Green

Sumber : TAOS TCS 3200-DB Datasheet

*Photodiode* akan mengeluarkan arus yang besarnya sebanding dengan kadar warna dasar cahaya yang menyimpannya. Arus ini kemudian dikonversikan menjadi sinyal kotak dengan frekuensi sebanding dengan besarnya arus. Frekuensi Output ini bisa diskala dengan mengatur kaki selektor S0 dan S1. Penskalaan Output ditunjukkan dalam Tabel 3.2.

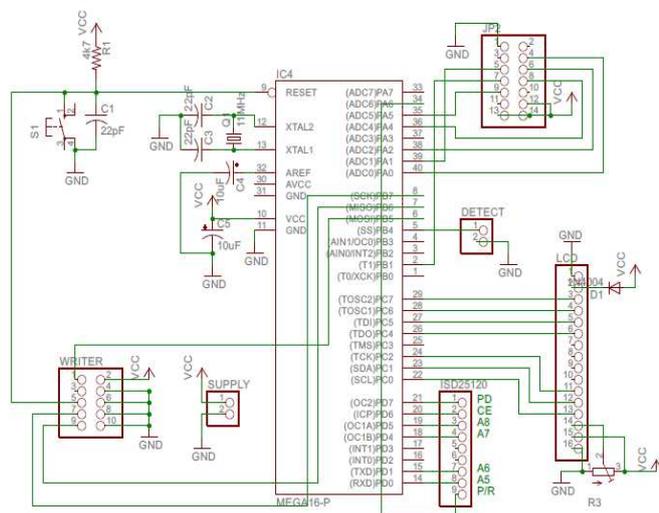
S0	S1	Output Frequency Scaling (fo)
L	L	Power Down
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

Sumber: TAOS TCS 3200-DB Datasheet

Dalam perancangan ini skala sensor yang akan digunakan adalah skala frekuensi keluaran 100% dengan mengatur S0 dan S1 sama dengan 1. *Photodiode* yang akan digunakan adalah *photodiode red, green, dan blue*. Ketiga *photodiode* ini digunakan secara bergantian sesuai dengan pengaturan S2 dan S3 yang dikendalikan oleh perangkat lunak pada rangkaian mikrokontroler ATmega16.

### 3) Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali utama dalam system secara keseluruhan seperti pengambilan dan pengolahan data keluaran dari sensor warna yang kemudian dikeluarkan melalui LCD dan memori suara ISD25120. Mikrokontroler ATmega16 memiliki 4 Port I/O *bidirectional* yang dapat diprogram, yaitu PORTA, PORTB, PORTC, dan PORTD masing-masing 8 bit. Rangkaian minimum sistem mikrokontroler ATmega16 ditunjukkan dalam Gambar 3.3.



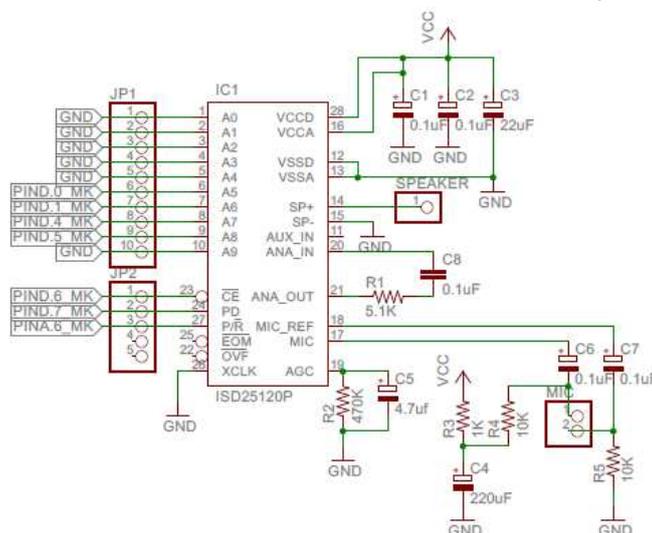
Gambar 3.3 Konfigurasi PIN pada Minimum Sistem ATmega16

