

“COLOR PEN”

(ALAT BANTU BACA WARNA BAGI PENYANDANG TUNANETRA)

Jati Ismawan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

E-mail : jt_ismawan@yahoo.com

ABSTRAK

Setiap manusia pasti menginginkan kondisi atau keadaan fisik yang normal. Namun kenyataan menjadi berbeda ketika terdapat keterbatasan fisik yang tidak dapat dihindari seperti keterbatasan dalam hal melihat atau sering disebut tunanetra. Mata adalah indera yang mempunyai peranan paling penting dibanding dengan indera lainnya karena selama mata terjaga maka dapat membantu manusia untuk beraktivitas. Terganggunya indera penglihatan seseorang akan kehilangan fungsi kemampuan visualnya untuk merekam objek dan peristiwa fisik yang ada dilingkungkannya. Orang yang mengalami tunanetra tidak dapat menjalani kehidupan sesuai dengan keadaan lingkungan dan keinginan yang mereka harapkan. Sama halnya dengan orang normal, penyandang tunanetra juga memerlukan keinginan untuk dapat hidup mandiri walaupun dengan segala keterbatasan yang dimiliki. Seorang tunanetra pun dapat menemukan makna hidup jika dalam hidupnya mampu menyikapi keterbatasannya. Hidup tetap memiliki makna dalam setiap situasi, bahkan dalam penderitaan dan kepedihan sekalipun. Dengan adanya permasalahan tersebut, maka upaya pemenuhan hak bagi penyandang cacat harus terus dilakukan, antara lain dengan membuat peralatan yang dapat membantu aktivitas kegiatan sehari-hari. Maka dari itu terciptalah suatu gagasan tertulis untuk menghadapi masalah di atas. Dengan memanfaatkan peralatan elektronik yang tidak berbahaya kami membuat suatu peralatan yang dapat membantu penyandang tunanetra untuk dapat mengetahui warna dari suatu benda, peralatan tersebut kami beri nama “**COLOR PEN**”. *Color Pen* ini sangat praktis karena dapat dibawa kemana saja dan mudah dalam pemakaiannya.

Kata Kunci : Tunanetra

I. JUDUL

“*COLOR PEN*”

(ALAT BANTU BACA WARNA
BAGI PENYANDANG TUNANETRA)

II. BIDANG ILMU ELEKTRO

Konsentrasi : Teknik Elektronika

III. LATAR BELAKANG

Saat ini, penyandang tunanetra hanya dapat mengenali bentuk fisik suatu benda dengan cara meraba melalui sentuhan jari dari suatu benda tanpa mampu mengetahui warna dari benda tersebut. Seiring dengan perkembangan elektronika belakangan ini terutama perkembangan dalam bidang sensor, adanya sensor warna dapat membantu pengembangan dalam pembuatan alat bantu tersebut. Berbagai fitur yang dimiliki oleh sensor ini lebih memudahkan dari pembuatan alat bantu tersebut.

Adanya alat pendeteksi warna dan mekanisme sortir benda setelah dideteksi dengan bantuan sebuah robot

mesin sortir dengan *embedded system* (Budi Setiawan Santosa, 2007). Ronald Indrajaya (2002) telah membuat suatu prototipe alat pencampur cat otomatis dengan bantuan konveyer untuk pengecatan bodi mobil dan Albert Gunadhi (2002) merancang suatu sistem sensor yang dapat mengenali suatu warna serta dapat mengetahui perbandingan persentase warna dasar dari suatu warna yang dikenali tersebut dengan menggunakan suatu kamera video analog jenis CCD (*Charge Coupled Devices*).

Dari masalah diatas, penulis mendapatkan gagasan untuk mengimplementasikan teknologi tersebut menjadi sebuah alat pembaca warna. Alat baca warna ini didesain kompak dan *portable* sehingga mudah dibawa kemana-mana. Diharapkan kedepannya para penyandang tunanetra dapat mengetahui warna dari suatu benda secara mandiri sehingga dapat mengembangkan kemampuan dan kemandirian para penyandang tunanetra.

