

RANCANG-BANGUN SISTEM KONTROL *SOLUTION SHAKER* BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 DENGAN MOTOR *STEPPER* SEBAGAI PENGGERAK

Ridha Khairani, Imam Taufiq, Wildian

Program Studi Fisika Pascasarjana FMIPA Universitas Andalas

e-mail: ridha.kh215@gmail.com

ABSTRAK

Telah dihasilkan sebuah sistem kontrol *solution shaker* berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan motor *stepper* sebagai penggerak. Sistem kontrol *solution shaker* ini dirancang untuk memudahkan pekerjaan di laboratorium terutama di laboratorium Elektronika dan Instrumentasi dalam hal melarutkan PCB. Motor *stepper* yang digunakan adalah motor *stepper* tipe TEAC 14769070-30 dengan menggunakan IC ULN2003 sebagai rangkaian penggerakannya. Sistem ini dikontrol dengan menggunakan mikrokontroler AT89S51. Arah putaran motor dan variasi kecepatan putar motor diatur dalam program yang ditulis dalam bahasa C. Pengujian yang dilakukan terhadap sistem kontrol *solution shaker* ini antara lain menghitung kecepatan linier pada saat alat bergerak tanpa beban. Hasil kecepatan linier maksimum *solution shaker* tanpa beban adalah $(12,300 \pm 0,014)$ cm/s pada waktu tunda 80 ms. Sedangkan kecepatan linier minimum tanpa beban adalah $(3,740 \pm 0,002)$ cm/s pada waktu tunda 280 ms. Pada saat *solution shaker* diberi beban sebesar 50 g, maka gup kecepatan linier maksimum yang dihasilkan adalah $(12,020 \pm 0,014)$ cm/s pada waktu tunda 80 ms. Sebaliknya untuk kecepatan linier minimum yang dihasilkan adalah $(3,010 \pm 0,002)$ cm/s pada waktu tunda 280 ms. Setelah dilakukan pengujian terhadap variasi beban, alat ini hanya sanggup bergerak untuk beban sebesar 400 g. Hasil pengukuran kecepatan linier maksimum untuk beban 400 g ini adalah $(1,634 \pm 0,001)$ cm/s.

Kata kunci : *solution shaker*, mikrokontroler AT89S51, ULN 2003

1. PENDAHULUAN

Dalam melakukan kerja penelitian di laboratorium sering ditemukan bagian pekerjaan yang bersifat rutin dimana pekerjaan tersebut harus dilakukan berulang kali dalam rentang waktu tertentu. Beberapa contoh di antaranya adalah menghidup-matikan pemanas (di laboratorium Fisika Material), memindahkan zat cair dari wadah yang satu ke wadah lainnya secara bolak-balik (di laboratorium Kultur Jaringan, Biologi), dan mengaduk larutan kimia (di laboratorium Kimia, Biologi, dan Farmasi). Aktivitas yang disebut terakhir juga lazim dilakukan di laboratorium Elektronika dan Instrumentasi ketika melarutkan PCB (*printed circuit board*) di dalam larutan feriklorida (FeCl_3).

Dalam proses pembuatannya, PCB ini dilarutkan di dalam larutan FeCl_3 dengan tujuan untuk melepaskan/membuang lapisan tembaga yang tidak digunakan sebagai jalur konduktor. Pelarutan ini dipercepat melalui proses pengadukan, yaitu menggerakkan atau menggoyang-goyangkan (*shake*) wadah larutan ke kiri dan ke kanan secara berulang dengan kecepatan tertentu secara terus menerus selama sekitar 30 menit hingga 60 menit.

