

Rangkaian darlington dalam pembuatan chart elektronik (studi eksperimen guru-guru fisika se-Kabupaten Tangerang)

Mujadi

Universitas Terbuka Jakarta

E-mail: trimurtiadi@gmail.com

Abstrak. Kemampuan Guru dalam menerapkan nilai-nilai akademis dan mengembangkan dalam karya karsa bagi guru-guru Fisika di SMA amat sangat diperlukan pada era kemajuan teknologi informasi yang semakin pesat. Inovatif, terampil, dan kreatif seorang guru khususnya guru Fisika disekolah merupakan suatu keharusan untuk di miliki. Perkembangan teknologi sangatlah beragam, salah satu diantaranya adalah teknologi pembelajaran dengan menggunakan media yang sangat membantu siswa dalam memahami dan mengetahui dasar-dasar teknologi itu dibuat. Diantara guru-guru yang paling siap dan mampu berkarya, karsa, dan cipta di sekolah-sekolah adalah guru bidang studi Fisika. Dasar-dasar pengetahuan, teori fisika, hukum-hukum fisika, serta postulat fisika yang dimiliki mampu menjawab produk-produk teknologi yang menyebar dan dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh perkembangan IT yang diwujudkan dalam sebuah computer, radio, dan televisi dimana didalamnya mempunyai otak yang sangat canggih dan diberi nama IC yang dibentuk dari sekumpulan transistor dengan kaki tiganya mampu memberikan nilai teknologi yang sangat besar sekali. Bagaimana kemampuan guru-guru Fisika SMA Negeri Kabupaten Tangerang berinovasi dengan komponen transistor yang murah dan mudah didapat dapat memberikan andil meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah? Sebuah karya cipta media Chart Elektronik yang dibuat oleh guru-guru Fisika SMANegeri Kabupaten Tangerang mampu mewujudkan harapan peningkatan kualitas pembelajaran materi yang beragam disekolah.

1. Pendahuluan

Sejak teori semikonduktor ditemukan, perkembangan teknologi elektronika mengalami kemajuan semakin pesat. Penyederhanaan komponen-komponen dari bentuk-bentuk yang cukup besar dan sangat rumit menjadi komponen yang sangat kecil dan mudah, murah dan ringan. Diawali dari adanya dioda sebagai semikonduktor yang terbuat dari suatu kristal silikon dan germanium yang mempunyai suatu keistimewaan dalam hal penyearah arus. Pertambahan waktu dan perkembangan keahlian dan teknologi semikonduktor pada tahun 1949, Shockley mencoba teori Transistor junction (sambungan) dari tiga lapisan positif dan negatif, dan hasil pertamanya dihasilkan dalam tahun 1951. Dampak transistor dalam dunia elektronika sangatlah besar. Di samping dimulainya industri semikonduktor multi bilyuna dolar, transistor pun telah membuka jalan pada penemuan- penemuan rangkaian terintegrasi, piranti optoelektronika dan prosesor mikro.

Komputer generasi lanjut EDVAC (Elektronik Discrete Variable Automatic) berhasil dibuat dalam bentuk yang lebih kecil dan ringan merupakan pengembangan dari generasi kedua yang kesemuanya menggunakan komponen semikonduktor dioda dan transistor. Namun demikian produksi transistor dalam teknologi elektronika lebih banyak mengarah pada segi bisnis atau hanya memperhitungkan

keuntungan ekonomi. Sehingga sentuhan pada pendidikan, utamanya sebagai media pendidikan hampir-hampir tidak ada. Apalagi kata elektronika belum sama sekali disosialisasikan dalam dunia pendidikan sebagai sesuatu yang biasa. Kata transistor dalam pendidikan seakan-akan mempunyai makna pendidikan yang mahal dan mewah, sehingga keengganan memperkenalkan dunia elektronik dari masa kanak-kanak (pendidikan dasar) sampai tingkat SMP masih tetap berlangsung. Transistor sebagai komponen elektronika yang mempunyai fungsi sebagai saklar, penguat arus, dan penguat tegangan akan lebih bermanfaat jika penggunaannya menyentuh pada seluruh lapisan, salah satunya dalam dunia pendidikan. Pemanfaatan transistor dalam dunia pendidikan tentu saja mengemban suatu misi dalam peningkatan mutu pendidikan.