IV. PERUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana membuat rancangan *color pen* untuk membantu penyandang tunanetra dalam mengenali warna suatu benda.
2. Seberapa efisien dan efektifkah *color pen* dalam membaca variasi warna yang ada.
3. Teknologi dan komponen apa yang tepat digunakan dalam *color pen*.
4. Bagaimana desain fisik *color pen* agar menjadi ringan, kecil, kompak dan *portable*.
5. Bagaimana mendesain fungsionalitas *color pen* agar mudah digunakan.

V. BATASAN MASALAH

6. Berdasarkan pada pokok permasalahan yang telah diuraikan, maka pembuatan skripsi ini dibatasi hanya pada membuat rancangan *color pen* untuk membantu penyandang tunanetra dalam mengenali warna suatu benda.

VI. TUJUAN

Tujuan umum dari penulisan ini adalah untuk menemukan sebuah ide atau gagasan dalam pembuatan sebuah alat bantu bagi penyandang cacat tunanetra dalam pembacaan warna dan informasi warna dari benda tersebut. Selain itu karya tulis ini bertujuan pula untuk mengetahui cara pembuatan alat bantu baca warna dari suatu benda dengan teknologi sederhana yang menggunakan perubahan gradasi warna atau nilai RGB (*Red, Green, Blue*) dan informasi dari masing-masing warna sehingga membantu penyandang tunanetra untuk mengetahui warna dari suatu benda.

VII. MANFAAT PENULISAN

1. **Bagi pemerintah:** suksesnya program pemerintah dalam proses pemberdayaan masyarakat.
2. **Bagi masyarakat:** terpenuhinya kebutuhan fasilitas alat bantu pengenalan warna bagi penyandang tunanetra khususnya atau bagi

mereka yang menderita kelainan buta warna.

3. **Bagi penyandang tunanetra:** mempermudah identifikasi warna, sehingga bekerja dengan lebih efektif dan efisien terutama pada bidang yang berkaitan dengan pewarnaan tanpa perlu tergantung dengan orang lain.
4. **Bagi mahasiswa:** untuk mengimplementasikan ilmu pengetahuan dan teknologi yang didapat pada saat mengikuti perkuliahan serta sebagai langkah awal untuk menghasilkan karya-karya tulis lain dimasa datang.

VIII. TELAAH PUSTAKA

Penelitian Terkait

Terdapat beberapa kajian-kajian terkait yang sudah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya dengan hipotesis yang berbeda-beda pada setiap penelitian yang telah dilakukan. Pada dasarnya adanya diversifikasi penelitian yang masih dalam satu kaitan masalah merupakan sebuah mata rantai yang bisa

menentukan kesempurnaan hasil sehingga terdapat wujud berupa sistem yang nyata dan bisa langsung diterapkan pada masyarakat.

Budi Setiawan Santosa (2007) pada penelitian yang telah dilakukannya berkaitan dengan pembuatan robot mesin sortir dengan *embedded system*. Hasil yang diperoleh penulis dari pembuatan *embedded system* ini berupa alat *scanning* warna dan mekanisme sortir benda setelah di-*scan*. Robot ini digunakan sebagai alat bantu dalam menyeleksi warna suatu benda. Sehingga warna dari setiap benda yang disensor akan terlihat nilai RGBnya. Nilai yang didapat akan dicocokkan dengan tabel data yang ada dengan batasan nilai untuk masing-masing nilai R, G, dan B. Dari hasil sensor dapat diketahui nilai warnanya yang kemudian benda hasil sensor akan diletakkan pada tabung yang ditentukan. Tabung-tabung tersebut akan segera menyesuaikan dengan nilai warna dengan bergerak menggunakan motor servo sebagai penggeraknya sesuai dengan posisi yang ditentukan. Penentuan gerak motor servo ini

diperoleh dengan mengatur jarak pulsa sesuai dengan tabung yang dibuat. Antara tabung yang satu dengan lainnya akan mempunyai jarak pulsa yang berbeda pula.

