



Perancangan *Spin Coater* Menggunakan Motor Dc *Brushless* Dari *Hardisk* Bekas

Firmansyah

Universitas Andalas (UNAND)
Indonesia
E-mail: firmansyah@yahoo.com

Pipi Deswita*)

Universitas Islam Negeri Imam Bonjol
Padang, Indonesia
E-mail: pipideswita@uinib.ac.id

Afdhal Muttaqin

Universitas Andalas (UNAND)

*) Corresponding Author

Article History:

Received: 14 Februari 2021
Revised: 15 Februari 2021
Accepted: 17 Maret 2021

Abstract: The development of thin film technology in the integrated circuit (IC) industry has progressed rapidly. Thin film technology has a very important role in the field of electronics. There are several thin film deposition methods, namely, Chemical Vapor Deposition (CVD), Physical Vapor Deposition (PVD), and spin coating. The tool for deposition using the spin coating method is a spin coater. The price of spin coater in the market is relatively expensive, for that in this study the researchers have designed a low voltage spin coater and a relatively cheaper price by using a brushless dc motor from a used hard drive. The spin coater rotation speed is set manually using a potentiometer. The tool is designed using simple components, namely the 555 timer IC, the SIPO 74LS164 shift register IC, the L293D motor driver IC, the AT89S52 and LCD microcontroller, as well as the speed detector using a photodiode and LED pair and a Schmitt inverter 74LS14 trigger IC amplifier. Coater spin speed depends on high and low frequency signal from multivibrator. The tool produces a stable rotation with a rotation speed range of 180 rpm to 2460 rpm. Testing the function of the tool is done by varying the speed on a microscope slide that has been coated using TiO₂ (Titanium Dioxide). The results obtained from this study are the thinner the layer the higher the spin coater speed.

Intisari: Perkembangan teknologi film tipis pada industri *Integrated Circuit* (IC) telah mengalami kemajuan yang pesat. Teknologi film tipis memiliki peranan yang sangat penting di bidang elektronika. Ada beberapa metode deposisi film tipis yaitu, *Chemical Vapor Deposition* (CVD), *Physical Vapor Deposition* (PVD), dan *spin coating*. Alat untuk deposisi dengan metode *spin coating* adalah *spin coater*. Harga alat *spin coater* yang beredar dipasaran relatif mahal, untuk itu pada penelitian ini peneliti telah merancang *spin coater* yang bertegangan rendah dan harga yang relatif lebih murah dengan menggunakan motor dc *brushless* dari *hardisk* bekas. Kecepatan putaran *spin coater* diatur secara manual menggunakan potensiometer. Alat dirancang menggunakan komponen-komponen yang sederhana yaitu IC *timer* 555, IC register geser SIPO 74LS164, IC *driver* motor L293D, mikrokontroler AT89S52 dan LCD, serta pendeteksi kecepatan menggunakan pasangan fotodiode dan LED serta penguat IC picu Schmitt *inverter* 74LS14. Kecepatan putaran *spin coater* bergantung pada tinggi rendahnya frekuensi sinyal dari multivibrator. Alat menghasilkan putaran yang stabil dengan rentang kecepatan putaran 180 rpm hingga 2460 rpm. Pengujian fungsi alat dilakukan dengan memvariasikan kecepatan pada *Slide* kaca mikroskop yang telah dilapisi menggunakan TiO₂ (Titanium Dioksida). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah lapisan akan semakin tipis jika kecepatan *spin coater* semakin tinggi.

Keywords: brushless DC motor, multivibrator, spin coater.

PENDAHULUAN

Teknologi film tipis mempunyai peran yang sangat penting pada perkembangan teknologi tingkat tinggi. Teknologi film tipis dikembangkan untuk kebutuhan industri Inegrated Circuit (IC). Produksi film tipis untuk perangkat telah dikembangkan selama 40 tahun terakhir. Dalam hal ini, Fisika dan teknologi film tipis memiliki peranan yang sangat penting. (Fardousi, 2013).

Film tipis adalah lapisan material yang mempunyai ketebalan dengan skala micrometer hingga nanometer (Sevvanthi, 2012:3573). Ada beberapa Teknik deposisi film tipis yang dapat dilakukan diantaranya adalah, Chemical Vapor Deposition (CVD) dan Physical Vapor Deposition (PVD) (Hussein, 2011).