### 4) Memori Suara ISD25120

Pemakaian IC suara ISD25120 digunakan untuk memutar kembali suara yang telah di rekam, yaitu suara nilai nominal uang. Hal yang harus diperhatikan dalam proses perekaman adalah, jarak antara satu suara dengan suara yang lain harus mempunyai alamat yang berbeda dan suara pada alamat pertama tidak sampai mempengaruhi suara pada alamat yang lain. Rangkaian dari IC suara ISD25120 ditunjukkan dalam Gambar 3.4.

IC suara ISD25120 mempunyai 10 jalur alamat dan 3 buah pin kontrol. Pin yang digunakan dalam perancangan *Voice Processor* ISD25120 adalah sebagai berikut :

1. PINA5-A8 : dihubungkan dengan mikrokontroler Atmega16 PD0, 1, 4, dan 5.
2. PIN CE : dihubungkan dengan mikrokontroler Atmega16 Port D.6.
3. PIN PD : dihubungkan dengan mikrokontroler Atmega16 Port D.7.
4. PIN P/R : dihubungkan dengan mikrokontroler Atmega16 Port A.6.



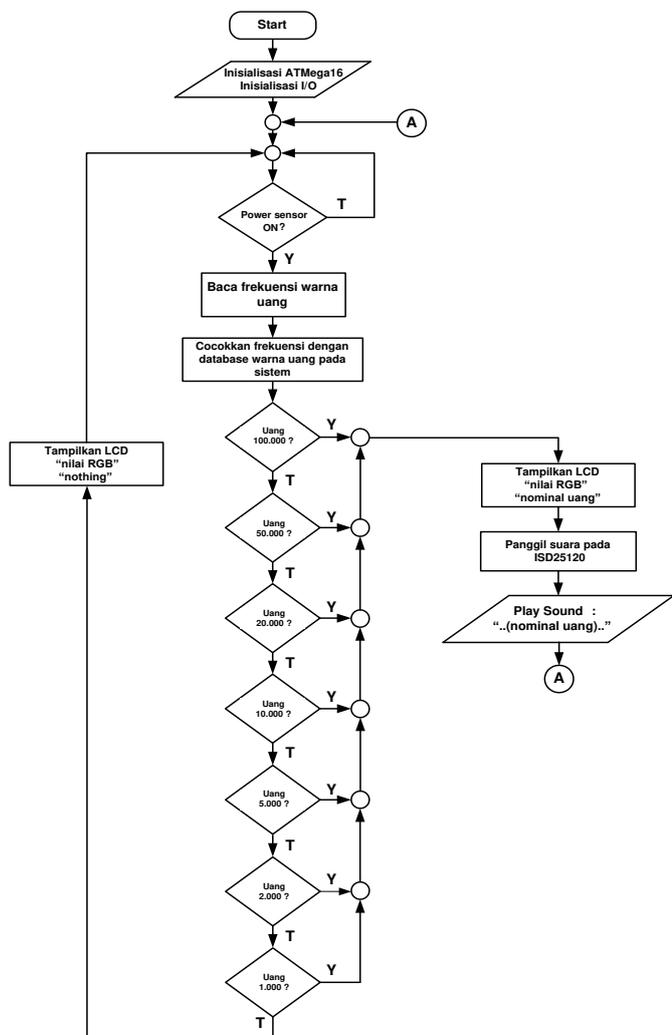
Gambar 3.4 Rangkaian IC ISD 25120 ke Mikrokontroler

Rangkaian di atas merupakan rangkaian *record* dan *playback* ISD2500 series. ISD25120 mampu merekam suara hingga durasi 120 detik dengan frekuensi *sample* input sebesar 4 KHz. Berikut ini penjelasan beberapa pin yang digunakan pada rangkaian *voicechip* di atas :

- a. Pin A5 sampai A8 sebagai pengalamanan suara yang akan di panggil. Pemanggilan suara ini dilakukan oleh *microcontroller*.
- b. Pin SP+ dan SP- dihubungkan ke *amplifier* agar suara yang dihasilkan bisa terdengar jelas.
- c. Pin CE *active low*, dihubungkan ke *microcontroller*, jika diberikan logika 0 maka ISD akan bekerja membaca suara dari alamat yang dipanggil.
- d. Pin PD bila diberi logika *high* maka akan menghentikan proses *play*.
- e. Pin P/R dihubungkan ke Vcc untuk aktif *high* menjalankan proses *playback*.