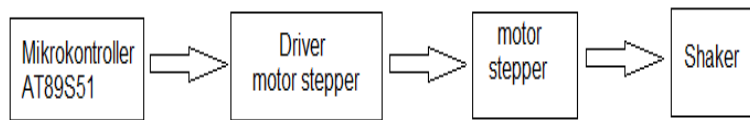
Di laboratorium Biologi FMIPA Universitas Andalas, pengadukan dengan cara serupa juga dilakukan untuk mendapatkan homogenitas dalam pewarnaan substrat atau *gel* sehingga diperoleh pola pita yang diinginkan, seperti pola pita isozim dan pola pita protein. Selain itu, pengadukan juga dimanfaatkan dalam pembuatan *nata de coco*. Media pertumbuhan bakteri *A. Xylinum* (substrat) untuk menghasilkan *nata de coco* biasanya harus digoyang-goyang selama 2 hingga 4 jam (Misgiyarta, 2007). Selain melelahkan dan tidak efisien, pekerjaan mengaduklarutan secara konvensional (manual) cenderung membosankan.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek), terutama di bidang elektronika dan instrumentasi, telah memungkinkan dirancangnya peralatan-peralatan elektronik yang dapat bekerja secara otomatis sehingga memudahkan pekerjaan manusia. Berbagai alat ukur dan alat kontrol untuk keperluan penelitian di laboratorium dapat dirancang dan dibangun berbasis mikrokontroler umum yang tersedia di pasaran. Hal ini akan sangat membantu pengguna (*users*) di tengah persoalan mahalanya peralatan laboratorium yang ada di pasaran.

Dalam penelitian tugas akhir ini telah dilakukan perancangan dan pembuatan alat pengaduk larutan (*solution shaker*) berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan memanfaatkan motor *stepper* sebagai penggerak wadah larutan secara periodik ke kiri dan ke kanan.

2. METODE PENELITIAN

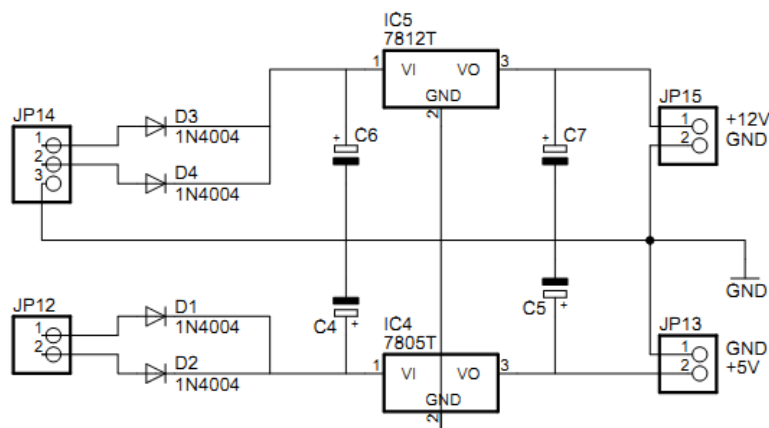
Perancangan sistem kontrol *solution shaker* berbasis mikrokontroler ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu rancang bangun *hardware* dan rancang bangun *software*. Perancangan *hardware* terdiri dari bagian catudaya, rangkaian minimum untuk mikrokontroler. Untuk rancang bangun *software* digunakan program bahasa C. Blok diagram rancangan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem kontrol *solution shaker*

2.1. Rangkaian Catudaya

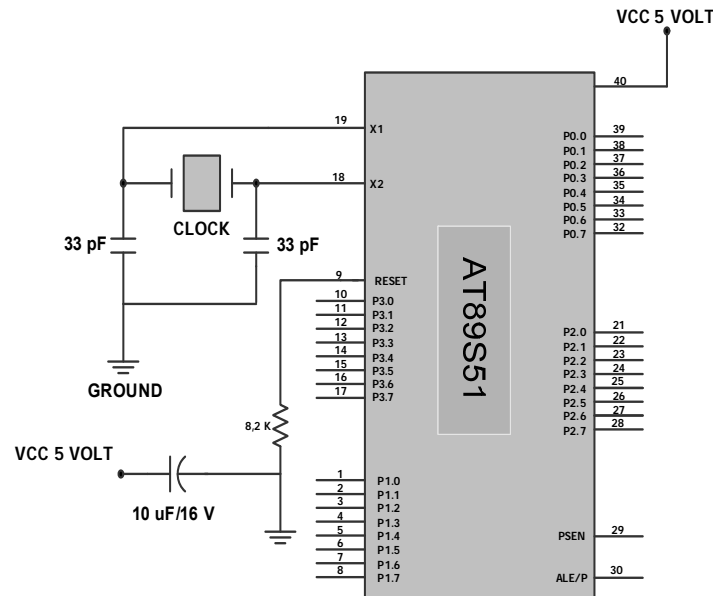
Pada rangkaian catudaya, tegangan bersumber dari PLN berupa tegangan AC (*Alternating Current*) 220 V. Tegangan AC 220 V ini akan diturunkan menjadi tegangan AC 9 V melalui trafo penurun tegangan. Kemudian tegangan AC 9 V disearahkan oleh susunan dioda penyearah menjadi tegangan DC. Tegangan keluaran dari dioda penyearah distabilkan oleh IC (*integrated circuit*) regulator. Dalam rangkaian ini digunakan IC AN7805 yang menghasilkan tegangan DC 5 V dan IC AN7812 yang menghasilkan tegangan 12V.