Semakin pesatnya teknologi material menyebabkan ikut berkembangnya jenis dan aplikasi metode *coating*. *Coating* atau pelapisan merupakan salah satu metode untuk mendapatkan bentuk dan sifat baru dari suatu material. Hingga saat ini ada beberapa teknologi *coating* yang cukup familiar dikembangkan dibidang industri, salah satunya adalah *spin coating*.

Spin coating adalah sebuah metode yang umum dan sederhana untuk memperoleh lapisan tipis material yang seragam berdasarkan gaya sentrifugal pada kecepatan tinggi. Metode ini biasanya digunakan oleh pabrik untuk pelapisan *Compact Disk* (CD), komponen elektronika, lapisan magnet pada disk dan lainnya (Bianchi, dkk, 2006).

Spin coater merupakan salah satu *coater* atau alat pelapis yang didasarkan pada gaya sentrifugal. Secara umum karakteristik dan ketebalan hasil lapisan ditentukan oleh kecepatan putaran dan kekentalan larutan. Oleh sebab itu, kualitas keseragaman lapisan yang dihasilkan dari metoda *spin coating* sangat dipengaruhi oleh aliran fluida dan penguapan pada substrat (Bianchi, dkk, 2006). Alat untuk

spin coating (*spin coater*) pada dasarnya terdiri dari motor dan beberapa rangkaian elektronik yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor serta penampil kecepatan putaran motor. Alat komersial yang dibuat pabrik harganya relatif mahal yaitu mulai dari USD 2000 sampai USD 5000 (http://cemat_scientific/Spin_coater.aspx.htm). Oleh sebab itu penelitian ini mencoba membuat suatu rancangan awal *spin coater* dari motor DC *brushless* yang diperoleh dari *hardisk* bekas.

Motor DC *Brushless* dapat digunakan untuk *spin coater*, karena mempunyai kecepatan yang tinggi dan perputaran yang sangat halus, sehingga sangat mendukung untuk keseragaman (*uniformitas*) lapisan yang dihasilkan karena getarannya yang relatif kecil. Beberapa kelebihan dari motor DC *brushless* merupakan alasan pemilihan penggunaan motor ini dalam aplikasi pembuatan alat *spin coating*. Selain itu *hardisk* bekas juga tidak sulit untuk diperoleh, karena beberapa faktor seperti pesatnya kemajuan teknologi sehingga pengguna komputer cenderung meng-*upgrade hardisk* dengan kapasitas data yang lebih besar dan proses yang lebih cepat dan mengganti *hardisk* komputernya dengan yang terbaru, dan juga karena faktor kerusakan *hardisk*. Kerusakan *hardisk* hampir tidak pernah ditemui akibat kerusakan pada motor *drive*-nya, biasanya kerusakan pada *hardisk* terjadi akibat hubungan singkat pada rangkaian elektronik dan tergoresnya piringan *disk* yang terdapat pada *hardisk* akibat guncangan sehingga menyebabkan “bad sector” pada data dan membuat pembacaan data menjadi terganggu. Hal-hal tersebut memberikan jaminan untuk menggunakan motor *drive hardisk* bekas. Motor *hardisk* bekerja dengan suplai daya yang relatif kecil yaitu 5V hingga 12 V, namun dibandingkan dengan motor DC konvensional, motor *hardisk* memiliki

kecepatan maksimum yang jauh lebih tinggi dan hanya bisa dibandingkan dengan motor DC yang membutuhkan tegangan jauh lebih besar dari 12V dan lebih mahal.

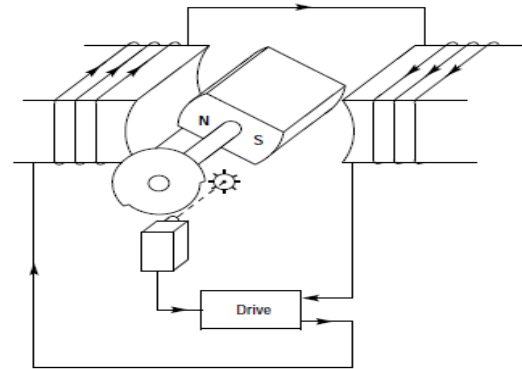
Pengembangan *spin coater* berharga murah telah dilakukan di beberapa tempat diantaranya di *Departamento de Física, UFOP, Campus Morro do Cruzeiro, CEP 35400-000 Ouro Preto, MG, Brazil* pada tahun 2006. Alat ini dibangun dengan motor DC *brushless* yang terdapat pada *driver hardisk* dengan spesifikasi kontrol manual, rentang kecepatan yang lebar, kecepatan putaran yang stabil dan ukuran yang relatif kecil. Penelitian ini juga menggambarkan pembuatan film tipis poly(*o*-methoxyaniline) (POMA), yang didesain khusus untuk *organic electronic devices* (komponen elektronik berbahan organik) seperti dioda, transistor, sensor dan display (Bianchi, dkk, 2006).