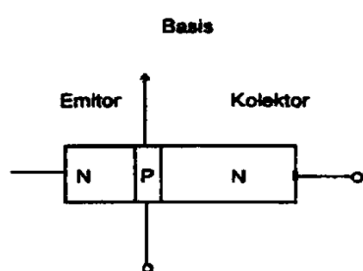
Suatu inovasi baru dari pemanfaatan transistor dalam pengembangan media pegajaran maupun media evaluasi. Dengan mengacu pada sebuah rangkaian Darlington dan penggunaan serf transistor secara khusus akan menghasilkan bentuk rangkaian yang sangat unik, menarik, dan menimbulkan motivasi dalam pembelajaran. Oleh karena itu, melalui suatu eksperimen laboratorium rangkaian Darlington ini dapat dikembangkan menjadi rangkaian bersama dalam bentuk Chart Elektronik melalui sentuhan tangan basah. Hasil eksperimen inilah kemudian merupakan karya cipta dari guru-guru Fisika SMA/U se Kabupaten Tangerang yang merupakan langkah awal dari inovasi yang terus akan dikembangkan sebagai media pembelajaran di sekolah.

Karya cipta yang kemudian dinamakan Penerapan Transistor dalam pembuatan Media Chart Elektronik (Studi eksperimen guru-guru Fisika se Kabupaten Tangerang). Kegiatan eksperimen pembuatan chart elektronik pada Sistem Pernapasan Manusia oleh para guru Fisika SMA Negeri di Tangerang ini menjadi tertarik untuk melakukan pengamatan secara langsung dan menjadikan bahan penelitian yang signifikan.

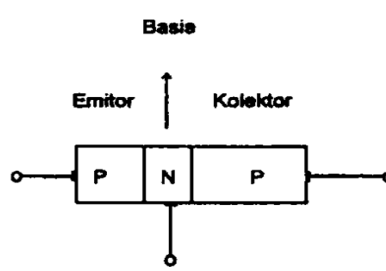
2. Teori yang Digunakan

2.1. Fungsi Transistor Dan Rangkaian Elektronik

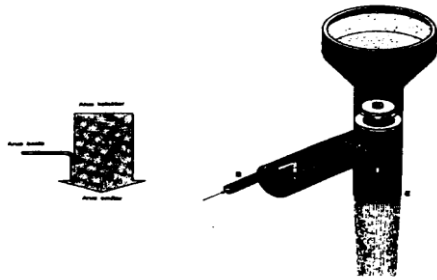
Selain dioda sebagai semikonduktor yang terdiri dari dua lapisan N dan P, komponen lain sebagai semikonduktor dengan tiga lapisan/sambungan NPN atau PNP adalah Transistor. Transistor terbuat dari bahan kristal Germanium dengan nilai tegangan jatuh 0,3 V, dan kristal Silikon dengan nilai tegangan jatuh 0,7 V pada suhu 25°C. Seperti halnya dengan dioda penggunaan kristal Silikon pada transistor karena kepentingannya lebih besar, sehingga dalam semua pembicaraan mengenai transistor jika tidak dinyatakan yang dimaksud adalah Silikon. Setelah teori transistor sambungan oleh Shockley 1949 dan berhasil pada tahun 1951 terdapat tiga daerah transistor. Pada gambar di bawah menunjukkan tiga daerah transistor NPN dan PNP.



Gambar 1a. Transistor NPN



Gambar 1b. Transistor PNP



Gambar 2. Analogi Transistor

Tiga buah kaki pada transistor di antaranya basis (B), kolektor (C), dan emitor (E). Pada kaki-kaki basis, kolektor, dan emitor ini arus listrik akan mengalir. Namun demikian, aliran arus pada transistor sangat dipengaruhi oleh basis. Artinya arus pada basis inilah yang mengendalikan arus pada kolektor. Sehingga arus pada basis dikatakan sebagai arus pengendali arus kolektor. Sebagai gambaran bagaimana mekanisme arus pada transistor, gambar di bawah ini adalah suatu analogi "transistor air". Dalam suatu uji laboratorium, bahwa untuk menyalakan bola lampu dengan menggunakan transistor diperlukan arus basis I_B sebesar 1 mA, dan arus Kolektor 70 mA. Hal ini berarti arus basis sebesar 1 mA dapat mengendalikan arus kolektor sebesar 70 mA atau kelipatan 70 kali. Itulah sebabnya arus basis transistor harus diperkuat dengan faktor 70. Penguatan ini merupakan suatu parameter penting dari transistor yaitu:

$$h_{FE} = I_C / I_B \tag{1}$$

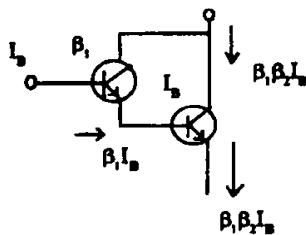
Berdasarkan parameter tersebut, maka salah satu fungsi dari transistor yang banyak dikenal adalah sebagai "PENGUAT", selain sebagai penguat, transistor berfungsi sebagai saklar. Hal ini dimungkinkan karena transistor silikon mempunyai tegangan jatuh 0,7 Volt. Sehingga antara 0 - 0,7 Volt transistor belum berfungsi sebagai penguat dan rangkaian dalam keadaan *Off* (mati). Beberapa penguatan dari transistor di antaranya adalah sebagai penguat arus dalam rangkaian kolektor bersama (pengikut emitor). Satu lagi transistor sebagai penguat tegangan dalam rangkaian emitor bersama.

2.2. Rangkaian Darlington

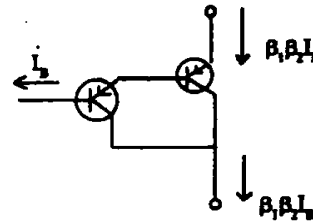
Dengan mengacu pada transistor sebagai penguat arus $h_{FE}(\beta)$ untuk sebuah transistor, maka penguatan β dapat dilipatkan menjadi lebih besar jika menggunakan lebih dari sebuah transistor. Dengan cara memasang dua buah transistor yang masing-masing memiliki β_1 dan β_2 , pasangan tersebut akan mempunyai penguatan total $h_{FE}(\beta) = \beta_1 \beta_2$

Pasangan transistor demikian ini dinamakan rangkaian/ pasangan Darlington Dalam rangkaian Darlington makin tinggi β , makin tinggi impedansi input dari basis.

Banyak transistor mempunyai harga-harga β sampai 300. Melalui pasangan Darlington kita akan mendapatkan harga β yang jauh lebih besar. Gambar di bawah ini menunjukkan rangkaian Darlington dari transistor NPN dan PNP.



Gambar 3a. Pasangan Darlington dengan Transistor PNP



Gambar 3b. Pasangan Darlington dengan Transistor NPN

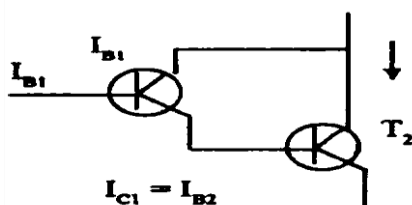
Pada gambar tersebut di atas kolektor-kolektor dihubungkan, dan emitor dari transistor pertama menggunakan Basis dari transistor yang kedua sehingga penguatan total β

Adalah $\beta = \beta_1\beta_2$

Pabrikan (*manufacturer*) transistor kadang-kadang memasang dua transistor yang dihubungkan sebagai pasangan Darlington di dalam *housing* transistor tunggal. Piranti (*device*) dengan tiga terminal ini bekerja seperti sebuah transistor tunggal dengan β yang sangat tinggi. Misalnya keluarga dari transistor dengan tipe 2N2785 merupakan transistor Darlington NPN dengan β minimum sebesar 2000 dan β maksimum sebesar 20.000 atau $2000 < \beta < 20.000$.

Rangkaian Darlington sebagai Sensor

Arus basis yang diperlukan agar transistor pada gambar di bawah ini dapat menghantar arus sekitar 1 mA. Arus ini dapat pula diberikan oleh sebuah transistor dalam bentuk rangkaian Darlington atau pasangan Darlington.



Gambar 4. Rangkaian Darlington

Dua transistor dalam sebuah Rangkaian Darlington . Arus emitor dari T_1 yaitu I_{E1} , dengan penguatan β_1 memasuki Basis dari T_2 dengan penguatan β_2 , yang berarti $I_{C2} = \beta_2 I_{B2} = \beta_2 \beta_1 I_{B1}$. Dengan demikian penguatan totalnya menjadi:

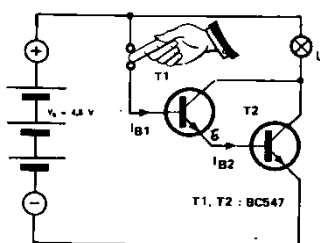
$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \quad (2)$$

Sedangkan arus yang melewati T_2 pada I_{E2} akan menjadi sangat besar, yaitu kira-kira

$$I_{E2} = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot I_{B1} \quad (3)$$

Pasangan Darlington dalam sebuah rangkaian dengan menggunakan sumber tegangan 4,5 Volt sudah dapat menyalakan sebuah lampu L dengan menyentuh ujung positif dari basis T_1 dengan sebuah jari. Pada saat jari disentuh arus yang sangat kecil akan melewati jari dengan kelembaban (jari) yang ada pada kulit sebagai resistor sangat tinggi sudah dapat mengalirkan arus yang sangat besar yaitu kelipatan dari persamaan 2.