### C. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dibutuhkan untuk mengendalikan perangkat keras. Bahasa pemrograman yang dipakai adalah bahasa pemrograman *Code Vision AVR*. Perangkat lunak di sini adalah perintah atau program di dalam memori yang harus dilaksanakan oleh mikrokontroler. Perangkat lunak untuk mengendalikan sistem ini terdiri atas proses pengambilan data dari sensor warna dan mengeluarkan hasil dari pengolahan data. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan pembuatan *flowchart* untuk mengetahui proses aliran data dalam mikrokontroler ATmega16. Gambar diagram alir program ditunjukkan dalam Gambar 3.5.



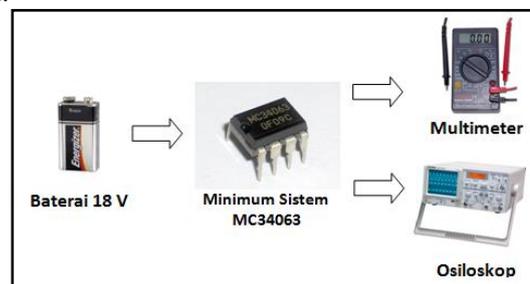
Gambar 3.5 Diagram alir program utama

Berdasarkan diagram alir program secara keseluruhan di atas, saat sistem diaktifkan mikrokontroller akan mulai melakukan inisialisasi terhadap port-port I/O ATmega16 yang terhubung ke sensor, perekam suara, dan LCD. Ketika sensor diletakkan pada uang kertas yang akan di uji dan tombol sensor diaktifkan, sensor mulai mengambil data frekuensi warna uang. Frekuensi warna uang yang di dapat dikonversi menjadi data berupa nilai RGB objek warna uang yang kemudian diproses oleh mikrokontroller untuk dicocokkan dengan database RGB pada sistem. Jika data yang didapatkan dari sensor warnatidak sesuai dengan data warna uang, maka mikrokontroller akan melakukan pengecekan warna hingga sesuai dengan data yang diinginkan. Apabila data tidak ada yang sesuai dengan database, nilai RGB objek warna uang ditampilkan ke LCD dan nominal uang ditampilkan ke LCD berupa "nothing". Data RGB yang sesuai dengan database ditampilkan pada LCD berupa nilai RGB dan nominal uang tersebut. Hasil data tersebut kemudian digunakan untuk memanggil suara yang sebelumnya telah set pada alamat di ISD25120. Data suara pada ISD25120 tersebut kemudian diteruskan ke penguat audio untuk dikuatkan, baru setelahnya diteruskan ke *speaker* untuk dikeluarkan berupa suara. Program ini akan terus berjalan selama sistem masih aktif.

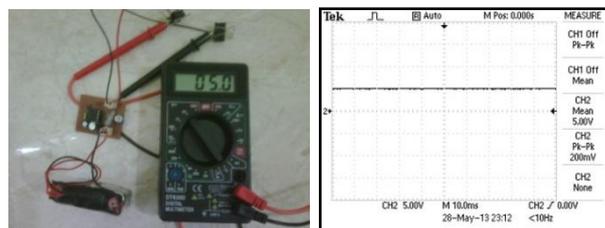
#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

##### A. Pengujian *Catu daya*

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui keluaran tegangan dari catu daya MC34063. Pengujian dilakukan dengan cara merakit rangkaian seperti Gambar 4.1. Hasil tegangan keluaran ditampilkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Diagram blok pengujian catu daya MC34063