Rancang Umum Spin coater

Spin coater merupakan alat untuk pelapisan material dengan cara memutar *substrate* dengan *spin coater* pada kecepatan tertentu hingga diperoleh lapisan yang tipis dan homogen. Agar dapat merancang sebuah *spin coater*, yang kita butuhkan adalah motor pemutar *substrate* yang putarannya stabil, pengendali kecepatan putaran motor dan penampil kecepatan putaran motor.

Motor DC Brushless

Motor DC *Brushless* mempunyai empat bagian dasar yaitu : rotor, stator, *electronic swich* dan sensor posisi rotor. Pada motor DC konvensional, medan magnet *stationer*-nya dibangkitkan oleh sebuah magnet permanen atau elektromagnetik. Medan ini disebut stator karena sifatnya *stationer*, sedangkan catu daya DC diberikan diberikan pada armatur yang bebas berputar (Jiunkpe, 1997).

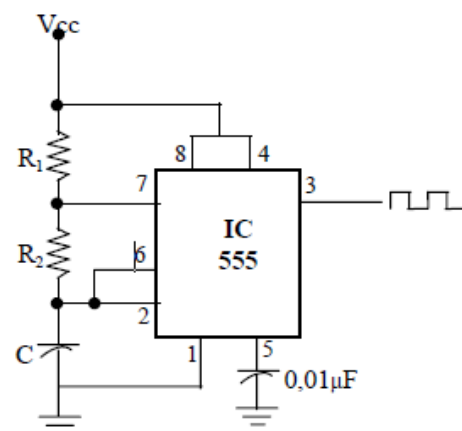


Gambar 1. Motor DC *brushless* (Jiunkpe, 1997)

Multivibrator Astabil

Multivibrator adalah suatu rangkaian yang terdiri dari dua buah piranti aktif dengan keluaran yang saling berhubungan dengan masukan yang lain. Umpan balik positif yang dihasilkan menyebabkan piranti yang satu harus di *cut off*, sedangkan piranti yang lain dipaksa melakukan penghantaran. Sehingga keluarannya akan berbentuk sinyal *high* dan *low* seperti sinyal AC.

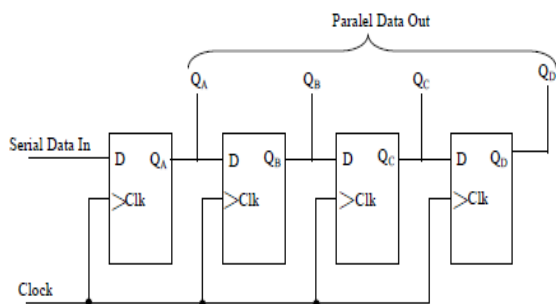
Multivibrator dapat dirancang dengan sederhana menggunakan IC 555. IC 555 bekerja berdasar rangkaian RC dan komparator yang dirangkai dengan komponen digital (*R-flip-flop*). Keluarannya bisa berbentuk gelombang persegi dengan frekuensi yang kurang dari 0,1 Hz sampai dengan lebih dari 100 KHz.