Gambar 2. Rangkaian catudaya +5 V dan +12 V

2.2. Rangkaian Minimum Mikrokontroler

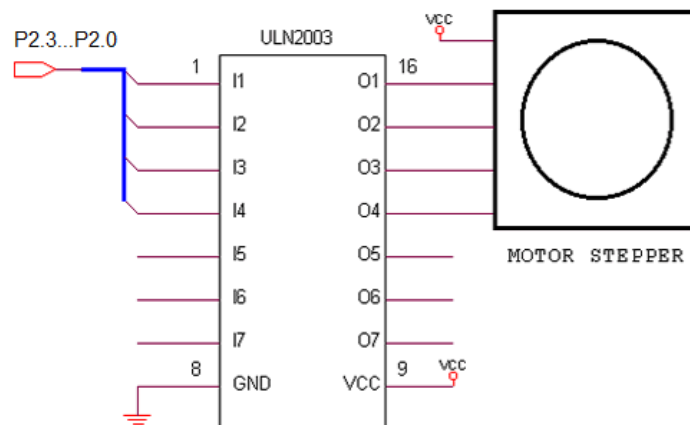
Komponen yang dibutuhkan untuk membuat rangkaian mikrokontroler adalah satu buah IC Mikrokontroler AT89S51 sebagai pusat pengolah data dan pengendali rangkaian secara keseluruhan, satu buah tombol reset, resistor 330 Ω sebagai hambatan pada konektor penanam program, sebuah LED sebagai indikator, dua buah kapasitor 10 μ F, 16 V yang berfungsi untuk menstabilkan kristal, satu buah resistor 10 k Ω untuk tombol reset, satu buah kristal 11.0592 MHz yang berfungsi dalam pewaktuan, satu buah catudaya 5 V sebagai sumber tegangan DC untuk mengaktifkan IC mikrokontroler.



Gambar 3. Rangkaian Minimum Mikrokontroler

2.3. Rangkaian Penggerak Motor Stepper

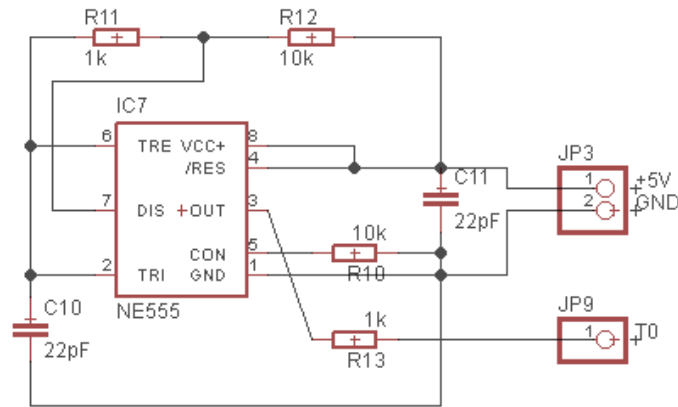
Rangkaian penggerak motor *stepper* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan IC ULN2003, sedangkan arah gerak dan laju rotasi poros motor *stepper* itu dikontrol melalui perangkat lunak (program) yang ditanamkan di dalam mikrokontroler AT89S51, seperti dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian penggerak motor stepper