Ronald Indrajaya (2002) pada penelitian yang telah dilakukannya berupa prototipe alat pencampur cat otomatis. Prototipe ini terdiri atas sebuah konveyor untuk menggerakkan kontainer, solenoida untuk membuka dan menutup *valve* pada tangki, sensor *infra-red* LED sebagai *proximity switch*, dan motor DC untuk mengangkat dan menurunkan timbangan A dan timbangan B, menggerakkan lengan Z, dan mengaduk cat. Sistem kerja dari prototipe ini adalah mengisi kontainer dengan cat yang terdapat pada tangki A dan tangki B. Metode yang dipakai untuk mendapatkan perbandingan warna cat tertentu itu, yaitu dengan menimbang berat masing-masing warna cat dengan suatu transduser LVDT, sesuai dengan *setting point* yang di-*input*-kan. Hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem dapat mencampurkan

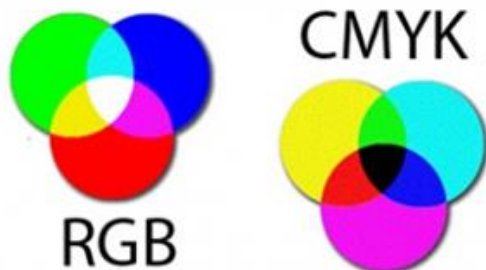
dua warna cat sesuai dengan *setting point* yang di-*input*-kan meskipun warna cat hasil pencampuran kurang bagus, hal ini disebabkan karena *error* berat rata-rata sebesar 7.42 %.

Albert Gunadhi (2002) tentang perancangan sistem sensor yang dapat mengenali suatu warna serta dapat mengetahui perbandingan persentase warna dasar dari suatu warna yang dikenali tersebut. Untuk mengambil data dari suatu obyek gambar digunakan suatu kamera video analog. Kamera video ini merupakan jenis CCD (*Charge Coupled Devices*) berwarna dengan ukuran $\frac{1}{4}$ ". Untuk mengubah sinyal video analog menjadi citra digital diperlukan sebuah *frame grabber*. Implementasi rancangan dilakukan ke dalam bahasa pemrograman dengan data 24 bit. Bahasa program yang digunakan adalah bahasa Pascal. Ada 10 macam warna yang digunakan dalam verifikasi, yaitu: hitam, coklat, merah, oranye, kuning, hijau, biru, ungu, abu-abu dan putih. Dalam pengujian sistem, sistem dapat mengenali warna dengan benar jika citra yang diujikan merupakan citra

yang mempunyai warna yang homogen atau berupa tekstur yang tidak dominan. Bila citra berupa tekstur yang dominan, sistem tidak dapat mengenali warna secara benar. Berhasil atau tidak dalam mengenal warna juga bergantung pada intensitas dari warna tersebut.

1. Konsep Warna RGB (*Red, Green, Blue*)

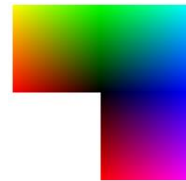
RGB (*Red, Green, Blue*) ialah ruang warna asli yang digunakan pada sistem grafik komputer, yang merupakan sistem pewarnaan untuk menangkap suatu gambar (obyek). RGB digunakan karena mata manusia sensitif terhadap warna merah, hijau dan biru. Perbandingan antara RGB dan CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow, Black*) nampak seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan warna RGB dan CMYK

(Sumber: Tim *e-Technology Center*, 2008)

Masing-masing warna RGB menggunakan 8 bit, sehingga rentang nilainya dari 0 – 255, seperti yang nampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Variasi warna RGB 24 bit
(Sumber: Tim *e-Technology Center*, 2008)

2. Sensor Warna

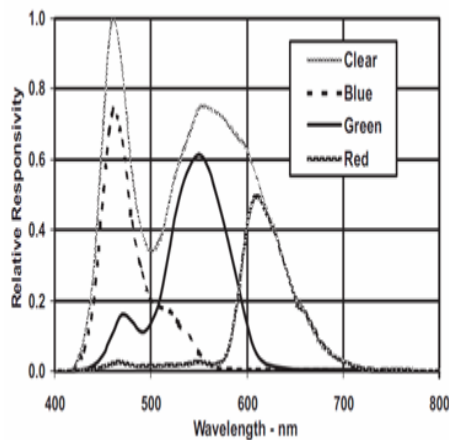
Frekuensi merupakan parameter informatif penting dari suatu sensor saat ini. Semakin banyak produsen menghasilkan sensor dan transduser dengan *output* berbasis frekuensi, periode, *time interval* atau *duty cycle*. Salah satunya ialah *Texas Advanced Optoelectronics Solutions* (TAOS) dengan produk pengkonversi cahaya ke frekuensi dan warna ke frekuensi (TCS230) seperti yang nampak pada Gambar 3. Sensor-sensor tersebut merupakan gabungan *photodiode* silikon dan pengkonversi arus ke frekuensi pada sebuah IC CMOS monolitik.