Rangkaian Darlington ini dapat digunakan untuk memperoleh penguatan arus sampai beribu-ribu kali. Oleh karena setiap transistor mempunyai tegangan jatuh (ambang) 0,7 Volt, maka perlu juga diperhitungkan besarnya tegangan ambang untuk kedua transistor yang kira-kira 1,4 Volt.



Gambar 5.
Rangkaian
Darlington Sistem
sentuh

3. Metodologi dan Sampel

Penelitian ini merupakan **penelitian kualitatif yang sifatnya deskriptif analitik**. Data yang diperoleh seperti hasil pengamatan, hasil wawancara, hasil pemotretan, analisis dokumen, catatan lapangan, disusun peneliti di lokasi penelitian, tidak dituangkan dalam bentuk dan angka-angka. Peneliti segera melakukan analisis data dengan memperkaya informasi, mencari hubungan, membandingkan, menemukan pola atas dasar data aslinya (tidak ditransformasi dalam bentuk angka). Hasil analisis data berupa pemaparan mengenai situasi yang diteliti yang disajikan dalam bentuk uraian naratif.

3.1. Sampel

Purposive Sampling adalah teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini. Metode ini menggunakan kriteria yang telah dipilih oleh peneliti dalam memilih sampel, yaitu guru-guru Fisika SMA Negeri di Kabupaten Tangerang

4. Hasil Temuan dan Analisis Data

Dari hasil pengamatan, wawancara, serta dokumentasi saat para guru melakukan kegiatan eksperimen pembuatan chart elektronik adalah sebagai berikut:

Merancang penggandaan Rangkaian Darlington

Oleh karena setiap pasangan Darlington mempunyai satu titik sentuh, maka perlu dilakukan penggandaan titik sentuh dalam pembuatan rangkaian chart elektronik. Langkah-langkah yang memungkinkan untuk penggandaan adalah:

Rangkaian Darlington sebagai Sensor

- Menetapkan setiap titik sentuh untuk setiap titik terang lampu L.
- Menetapkan setiap pasang Darlington untuk setiap titik terang lampu L.
- Menetapkan sumber tegangan sentral untuk semua pasangan Darlington
- Memisahkan sistem sentuh dengan titik terang lampu L.
- Membagi rangkaian menjadi tiga buah blok untuk memudahkan sistem operasionalnya
- Memilih bentuk chart yang dibuat/diubah ke dalam chart elektronik.

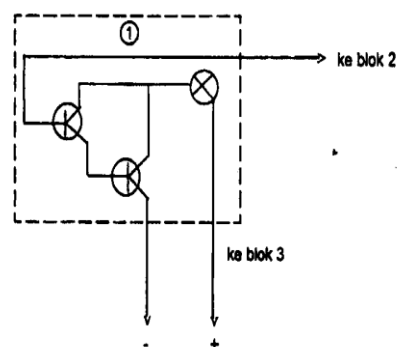
4.1.1. Merancang Rangkaian Perakitan

Sebelum memulai suatu pekerjaan pembuatan pasangan Darlington terlebih dahulu dilakukan pembuatan/merancang rangkaian dalam bentuk gambar-gambar yang sederhana dan mudah untuk dipahami. Tahapan dari merancang rangkaian adalah:

- Rangkaian/pasangan Darlington dalam satu sistem 1 blok
- Rangkaian sentuh dalam satu sistem 1 blok
- Sumber tegangan sentral untuk semua pasangan Darlington.

4.1.2. Merancang Rangkaian Darlington

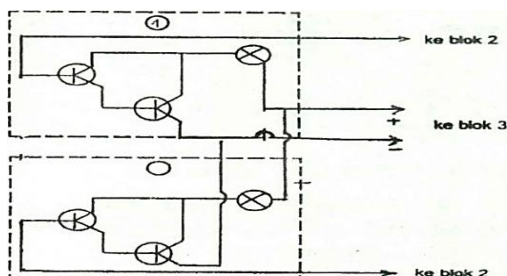
Sistem pernapasan manusia yang terdiri dari ± 10 titik terang.