2.4. Rangkaian IC NE555

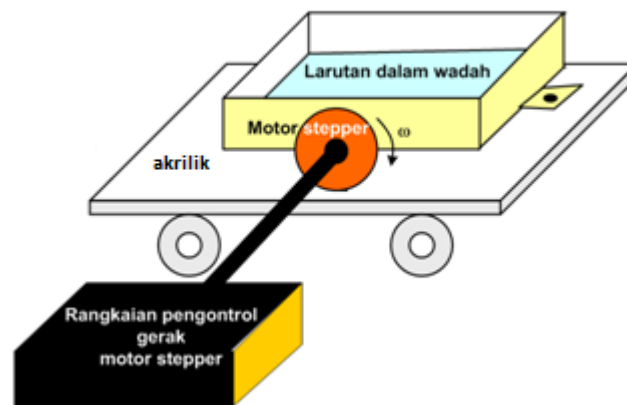
Pada penelitian ini, rangkaian multivibrator astabil (Gambar 5) digunakan sebagai pengubah nilai hambatan ke frekuensi, sehingga keluaran yang diharapkan dari rangkaian ini adalah berupa frekuensi.



Gambar 5. Rangkaian multivibrator astabil dengan IC NE555

2.5. Desain Alat

Desain alat *solution shaker* dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah.



Gambar 6. Desain Alat *solution shaker*

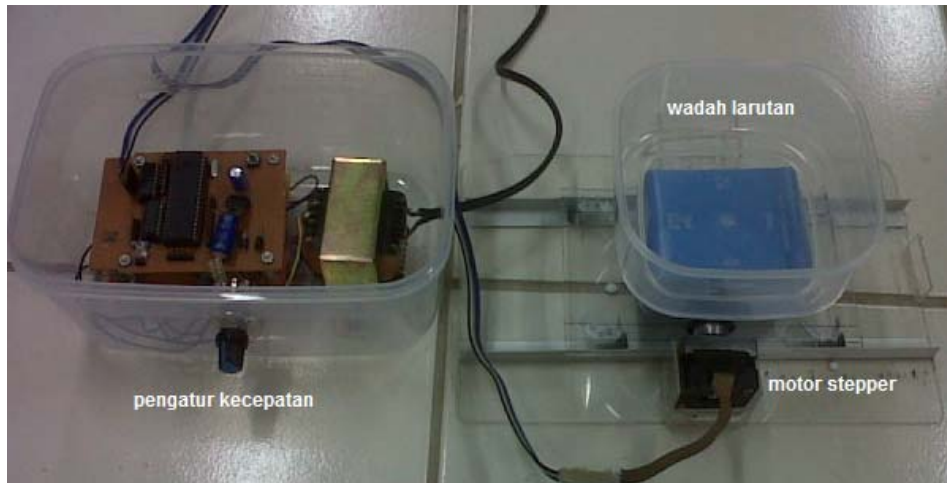
Pada gambar, wadah larutan yang akan di aduk diletakkan di atas akrilik. Sisi luar motor *stepper* diletakkan di atas akrilik sehingga perputaran motor *stepper* akan ikut menggerakkan akrilik ke kiri dan ke kanan. Pergerakannya dikontrol dengan menggunakan mikrokontroler AT89S51. Gerakan bolak balik ini akan membuat larutan di dalam wadah akan teraduk sempurna sehingga didapatkan larutan yang homogen.

2.6. Pengaturan Kecepatan Motor Stepper

Pada penelitian ini digunakan 6 nilai waktu tunda bervariasi yaitu 80 ms, 120 ms, 160 ms, 200 ms, 240 ms, dan 280 ms. Waktu tunda merupakan waktu penundaan antar step/langkah. Untuk memudahkan dalam pergantian waktu tunda maka alat ini dilengkapi dengan saklar putar (*rotary*).