Gambar 4.2 Hasil pengujian  $V_{out}$  MC34063

Dari hasil pengujian catu daya didapatkan keluaran tegangan secara praktek sebesar 5 V, sedangkan untuk perhitungan tegangan keluaran secara teori dapat dihitung sebagai berikut :

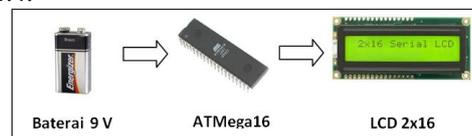
$$\begin{aligned} |V_{out}| &= 1,25 \left( 1 + \frac{R3}{R2} \right) \\ &= 1,25 \left( 1 + \frac{3,9k\Omega}{1,3k\Omega} \right) \\ &= 5 V \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, maka catu daya ini dipastikan dapat berfungsi dengan baik jika digunakan pada mikrokontroller, LCD, dan ISD25120.

##### B. Pengujian *LCD 2x16*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi mikrokontroller sebagai pengendali sistem. Pengujian ditujukan pada fungsi I/O mikrokontroller dan LCD sebagai *output* mikrokontroller untuk melihat apakah mikrokontroller sudah berfungsi seperti yang diharapkan.

Pengujian modul LCD 2x16 dilakukan dengan cara menghubungkan pin LCD dengan PORT.C pada mikrokontroller yang sudah berisi program perangkat lunak untuk menampilkan tulisan tertentu. Pengujian modul LCD ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan LCD menampilkan tulisan sesuai dengan program perangkat lunak yang terdapat dalam mikrokontroller. Gambar 4.3 menunjukkan diagram blok pengujian LCD 2x16 dan tampilan pengujiannya ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Diagram Blok LCD 2x16

Pada percobaan diatas dicoba untuk menampilkan kalimat pada baris pertama dan kedua LCD. Baris pertama menampilkan kata “ DETEKTOR “ dan pada baris kedua menampilkan “ NOMINAL UANG “. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa rangkaian LCD dan perangkat lunak yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik. Hasil pengujian LCD 2x16 ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



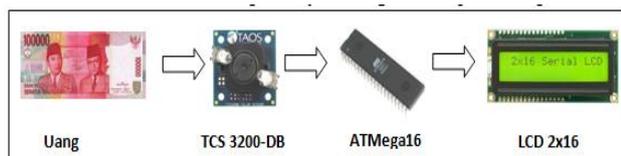
Gambar 4.4 Hasil pengujian LCD 2x16

### C. Pengujian Sensor Warna

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui keluaran frekuensi sensor warna dari objek uang kertas yang di ujikan. Peralatan yang diperlukan dalam pengujian ini antara lain, sensor warna TCS 3200-DB, Mikrokontroler ATmega16, LCD 2x16, uang kertas 1.000, 2.000, 5.000, 10.000, 20.000, 50.000, dan 100.000 masing-masing sebanyak 5 buah. Prosedur pengujian dilakukan secara bertahap, yaitu menyusun diagram blok peralatan seperti terlihat dalam Gambar 4.5, lalu menghubungkan tiap-tiap pin mikrokontroler yang telah ditentukan sebelumnya dengan pin pada sensor warna dan LCD 2x16. Selanjutnya yaitu memposisikan sensor warna secara bergantian di bagian tengah sisi kanan dan kiri, bolak-balik, pada objek uang kertas yang diuji.

Sesuai dengan *datasheet*, jarak optimal pembacaan sensor dengan objek uang kertas yaitu 2,5 cm dari *circuit board* sensor. Area pembacaan sensor sendiri memiliki daya pandang 3,5 x 3,5 mm. Sensor bekerja secara berurutan dimulai dari filter *photodiode red*, lalu filter *photodiode green*, dan terakhir filter *photodiode blue*. Proses pertama dimulai dari *photodiode red* menangkap cahaya pantulan *led* yang mengenai uang kertas. Di dalam modul sensor, keluaran dari *photodiode* berupa arus dan diubah oleh *oscillator* menjadi sinyal kotak yang mana besar frekuensinya ditentukan oleh besarnya intensitas cahaya yang ditangkap *photodiode red*. Proses selanjutnya untuk filter *green* dan *blue* sama seperti filter *red*.