Gambar 6.
Rancangan rangkaian
Darlington system
Blok

4.1.3. Merancang Rangkaian sentuh dalam satu Blok

Yaitu blok kedua yang mempunyai sketsa gambar/chart sama dengan blok pertama.



Gambar 7. Sistem rangkaian blok sentuh

4.1.4. Sumber tegangan diperuntukkan untuk semua pasangan Darlington

Dengan menggunakan 3 buah baterai (1,5 x 3) volt yang dipasang secara seri dan memberikan energi listrik sesuai dengan kebutuhan.



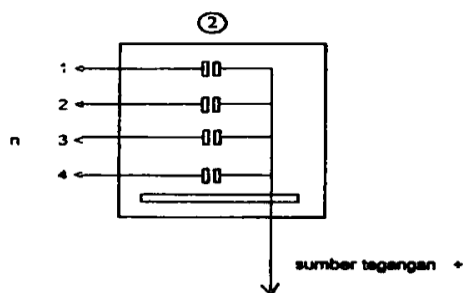
Gambar 8. Sistem sumber tegangan

4.1.5. Perakitan Pasangan Darlington dan LED, dan Perakitan Sistem Sentuh

Setelah rancangan blok 1, 2 dan 3 dibuat dan tidak terdapat kesalahan, proses selanjutnya adalah perakitan pasangan Darlington dan LED dengan cara penyolderan dua buah Transistor tipe NPN seri BC547 dan sebuah LED sebanyak ±10 pasang. Selanjutnya pasangan Darlington dipasang pada setiap titik pada alat pernapasan manusia seperti:

- paru-paru kiri
- paru-paru kanan
- Pembuluh napas
- Tulang rusuk
- Gelembung paru-paru
- Sekat rongga dada
- Tenggorokan
- Pangkal tenggorokan
- Rongga hidung
- Rahang atas

Setelah kesemuanya terpasang, maka blok pertama akan berbentuk seperti pada gambar di bawah ini.



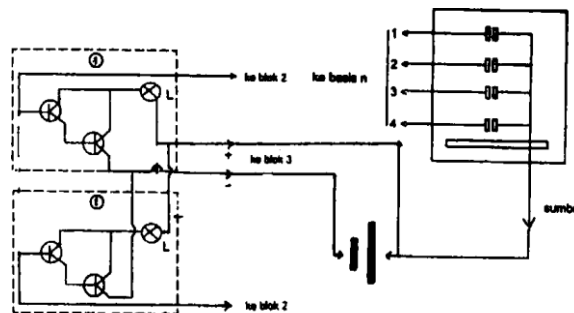
Gambar 9. Penggabungan rangkaian Darlington

Demikian juga perakitan sistem sentuh pada blok kedua. Sistem sentuh ini sebaliknya menggunakan logam dari tembaga, namun jika tidak/sulit tersedia dapat digunakan isi stapler Seperti pada pemasangan pada blok pertama di mana setiap titik alat pernapasan dipasangkan dua bagian stapler seperti pada gambar di bawah ini.

4.1.6. Rangkaian Lengkap Chart Elektronik

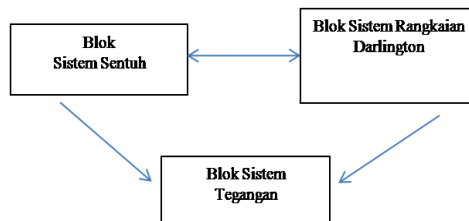
Telah diterangkan di muka bahwa penyusunan chart elektronik secara lengkap terdiri dari tiga bagian blok yaitu: Blok pasangan Darlington Blok sistem sentuh Blok sumber tegangan sentral. Gambar lengkapnya dan pengoperasiannya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

- Sistem sentuh gambar
- Sistem Darlington gambar
- Sistem sumber tegangan gambar
- Sistem Integrasi Chart Elektronik



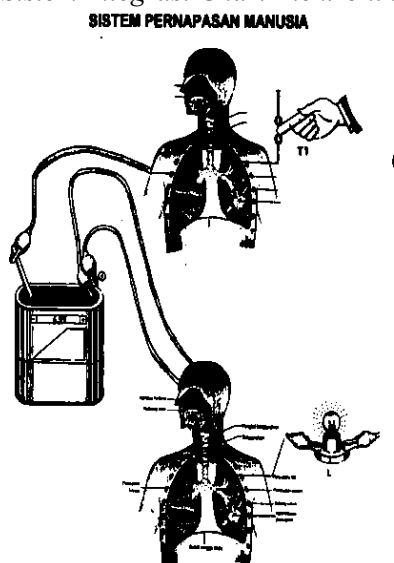
Gambar 10. Rangkaian Penggabungan seluruh sistem