3. HASIL DAN DISKUSI

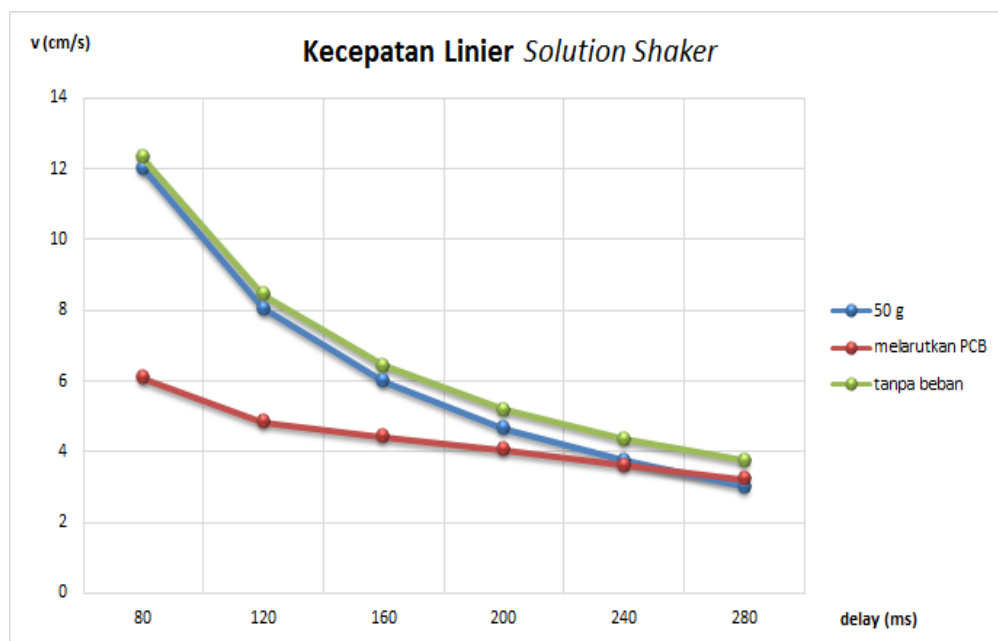
Setelah melewati tahap perancangan dan pembuatan alat, maka diperoleh sebuah perangkat keras sistem kontrol *solution shaker* berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan motor *stepper* sebagai penggerak seperti terlihat pada Gambar 7



Gambar 7. Sistem control *solution shaker* dengan motor stepper sebagai penggerak

3.1. Hasil Pengukuran kecepatan linier Solution Shaker

Hasil pengukuran kecepatan linear *solution shaker* untuk waktu tunda dan beban yang bervariasi dapat dilihat dari Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pengukuran Kecepatan Linier *Solution Shaker* untuk Beban yang Bervariasi

Pada Gambar 8 terlihat ada tiga variasi pengukuran kecepatan linier *solution shaker* yaitu pengukuran kecepatan ketika tanpa beban, pengukuran kecepatan dengan beban 50 g dan pengukuran kecepatan ketika melarutkan PCB. Kecepatan linier *solution shaker* ini sangat bergantung dengan kecepatan sudut motor *stepper* yang ditentukan dengan mengatur waktu tunda pergerakan kumparan motor *stepper*. Semakin kecil waktu tundanya maka semakin cepat pergantian *high* dan *low* stator maka semakin cepat pula perputaran motor sehingga kecepatan linier yang dihasilkan jugabesar. Sebaliknya waktu tunda yang besar akan memperlambat gerak motor *stepper*.

Dari hasil pengukuran kecepatan linier *solution shaker* tanpa beban didapatkan kecepatan linier maksimum dihasilkan oleh pengaturan nilai waktu tunda yang paling kecil yaitu untuk nilai waktu tunda 80 ms dengan kecepatan linier $(12,300 \pm 0,014)$ cm/s. Sementara itu kecepatan linier maksimum yang dihasilkan untuk beban sebesar 50 g adalah $(12,020 \pm 0,014)$ cm/s dan kecepatan linier minimum yaitu sebesar $(3,010 \pm 0,002)$ cm/s. Pada saat melarutkan PCB, beban yang digerakkan oleh wadah adalah 97,2 g. Dari gambar terlihat bahwa untuk nilai waktu tunda yang paling kecil menghasilkan kecepatan linier maksimum yaitu $(6,080 \pm 0,007)$ cm/s. Sebaliknya untuk nilai waktu tunda yang paling besar didapatkan pengukuran kecepatan linier paling kecil yaitu $(3,220 \pm 0,002)$ cm/s. Kecepatan linier ideal yang dibutuhkan untuk melarutkan PCB dengan menggunakan alat ini berada pada pengaturan nilai waktu tunda 80 ms. Waktu yang dibutuhkan oleh *solution shaker* untuk melarutkan PCB adalah 1 jam 17 menit 15 sekon. Ketika PCB yang berukuran sama dilarutkan dengan cara manual dan diletakkan di wadah yang sama membutuhkan waktu sekitar 1 jam 2 menit 25 sekon. Perbedaan waktu pelarutan ini disebabkan oleh gerakan mengaduk. Ketika proses pelarutan dilakukan secara manual dengan cara menggoyang wadah dalam arah ke kiri dan ke kanan, kecepatan gerakan bisa lebih besar dibandingkan dengan kecepatan yang dihasilkan oleh alat. Namun, dengan menggunakan *solution shaker*, pekerjaan melarutkan PCB bisa dilakukan dengan mudah tanpa menimbulkan lelah.