Gambar 3. Contoh perangkat sensor RGB menggunakan TCS230

(Sumber: *datasheet* TCS230, TAOS Inc., 2003)

Respon spektra dari warna apa saja merupakan sebuah fungsi yang bukan hanya respon perangkat sensor, tetapi juga sistem optik dan iluminasi. Respon kombinasi dari modul ini menghasilkan suatu kurva seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan panjang gelombang dengan *relative responsivity*

(Sumber: *Tim e-Technology Center, 2008*)

Photodiode pada IC TC3200 disusun secara array 8x8 dengan

konfigurasi: 16 photodiode untuk memfilter warna merah, 16 photodiode untuk memfilter warna hijau, 16 photodiode untuk memfilter warna biru, dan 16 photodiode tanpa filter. Kelompok photodiode mana yang akan dipakai bisa diatur melalui kaki selektor S2 dan S3. Photodiode akan mengeluarkan arus yang besarnya sebanding dengan kadar warna dasar cahaya yang menimpanya. Arus ini kemudian dikonversikan menjadi sinyal kotak dengan frekuensi sebanding dengan besarnya arus [2]. Frekuensi Output ini bisa diskala dengan mengatur kaki selektor S0 dan S1. Dengan demikian, program yang kita perlukan untuk mendapatkan komposisi RGB adalah program penghitung frekuensi.

3. Modul Audio

ISD25120 merupakan salah satu *chip recorder* yang memiliki kualitas bagus untuk melakukan perekaman atau putar ulang selama 120 detik. Perlengkapan CMOS juga termasuk didalamnya, *microphone, preamplifier, automatic gain control (AGC)*,

antialiasing filter, *smoothing filter*, dan *speaker amplifier*.

Dalam hal kualitas suara, ISD25120 memiliki masukan sampling frequency sekitar 8.0 KHz. Contoh suara akan disimpan secara langsung ke dalam IC pada bagian *nonvolatile memory* tanpa proses digitalisasi dan kompresi, sehingga suara yang tersimpan tidak akan hilang jika sumber daya pada IC dilepas. Penyimpanan suara analog secara langsung dengan bantuan *microphone*, sedangkan tiruan dari suara asli, musik, nada, dan efek suara bisa dimasukkan ke dalam IC ini dengan bantuan kabel keluaran audio yang disambungkan dengan salah satu pin dari IC.

Selain itu, ISD25120 juga bisa dihubungkan dengan mikrokontroler. Jalur alamat dan jalur kendali bisa dihubungkan dengan input/output pada mikrokontroler dan dapat dimanipulasi untuk menampilkan variasi dari tugas. Termasuk didalamnya kumpulan pesan yang terekam, urutan pesan suara, serta pengelolaan pesan suara yang ada di dalam ISD25120.

4. Mikrokontroler ATmega 16

Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan pengendali bagi perangkat lain seperti sensor TCS230 dan pemanggilan suara dari slot Mini SD. Untuk memenuhi kebutuhan memori program yang cukup besar, maka digunakan mikrokontroler ATmega16.

Fitur-fitur yang dimiliki ATmega16 sebagai berikut:

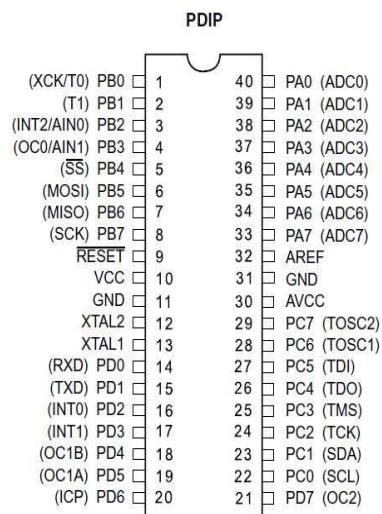
- Mikrokontroler AVR 8 Bit yang memiliki kemampuan tinggi, dengan daya rendah.
- Memiliki kapasitas Flash memori 16 KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1Kbyte.
- Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
- CPU terdiri atas 32 register.
- Unit Interupsi internal dan eksternal.
- ADC internal dengan fidelitas 10 bit 8 *channel*.

- Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis *RISC* dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
- Port USART untuk komunikasi serial.

Dengan fitur-fitur seperti diatas, pembuatan alat menggunakan ATmega16 menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan IC pendukung yang banyak.

Pin Konfigurasi ATmega16

Dalam menentukan port mana saja yang akan digunakan sebaiknya terlebih dahulu melihat pin-pin konfigurasi yang terdapat pada ATmega 16



Gambar 5 Pin konfigurasi ATmega16

IX. METODE PENULISAN

Metode penulisan yang digunakan dalam makalah ini adalah metode deskriptif. Nazir (1998) mendefinisikan metode deskriptif sebagai suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu objek, suatu kondisi, suatu sistem pemikiran ataupun suatu peristiwa pada masa sekarang. Tujuannya adalah untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki.

Pengumpulan data dalam karya tulis ini dilakukan dengan studi pustaka melalui buku-buku dan media elektronik untuk memperoleh data-data dan fakta yang terjadi.

Cara analisis yang digunakan makalah ini dilakukan dengan mengumpulkan data dan membuat perumusan masalah terkait, memberikan alternatif atau tawaran yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah yang ditemukan, mengolah data-data yang

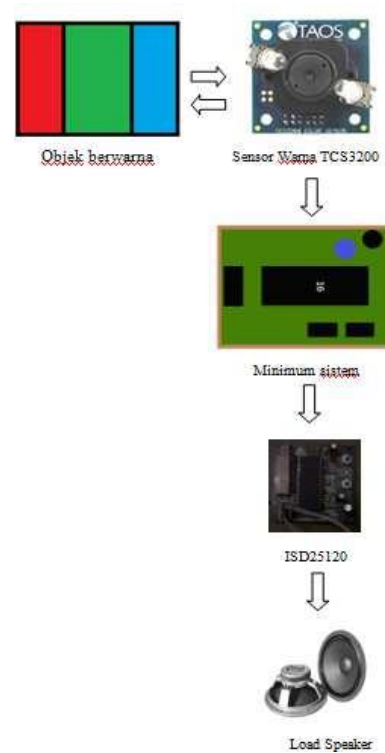
berhubungan dengan alternatif atau tawaran yang diberikan, melakukan analisis dan perbandingan sebelum dan sesudah jika tawaran yang diberikan diimplementasikan, dan menarik kesimpulan dari permasalahan yang diajukan.

X. ANALISIS DAN SINTESIS

A. Pembuatan Perangkat Keras

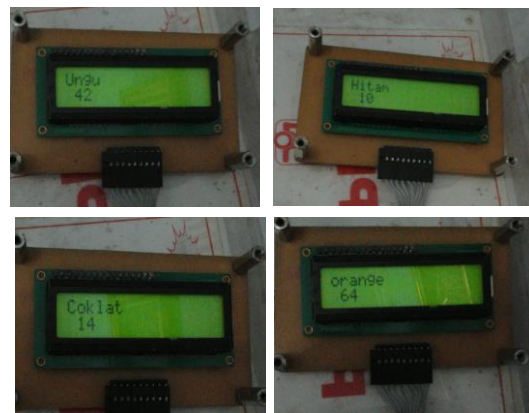
Pada tahap pembuatan perangkat keras ini terdiri dari sensor warna TCS230 dengan minimum system berbasis ATmega 16 sebagai kontrolernya. Tahap pengenalan warna terdapat pada sensor TCS230 di dalamnya juga terdapat tahap pengkonversian dari arus dari warna yang terdeteksi menjadi gelombang pulsa yang frekuensinya setara dengan arus setelah itu frekuensi yang merupakan susunan RGB warna yang terdeteksi akan diproses dalam mikrokontroler untuk disamakan dengan suara yang sudah tersimpan dalam IC Suara ISD2510, setelah proses tersebut berhasil kemudian dikonversi diteruskan ke loudspeaker