Gambar 2. Rangkaian Multivibrator *Astabil* (Kleitzi, 1996)

Register Geser

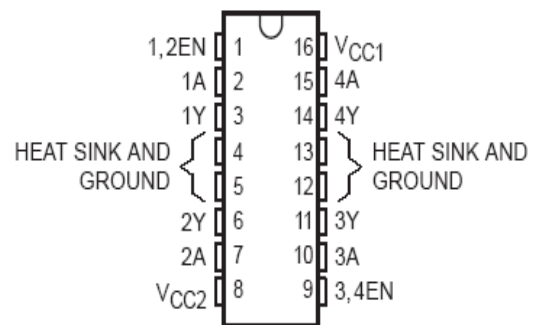
Register geser merupakan kelas komponen yang sangat penting dalam semua tipe rangkaian digital. Karena keluaran *flip-flop* diubah hanya oleh pulsa *clock* yang datang sesudah masukan berubah, maka penghilangan pulsa *clock* (tegangan catu tetap ada) tidak mengubah keluaran *flip-flop* selama kondisi ini terjaga. Karena itu, setiap *flip-flop* dapat dipakai untuk menyimpan digit biner (bit) selama daya masih dikenakan dan pulsa-pulsa *clock* ditahan. Seperangkat bit dapat disimpan dalam register, dengan satu *flip-flop* untuk setiap bit. Penelitian ini menggunakan tipe SIPO (*Serial in Parallel Out*) yang terdapat pada IC 74LS164.



Gambar 3. Rangkaian Register Geser tipe SIPO menggunakan *Flip-flop* D (Bisman, 2003)

Driver Motor IC L293D

IC L293D digunakan sebagai penggerak menggantikan fungsi dari relay, IC L293D dapat digunakan pada arah *bidirectional*, keluarannya dapat digunakan untuk motor DC, motor Stepper, solenoid. Arus yang melewatinya 600 mA, dan tegangan 4,5 V – 36 V. IC L293D terdiri dari 16 pin dan hadir dalam dua versi, yaitu L293D dan L293, huruf D menunjukkan adanya dioda yang berfungsi untuk mengurangi *induksi* tegangan, jadi motor yang digunakan lebih aman dan awet.



Gambar 4. Pin IC L293D (Setiyawan, 2009)

Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC. Pada mikrokontroler terdapat fitur yang disebut dengan *timer/counter*. Pada dasarnya, *timer/counter* merupakan pencacah biner (*binary counter*) yang terhubung langsung ke saluran data mikrokontroler, sehingga mikrokontroler dapat membaca kondisi pencacah.

Sensor Kecepatan dan Penguat Sinyal IC 74LS14

Untuk mendeteksi putaran motor dibuat sebuah alat yang terdiri dari pasangan fotodiode dengan LED (*Light Emitting Diode*). Fotodiode akan terpicu panjar mundur dan mengalirkan arus ketika menangkap cahaya. LED digunakan sebagai sumber cahaya yang akan menyinari fotodiode. Pasangan komponen optik ini diset berbentuk huruf “U” sehingga cahaya dari LED yang mengarah ke fotodiode dapat diatur untuk terputus atau diteruskan ke fotodiode dengan meletakkan pelat berlubang diantara kedua komponen. Keluaran dari kaki anoda fotodiode akan berbentuk sinyal digital, yaitu sinyal *low* pada saat fotodiode menangkap cahaya dari LED (posisi lubang pelat penghalang sejajar dengan fotodiode dan LED) dan sinyal *high* saat cahaya LED terhalang. Agar sinyal digital

ini terbaca oleh mikrokontroler, maka sinyal keluaran dari fotodiode kemudian dimasukkan ke kaki 1 IC 74LS14, sebuah IC picu schmitt *inverter*. IC 74LS14 akan menguatkan dan menajamkan serta membalikkan sinyal keluaran dari fotodiode sehingga ketika sensor sejajar dengan lubang, mikrokontroler akan membaca sinyal *high*, dan saat LED terhalang oleh pelat, mikrokontroler akan membaca sinyal *low*

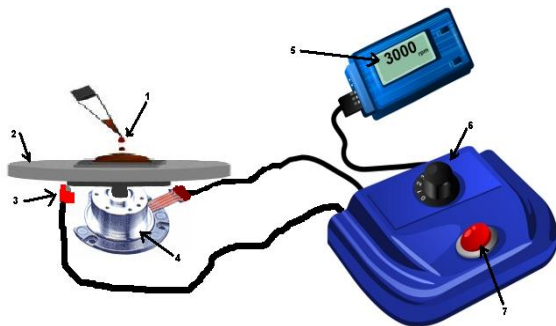
LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu bentuk keluaran yang paling jelas dan mudah dimengerti. LCD merupakan kristal cair yang dapat berubah intensitas kegelapannya ketika dialiri arus listrik. Dengan menyusun titik-titik tersebut pada suatu bidang, maka kita dapat membentuk berbagai tulisan atau gambar pada bidang tersebut. LCD yang sederhana setiap titiknya hanya dapat menampilkan 2 jenis intensitas saja, gelap atau terang, yang lebih canggih dapat menampilkan gradasi dari terang ke gelap bahkan berbagai warna.