3.2. Hasil Pengukuran Beban Maksimum yang digerakkan *Solution shaker*

Setelah dilakukan pengujian terhadap variasi beban, mulai dari tanpa beban hingga beban sebesar 400 g, didapatkan bahwa beban maksimum yang masih bisa digerakkan oleh *solution shaker* adalah 400 g. Kecepatan linier yang dihasilkan ketika menggerakkan beban 400 g sangat kecil jika dibandingkan dengan kecepatan linier *solution shaker* ketika dalam keadaan tanpa beban yaitu $1,634 \pm 0,0008$ cm/s. Gerakan alat pada saat membawa beban maksimum tidak lagi normal. Jika beban terlalu besar motor tidak dapat bergerak normal atau diam sama sekali. Hal ini bisa disebabkan karena boleh jadi tidak cukup torsi untuk melakukan *stepping* pada motor *stepper*. Dalam keadaan demikian, mungkin rotor dapat bergerak sedikit ketika mendapat *step pulse* (pulsa) tetapi kemudian jatuh kembali ke posisi semula. Untuk itu dalam penelitian selanjutnya, sebaiknya digunakan motor *stepper* dengan torsi yang besar sehingga bisa menggerakkan beban yang lebih besar pula.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagaiberikut:

1. Telah dapat dihasilkan sistem kontrol *solution shaker* berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan motor *stepper* tipe TEAC 14769070-30 sebagai penggerak.
2. Dalam merancang gerakan motor *stepper* ke kiri dan ke kanan secara periodik digunakan mikrokontroler AT89S51 yang akan mengendalikan rangkaian penggerak motor *stepper* dengan IC ULN 2003 agar motor bisa dikontrol sesuai kebutuhan sistem.

3. Kecepatan motor *stepper* bisa diatur dengan memvariasikan nilai waktu tunda. Semakin besar nilai waktu tunda, maka kecepatan motor semakin lambat dan sebaliknya semakin kecil nilai waktu tunda maka kecepatan motor akan semakin cepat. Batas nilai waktu tunda minimum pada penelitian ini adalah 80 ms dan nilai maksimum adalah 260 ms
4. Kecepatan linier maksimum alat tanpa beban adalah 12,02 cm/s yaitu pada pengaturan nilai waktu tunda 80 ms.
5. Beban maksimum yang masih bisa digerakkan oleh motor *stepper* ini adalah 400 g.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, *Diktat Kuliah Mekanika*, Universitas Widyagama, Malang.
2. Anonim, 2006, *Peralatan Energi Listrik: Motor Listrik*, UNEP, www.energyefficiencyasia.org, Diakses Tanggal 3 Agustus 2011.
3. Atmel, 2006, AVR446: Linier speed control of *stepper* motor, Application Note, Atmel Corporation, San Jose, USA, www.atmel.com/literature, diakses September 2012.
4. Ayala, K. J., 1991, *The 8051 Microcontroller: Architecture, Programming, and Applications*, West Publishing Company, St. Paul, MN, USA.
5. DEC, 2006, Electric Motors, Best Practice Manual, Devki Energy Consultancy Pvt. Ltd., Vadodara, India
6. Singh, M., 2010, *Microcontroller Based Clockwise/Anticlockwise Stepper Motor Controller Using PC Keyboard Via Com Port*, International Journal of Computer Science & Communication Vol.1.No.1.:189-191
7. Misgiyarta, 2007, *Teknologi Pembuatan Nata de Coco*, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor.
8. Yani, A., 2011, *Penggunaan Rangkaian Mutivibrator sebagai Saklar Sentuh*, Universitas Dian Nusantara, Jurnal Saintikom Vol.10. No.3.