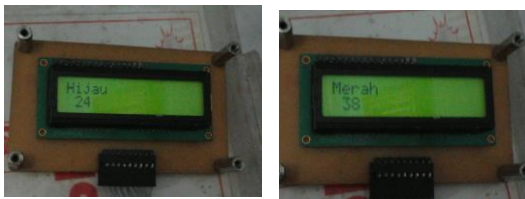
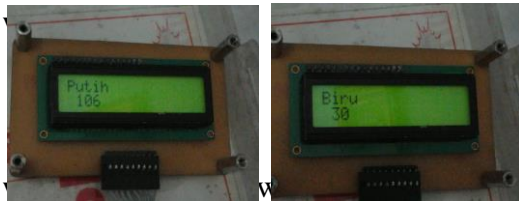
dengan filter yang sudah ada pada rangkaian ISD25120.



Gambar 6 Blok diagram hardware

Berikut ini adalah hasil dari penelitian pembacaan warna berdasarkan nilai desimal terhadap waktu pencacahan per 1 ms.





B. Pembuatan perangkat lunak

Pada pembuatan perangkat lunak ini akan dilakukan pembuatan program pada mikrokontroler menggunakan Code Vision AVR dapat dilihat dalam flowchart dengan mekanisme kerja :

Sensor membaca kemudian mikrokontroler menangkap pembacaan sensor setelah itu memproses pembacaan tersebut. Proses dalam mikrokontroler adalah menyamakan warna yang terdeteksi dengan suara yang telah tersimpan dalam memory ISD25120. Jika proses tersebut sudah selesai maka mikrokontroler akan mengoutputkannya ke loudspeaker.

C. Cara Kerja COLOR PEN

- a) Nyalakan saklar pada wadah baterai
- b) Dekatkan ujung sensor/pen pada obyek ± 2 cm dari permukaan obyek
- c) Sensor akan mengubah warna yang dibaca menjadi bentuk frekuensi
- d) Frekuensi ini akan diolah oleh kontroller dengan diubah menjadi sinyal digital dahulu sebelumnya
- e) Hasil pengolahan kontroller akan dikirim ke modul audio
- f) Modul audio akan menerima sinyal yang diterima lalu menerjemahkannya dengan mengeluarkan suara nama dari warna tersebut melalui speaker yang ada

D. Analisis Keefektifan dan Keberhasilan COLOR PEN

COLOR PEN dapat digunakan sebagai solusi untuk membantu para penderita tuna netra untuk mengetahui atau membedakan warna dari suatu

benda. Selain bagi para penyandang tuna netra, alat ini dapat digunakan bagi penderita buta warna atau yang memiliki kelainan tidak dapat membedakan warna dengan jelas untuk mengetahui warna dari suatu benda. Khusus bagi pengguna yang non tuna netra, COLOR PEN dapat dimodifikasi *output*-nya dengan mengganti modul audio menjadi panel layar LCD, sehingga nantinya hasil pembacaan sensor akan ditampilkan ke LCD tersebut berupa tulisan nama dari warna tersebut.

Adanya COLOR PEN ini diharapkan nantinya akan meningkatkan kemampuan para penyandang tuna netra agar dapat bekerja dalam bidang yang melibatkan kemampuan membaca warna seperti pelukis, desainer interior dan lain-lain. Sehingga dapat meningkatkan kemandirian para penyandang tuna netra nantinya yang tidak membutuhkan bantuan orang lain lagi dalam hal membaca warna.

alat ini sangat portabel dan kompak sehingga mudah masuk ke dalam saku dan mudah dibawa kemana-

mana sebab menggunakan baterai sebagai catu dayanya. hal ini dimaksudkan agar pengguna tidak perlu menggunakan sumber listrik PLN yang dikhawatirkan jika pengguna tuna netra yang menggunakannya maka mereka terhindar dari bahaya tersengat listrik tegangan tinggi.