Skematik Sistem Integrasi Chart Elektronik:



Gambar 11. Skema Integrasi Chart Elektronik

4.1.7. Penerapan Dalam Sistem Integrasi Chart Elektronik



Gambar 12.
Sistem Integrasi
Chart Elektronik

4.1.8. Proposisi dari temuan-temuan Pengamatan dan Dokumentasi

Proposisi 1: Dari hasil pengamatan kegiatan eksperimen para guru didapatkan “Guru-guru Fisika SMA Negeri Kabupaten Tangerang mampu merancang dan menerapkan beberapa rancangan rangkaian terintegrasi pada system Chart Elektronik”

Proposisi 2: “Guru-guru Fisika SMA Negeri Kabupaten Tangerang mampu mengintegrasikan beberapa rangkaian kedalam satu system sentuh pada Chart Elektronik”

Hasil Wawancara

- Para guru terampil dalam membuat rancangan skema rangkaian dan trampil dalam melakukan penyolderan penggabungan dua transistor BC547 NPN dan penggabungan system sentuh.
- Para guru mampu menerapkan hukum Kirchoff pada rangkaian Darlington
- Para guru paham dan mengerti kaki-kaki pada transistor
- Para guru memahami dengan baik dalam menerapkan listrik dinamis pada suatu rangkaian.

Proposisi 3: “Guru-guru Fisika SMA Negeri Kabupaten Tangerang mempunyai keterampilan dalam yang baik dalam melakukan eksperimen”

Proposisi 4: “Guru-guru Fisika SMA Negeri Kabupaten Tangerang mampu menerapkan teori pendukung ke dalam system rangkaian Darlington dengan tepat”

Dari proposisi 1, 2, 3, dan 4, maka didapatkan Proposisi Mayor, yaitu:

Proposisi Mayor : “Guru-guru Fisika SMA Negeri Kabupaten Tangerang dengan keterampilan yang dimiliki mampu mewujudkan inovasi dengan cara merancang, rangkaian Darlington dalam pembuatan chart elektronik / media , serta penerapannya dalam pembelajaran di sekolah”.

5. Kesimpulan

5.1. Guru-guru Fisika SMA Negeri Kabupaten Tangerang mampu menguasai teori dasar dari transistor sebagai penguat dengan menggunakan sistem rangkaian Darlington dalam pembuatan chart Elektronik, diantaranya:

Teori dasar Elektronika, Kelistrikan dan Rangkaian Sederhana, yaitu:

- Teori Elektron dan teori Atom
- Arus listrik dan satuannya
- Tegangan listrik dan satuannya

- Resistor (Hambatan listrik) dan satuannya
- Hukum Ohm dan Daya Listrik dan satuannya
- Hukum Kirchoff
- Pengenalan Komponen

5.2. Guru-guru Fisika SMA Negeri Kabupaten Tangerang mampu merancang beberapa rancangan dalam beberapa blok yang kemudian digabungkan dalam satu sistem terintegrasi menjadi media chart elektronik sistem sentuh melalui kelembaban tubuh.

6. Bibliografi

- [1] Ahmad, Jayadin. 2007. Ilmu Elektronika. Electronik Book
- [2] Blocher, R. 2004. Dasar Elektronika. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta.
- [3] Chattopadhyay, D. 1989. Foundations of Electronic. Calcutta City: University of Calcutta
- [4] Hasibuan, Ir. Rachman, dkk. 2007. Rangkaian Listrik II. Medan: Universitas Sumatera Utara
- [5] Ibrahim Kf. (1996). Teknik Digital. Jogyakarta: Audi Offset.
- [6] Malvino Albert. P (1985). Prinsip-prinsip Elektronik. Jakarta: Gramedia.
- [7] Rio Reka S & Lida Masamori (1989). Fisika dan Teknologi Semi Konduktor. Jakarta: Gramedia.
- [8] Rusmadi. (1995). Digital dan Rangkaian. Bandung: Pioner Jaya.
- [9] Schormmers. (1992). Elektronika Eksperimen Rangkaian DC. Jakarta: Gramedia
- [10] Siregar, W. 2004. Electrical Utilities. Jakarta: Erlangga.
- [11] Sutrisno. 1986. Elektronika Teori dan Penerapannya. Bandung: ITB