METODE

Perancangan Alat Spin coating

Alat *spin coating* dirancang dengan menggunakan motor DC *brushless* dari motor *drive hardisk* bekas yang poros motornya diberikan sebuah pelat tipis yang berfungsi sebagai tempat pemutar *substrate*.



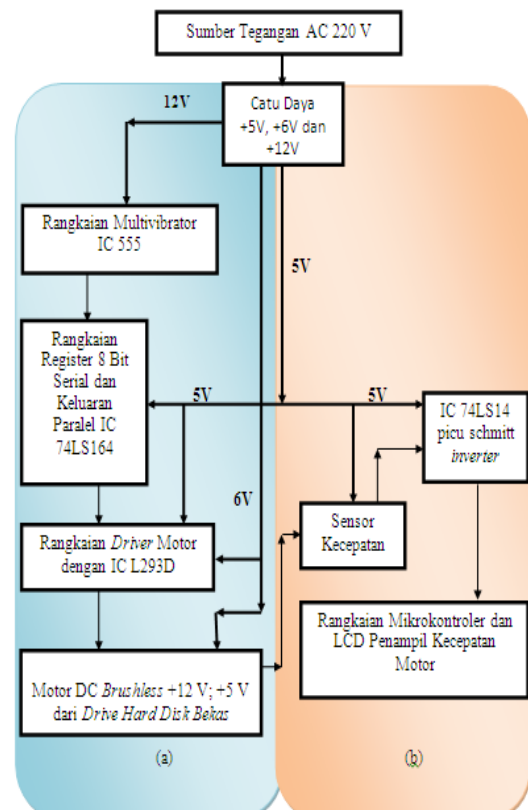
Gambar 5. Rancang bangun *spin coater*

keterangan Gambar 5 :

1. Tetesan larutan diatas *substrate* yang akan dilapisi

2. Pelat pemutar *substrate*
3. Sensor kecepatan dan pelat berlubang sebagai pendeteksi kecepatan motor
4. Motor DC *brushless* dari drive hardisk bekas
5. LCD penampil kecepatan motor dalam *rpm*
6. Knop pengatur kecepatan motor (potensiometer)
7. Tombol ON/OFF

Untuk dapat melaksanakan rancang bangun *spin coater* diperlukan sebuah skema rancang bangun sebagai langkah awal untuk mengetahui tahapan kerja secara garis besar seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema rancang bangun *spin coater*

Gambar 6(a) merupakan skema rancangan untuk pengendali kecepatan motor DC *brushless*, dimana tegangan AC dari sumber PLN diubah menjadi sumber DC dan diturunkan menjadi tegangan yang diinginkan. Rangkaian multivibrator merupakan rangkaian utama yang berfungsi untuk menghasilkan pulsa berbentuk persegi yang frekuensinya bisa dikendalikan. Sinyal persegi yang dihasilkan dari multivibrator kemudian berfungsi sebagai sumber *clock* pada

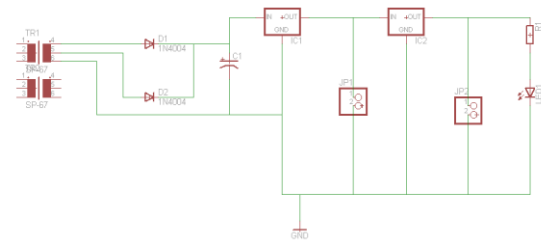
rangkaian IC register geser 74LS164. Kecepatan pergeseran data pada IC register geser ini nantinya tergantung terhadap tinggi atau rendahnya frekuensi *clock* yang diberikan dari multivibrator. Setelah dari register geser, kemudian sinyal yang sudah dikonversi menjadi 3 keluaran dari register geser akan berfungsi untuk mengaktifkan saklar-saklar yang terdapat pada *driver* motor IC L293D dan mengaktifkan stator motor secara berurutan karena saklar memperoleh nilai *high* (saklar akan tertutup) secara berurutan, sehingga membuat rotor berputar.