Baterai yang digunakan sengaja menggunakan baterai tipe AA yang sangat mudah dijumpai dipasaran. Penulis sengaja memilih menggunakan baterai jenis ini dibanding menggunakan baterai jenis Ni-Cd atau Ni-MH yang bersifat *rechargeable* atau dapat di *charge* kembali bila dayanya telah habis agar pengguna alat ini yang tuna netra dapat dengan mudah mengganti baterai tanpa perlu men-*charge* ulang baterai yang dikhawatirkan dapat tersengat tegangan listrik. Meskipun bila dilihat secara ekonomis menggunakan baterai *rechargeable* lebih ekonomis dibanding menggunakan baterai tipe AA sebab baterai ini dapat digunakan untuk jangka waktu yang lama tanpa harus membeli baru baterai tiap daya baterai telah habis.

E. Analisis Keunggulan COLOR PEN

Penyandang tuna netra biasanya kesulitan dalam mengetahui warna suatu benda, seringkali mereka meminta bantuan orang normal untuk mengetahui warna dari benda tersebut. Adanya inovasi alat baca warna yaitu COLOR PEN maka penyandang tuna netra tidak perlu kesulitan atau meminta bantuan orang normal dalam membaca warna benda. Keunggulan alat ini antara lain adalah:

- 1) Desain fisik COLOR PEN yang portabel dan kompak sehingga mudah dibawa kemana-mana dan mudah dimasukkan kedalam saku.
- 2) COLOR PEN merupakan usaha pemberdayaan dan peningkatan kemampuan penyandang tuna netra sehingga mereka dapat bekerja dalam bidang yang melibatkan pembacaan warna.
- 3) COLOR PEN dapat memberikan peluang bisnis baru mengingat masih terbatasnya alat bantu bagi penyandang tuna netra.
- 4) Menggunakan baterai aa yang mudah diperoleh sehingga memudahkan penggantian baterai bila sewaktu-waktu baterai habis
- 5) Bahan dan komponen pembuatannya mudah didapat.
- 6) Dapat ditambah panel LCD sehingga dapat menampilkan tulisan yang dapat dibaca bila alat ini ingin digunakan bagi mereka non tuna netra yang memiliki kelainan tidak bisa membedakan warna dengan jelas.
- 7) Dapat dialihfungsikan sebagai detektor warna dengan melakukan sedikit perubahan pada program controller dan *output*-nya.
- 8) membantu mengembangkan kemampuan dalam merancang sistem elektronik yang berbasis kendali otomatis atau controller.

XI. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kebutuhan akan alat bantu bagi mereka yang memiliki keterbatasan fisik kian hari kian meningkat. *COLOR PEN*

memberikan solusi sebagai alat bantu inovasi baru dengan proses pembuatan yang tidak rumit yang membantu penyandang tunanetra dalam membaca warna suatu benda sehingga dapat memberikan peluang bagi penyandang tunanetra untuk berkarya dalam bidang yang membutuhkan kemampuan membaca warna.

Saran

Paket teknologi pembuatan *COLOR PEN* secara modern yang telah dimodifikasi selanjutnya dapat diaplikasikan agar lebih mengetahui kelebihan dan kelemahan yang muncul dari teknologi tersebut. Diperlukan proses pengintegrasian komponen menjadi satu kesatuan dan proses fabrikasi yang lebih modern sehingga bentuk dan desain fisik alat ini lebih menarik dan ukurannya menjadi lebih kecil, ringan dan tipis.

XII. DAFTAR PUSTAKA

Gunadhi, Albert. 2002. *Sensor Warna dengan Menggunakan Kamera Video Berbasis Komputer Pribadi*. Jakarta.

Indrajaya, Ronald. 2002. *Pembuatan Prototipe Alat Pencampur Cat Berbasis MCS-51*. Surabaya.

Santosa, Budi Setiawan. 2007. *Scanning Warna dengan TCS230 Color Sensor Pada Mesin Sortir*. Yogyakarta.

Tim e-Technology Center. 2008. *Penerapan Sensor Warna Dan Module Emic Text To Speech Pada Meet Identifier*. Majalah Elkom Edisi Maret – April 2008 (pp 19 - 21). Bekasi Timur.

Wardhana. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler Atmel AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware dan Aplikasi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

_____, 2003, *datasheet TCS230 programmable color light-to-frequency converter*. TAOS Inc. (diakses tanggal 20 Januari 2011)

_____, 2010, *datasheet emic text-to-speech module*, Parallax Inc.

(diakses tanggal 20 Januari 2011)