Pembacaan frekuensi warna uang kertas akan ditampilkan pada LCD sesuai dengan urutan warna dasar uang tersebut, yaitu *red*, *green*, dan *blue* secara berurutan. Lalu hasil data yang diperoleh di analisis dengan cara menyusun *range* dan batasan RGB tiap mata uang kertas.



Gambar 4.5 Diagram Blok Pengujian Sensor Warna

Dari proses pengujian didapatkan hasil pengambilan data warna uang kertas yang ditunjukkan dalam Tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Pengambilan Data Warna Uang Kertas Rp 100.000

Nominal Uang (Rp)	Percobaan ke :	RGB	Frekuensi (kHz)			
			Tokoh		Gambar	
			Kanan	Kiri	Kiri	Kanan
100.000	1	R	122	113	114	117
		G	123	107	93	102
		B	135	138	102	108
	2	R	115	109	117	115
		G	106	100	87	90
		B	134	121	117	116
	3	R	124	123	117	110
		G	124	115	99	98
		B	150	142	129	111
	4	R	117	118	116	115
		G	122	118	89	108
		B	151	144	122	110
	5	R	111	114	115	121
		G	111	115	98	97
		B	138	138	120	128

Tabel 4.2 Hasil Pengambilan Data Warna Uang Kertas Rp 50.000

Nominal Uang (Rp)	Percobaan ke :	RGB	Frekuensi (kHz)			
			Tokoh		Gambar	
			Kanan	Kiri	Kiri	Kanan
50.000	1	R	56	57	63	63
		G	77	83	88	93
		B	115	125	136	141
	2	R	57	56	61	63
		G	72	83	91	87
		B	103	121	127	126
	3	R	66	54	75	68
		G	85	82	94	92
		B	105	111	118	122
	4	R	84	58	92	62
		G	105	82	116	87
		B	122	120	138	129
	5	R	62	54	54	56
		G	79	77	82	81
		B	97	104	105	110

Tabel 4.3 Hasil Pengambilan Data Warna Uang Kertas  
Rp 20.000

Nominal Uang (Rp)	Percobaan ke :	RGB	Frekuensi (kHz)			
			Tokoh		Gambar	
			Kanan	Kiri	Kiri	Kanan
20.000	1	R	96	83	90	88
		G	134	127	124	126
		B	137	136	136	137
	2	R	84	88	84	88
		G	125	132	119	125
		B	133	144	129	139
	3	R	92	94	91	85
		G	127	126	125	120
		B	133	137	131	131
	4	R	75	86	88	74
		G	107	116	121	101
		B	113	123	129	104
	5	R	81	74	91	85
		G	109	107	117	116
		B	113	121	117	122

Tabel 4.5 Hasil Pengambilan Data Warna Uang Kertas  
Rp 5.000

Nominal Uang (Rp)	Percobaan ke :	RGB	Frekuensi (kHz)			
			Tokoh		Gambar	
			Kanan	Kiri	Kiri	Kanan
5.000	1	R	102	93	111	106
		G	97	95	102	83
		B	100	95	107	78
	2	R	93	93	104	97
		G	90	94	94	78
		B	100	98	91	70
	3	R	100	82	98	92
		G	99	78	90	71
		B	98	79	92	69
	4	R	98	92	98	100
		G	101	97	99	84
		B	107	94	109	74
	5	R	89	98	101	97
		G	83	87	85	81
		B	82	89	77	79

Tabel 4.4 Hasil Pengambilan Data Warna Uang Kertas  
Rp 10.000

Nominal Uang (Rp)	Percobaan ke :	RGB	Frekuensi (kHz)			
			Tokoh		Gambar	
			Kanan	Kiri	Kiri	Kanan
10.000	1	R	80	84	61	65
		G	94	99	76	81
		B	133	141	116	121
	2	R	67	70	57	59
		G	83	86	70	74
		B	118	121	107	108
	3	R	79	87	63	64
		G	93	102	80	82
		B	131	142	121	121
	4	R	83	79	72	70
		G	99	98	90	88
		B	134	136	130	130
	5	R	98	84	77	71
		G	113	98	90	88
		B	136	131	117	125

Tabel 4.6 Hasil Pengambilan Data Warna Uang Kertas  
Rp 2.000

Nominal Uang (Rp)	Percobaan ke :	RGB	Frekuensi (kHz)			
			Tokoh		Gambar	
			Kanan	Kiri	Kiri	Kanan
2.000	1	R	94	96	92	82
		G	94	99	104	95
		B	99	104	126	125
	2	R	94	101	109	97
		G	95	100	119	109
		B	98	108	132	129
	3	R	98	103	95	91
		G	98	107	110	104
		B	108	114	127	130
	4	R	99	103	101	99
		G	98	104	114	113
		B	110	112	113	138
	5	R	98	106	96	96
		G	99	107	105	109
		B	109	119	123	135

Tabel 4.7 Hasil Pengambilan Data Warna Uang Kertas Rp 1.000

Nominal Uang (Rp)	Percobaan ke :	RGB	Frekuensi (kHz)			
			Tokoh		Gambar	
			Kanan	Kiri	Kiri	Kanan
1.000	1	R	73	87	84	70
		G	92	102	92	78
		B	102	111	101	98
	2	R	72	71	82	63
		G	79	80	83	66
		B	93	91	86	77
	3	R	74	71	78	68
		G	88	90	83	72
		B	99	94	91	79
	4	R	79	69	75	64
		G	83	82	77	67
		B	86	90	84	77
	5	R	76	70	80	62
		G	77	77	81	66
		B	96	85	88	76

Range data hasil pengujian diambil dari data mayoritas yang tidak *overlapping* dengan data uang yang lain. Dari hasil pengujian diatas didapatkan *range* RGB masing-masing uang sebagai berikut :

- Range RGB uang 100.000 rupiah :  
R, G, B > 100
- Range RGB uang 50.000 rupiah :  
R < 65 || G < 100 || B > 100
- Range RGB uang 20.000 rupiah :  
R < 100 || G, B > 100
- Range RGB uang 10.000 rupiah :  
65 < R < 85 || G < 100 || B > 100
- Range RGB uang 5.000 rupiah :  
85 ≤ R < 110 || G < 100 || B < 110
- Range RGB uang 2.000 rupiah :  
90 < R < 100 || G, B < 100
- Range RGB uang 1.000 rupiah :  
R < 80 || G < 100 || B < 100

#### D. Pengujian Memori Suara ISD 25120

Pengujian ini dilakukan untuk menganalisa kemampuan ISD25120 sebagai media penyimpanan suara. Pengujian ini meliputi perekaman dan pemutaran suara pada ISD25120, dimana hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah IC suara ISD25120 dapat dioperasikan untuk menyimpan suara dan memutar suara yang telah direkam. Adapun proses pertama yang dilakukan adalah menyusun peralatan seperti yang tampak pada Gambar 4.6, kemudian mengatur data alamat suara pada pin A0-A9 ISD25120 yang akan di rekam atau di putar terlebih dahulu dengan men-*set*-nyamenggunakan DIP *switch*.

Untuk merekam suara, tekan dan tahan tombol *playback/record* (P/R) dan CE secara bersamaan untuk memberikan logika *low* lalu melepaskannya setelah suara

yang diinginkan selesai direkam. Setelah selesai merekam kedua tombol langsung dilepaskan. Suara yang direkam merupakan kata penanda nominal uang kertas yang di uji.

Sedangkan untuk memutar suara, alamat suara yang telah direkam kembali di set ulang. Tombol P/R di lepas untuk aktif logika tinggi (*high*), tombol PD di tekan. Sedangkan CE di tekan sebentar, maka ISD akan memutar suara yang sesuai dengan alamat yang telah di set pada DIP *switch*.



Gambar 4.6 Blok diagram pengujian ISD25120

Hasil pengalaman, perekaman dan pemutaran suara ditunjukkan dalam Tabel 4.8

Tabel 4.8 Pengalaman ISD25120

No.	Rekaman Suara	Alamat Biner (A0-A8)	Play Suara	Durasi (s)
1	Seribu Rupiah	00000000	Seribu Rupiah	3
2	Dua Ribu Rupiah	00010000	Dua Ribu Rupiah	3
3	Lima Ribu Rupiah	00100000	Lima Ribu Rupiah	3
4	Sepuluh Ribu Rupiah	00110000	Sepuluh Ribu Rupiah	3
5	Dua Puluh Ribu Rupiah	01000000	Dua Puluh Ribu Rupiah	3
6	Lima Puluh Ribu Rupiah	01010000	Lima Puluh Ribu Rupiah	3
7	Seratus Ribu Rupiah	01100000	Seratus Ribu Rupiah	3
<b>Total Durasi</b>				<b>21</b>

#### C. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisa sistem dalam mendeteksi warna uang kertas dan mengeluarkan suara seperti warna yang dideteksi oleh sensor warna. Peralatan yang digunakan adalah catu daya 5 V yang digunakan sebagai catu daya untuk mikrokontroller, sensor warna, memori suara, LCD dan ISD25120.

Prosedur pengujian dengan cara merangkai seluruh sub sistem sesuai dengan blok diagram perancangan alat. Pengujian dilakukan dengan meletakkan sensor warna diatas uang kertas untuk mendeteksi data frekuensi dari uang tersebut. Data keluaran sensor diolah menggunakan mikrokontroller, kemudian dikeluarkan melalui LCD dan speaker untuk ditampilkan nilai RGB warna uang dan suara nominal uang tersebut. Parameter keberhasilan sistem ditentukan jika alat dapat mengeluarkan suara sesuai dengan RGB yang ditampilkan pada LCD

Hasil dari pengujian sistem secara keseluruhan terhadap tiap masing-masing uang kertas ditunjukkan dalam Tabel berikut.



Tabel 4.13 Hasil Pengujian Uang Rp 5.000  
Secara Keseluruhan

Percobaan	Karakter	Posisi	Tampilan LCD	Play Suara
ke :				
1	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 100.000	Seratus Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
2	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
3	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 10.000	Sepuluh Ribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
4	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
5	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah

Dari hasil 20 kali pengujian alat menggunakan uang Rp 5.000, didapatkan kesimpulan bahwa uang Rp 5.000 memiliki ketepatan pembacaan data sebesar 90 % dari 18 kali benar dan 2 salah.

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Uang Rp 1.000  
Secara Keseluruhan

Percobaan	Karakter	Posisi	Tampilan LCD	Play Suara
ke :				
1	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 10.000	Sepuluh Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 20.000	Dua Puluh Ribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 10.000	Sepuluh Ribu Rupiah
2	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
3	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
4	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
5	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 1.000	Seribu Rupiah

Dari hasil 20 kali pengujian alat menggunakan uang Rp 1.000, didapatkan kesimpulan bahwa uang Rp 1.000 memiliki ketepatan pembacaan data sebesar 85 % dari 17 kali benar dan 3 salah.

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Uang Rp 2.000  
Secara Keseluruhan

Percobaan	Karakter	Posisi	Tampilan LCD	Play Suara
ke :				
1	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 10.000	Sepuluh Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 20.000	Dua Puluh Ribu Rupiah
2	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 100.000	Seratus Ribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 20.000	Dua Puluh Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 100.000	Seratus Ribu Rupiah
3	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 100.000	Seratus Ribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 20.000	Dua Puluh Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 20.000	Dua Puluh Ribu Rupiah
4	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 20.000	Dua Puluh Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 100.000	Seratus Ribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 20.000	Dua Puluh Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 100.000	Seratus Ribu Rupiah
5	Tokoh	Kanan	Nominal Uang Rp 5.000	Lima Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 100.000	Seratus Ribu Rupiah
	Gambar	Kanan	Nominal Uang Rp 20.000	Dua Puluh Ribu Rupiah
		Kiri	Nominal Uang Rp 20.000	Dua Puluh Ribu Rupiah

Dari hasil 20 kali pengujian alat menggunakan uang Rp 2.000, didapatkan kesimpulan bahwa uang Rp 2.000 memiliki ketepatan pembacaan data sebesar 0 % dari 0 kali benar dan 20 salah.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sensor TCS 3200-DB dapat diaplikasikan sebagai pendeteksi nominal uang kertas dengan cara membentuk pola *range* RGB tiap uang kertas dari keluaran sensor yang berupa frekuensi.
- 2) Pengaruh gradasi dan baik buruknya kondisi fisik uang kertas sangat berpengaruh terhadap pembacaan frekuensi oleh sensor warna. Semakin baik kondisi fisik uang tersebut, maka warna fisik uang akan semakin tampak. Sedangkan untuk uang dengan gradasi dan kondisi fisik yang buruk akan menimbulkan adanya *overlap* warna RGB uang yang satu dengan yang lainnya sehingga hasil pembacaan data mengalami kesalahan.
- 3) Dari hasil pengujian alat terhadap pembacaan objek uang kertas, didapatkan bahwa pengaplikasian sensor warna TCS 3200-DB terhadap deteksi nominal uang kertas menghasilkan persentase keberhasilan pembacaan alat yang berbeda-beda tiap mata uang kertasnya, yaitu sebesar 60% untuk uang 100.000, 75% untuk uang 50.000, 100% untuk uang 20.000, 90% untuk uang 10.000, 90% untuk uang 5.000, 0% untuk uang 2.000, dan 85% untuk uang 1.000.

### B. Saran

Saran-saran dalam pengimplementasian maupun peningkatan unjuk kerja sistem ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Untuk hasil yang lebih baik lagi dalam pembacaan uang kertas, alat ini dapat dipadukan dengan sensor ukuran agar didapatkan hasil pembacaan error yang lebih kecil.
- 2) Untuk mendeteksi apakah uang tersebut merupakan uang asli atau palsu sebaiknya pengembang dapat menambahkan dengan menggunakan sensor ultraviolet.
- 3) Agar ukuran lebih minimalis lagi dapat menggunakan komponen SMD.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2009. *Sensor Warna TCS 3200* (Online), <http://myavr.wordpress.com/2009/06/14/sensor-warna-tcs230-interfaced-avr-ATMega16535/>. Diakses tanggal 21 September 2012.
- Atmel. 2007. *8-bit AVR with 8K Bytes In-System Programmable FlashATMega16* <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/atmel/2486S.pdf>. Diakses tanggal 23 September 2012.
- Blocher, Richard. 2003. *Dasar Elektronika*. Yogyakarta: Andy.
- Hanapi, Gunawan (penerjemah) Malvino A. P. 1996. *Prinsip-Prinsip Elektronika, Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Malvino, Albert Paul. 1992. *Prinsip-prinsip Elektronik. Edisi Kedua, Terjemahan Hanapi Gunawan*. Jakarta : Erlangga.
- Parallax, Inc. 2010. *TCS3200-DB : Colour Sensor Module.pdf*. Diakses tanggal 15 Nopember 2012.
- Soloman, Sabrie. 2010. *Sensors and Control Systems in Manufacturing*. United States: McGraw-Hill Companies.
- Sudjadi. 2005. *Teori dan Aplikasi Microcontroller*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sutrisno. 1987. *Elektronika, Teori dan Penerapannya*. Bandung:ITB.