Gambar 6 (b) merupakan skema rancangan untuk pendeteksi dan penampil kecepatan motor. Kecepatan putaran motor akan dideteksi menggunakan pasangan fotodiode dan LED. Kemudian keluarannya akan berbentuk sinyal *high* dan *low* yang kemudian dikuatkan dengan IC 74LS14 agar terbaca oleh mikrokontroler. Mikrokontroler akan mencacah sinyal yang masuk setiap detiknya dan mengubahnya menjadi tampilan dalam menit dengan satuan *rpm* pada LCD.

Perancangan Perangkat Keras

1. Rangkaian Catu Daya DC +5 V, +6V dan +12 V

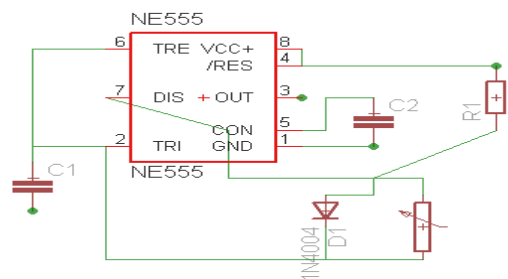
Rangkaian catu daya digunakan untuk memberikan tegangan masukan ke rangkaian pengendali dan penampil kecepatan pada *spin coater*. Tegangan keluaran +12 V digunakan sebagai sumber tegangan untuk rangkaian PWM IC 555 sebagai penghasil pulsa, tegangan +5 V digunakan sebagai sumber tegangan untuk rangkaian register geser serial in paralel out IC 74LS164, sistem rangkaian minimum mikrokontroler AT89S52 dan LCD, serta untuk rangkaian sensor kecepatan dan penguat IC 74LS14. Sedangkan tegangan +6 V digunakan untuk masukkan rangkaian *driver* motor IC L293D serta untuk tegangan masukan ke motor.



Gambar 7. Rangkaian catu daya

2. Rangkaian Multivibrator Astabil dengan IC 555

Rangkaian multivibrator dengan IC 555 merupakan rangkaian utama yang berfungsi untuk menghasilkan sinyal yang berbentuk gelombang persegi. Sinyal yang dihasilkan berupa denyutan (sinyal *high* dan *low*) yang akan keluar pada keluaran (kaki tiga IC 555). Rangkaian ini merupakan rangkaian multivibrator *astabil* dengan pengaturan lebar sinyal atau sinyal yang sering disebut dengan teknik *Pulse Width Modulation* (PWM). Masukkan IC 555 ini direkomendasikan bekerja pada rentang suplai V_{cc} 5V sampai 15V.

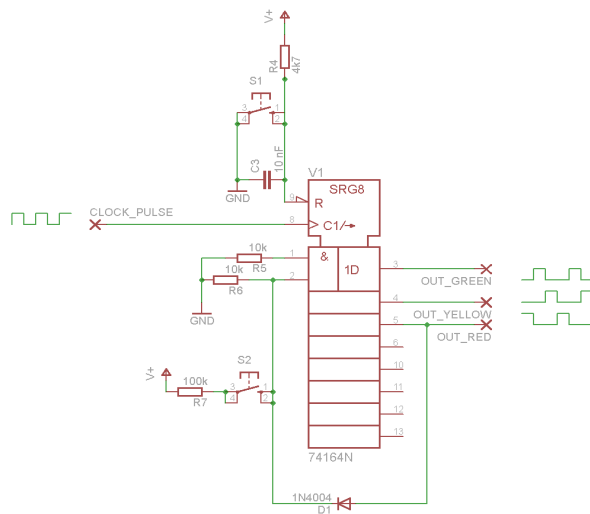


Gambar 8. Rangkaian multivibrator IC 555

3. Rangkaian IC 74LS164 (8 bit *shift register serial in paralel out*)

Rangkaian IC 74LS164 berfungsi untuk masukan secara berurutan (bergeser) pada rangkaian *driver* motor IC L293D, sehingga proses *switching* pada *driver* motor mampu menjalankan motor. Saat pulsa serial masuk dari kaki 3 IC 555 ke IC 74LS164 maka sistim akan mempertahankan urutan dari pulsa tersebut dari kaki 3, 4 kemudian ke kaki 5. Ketika

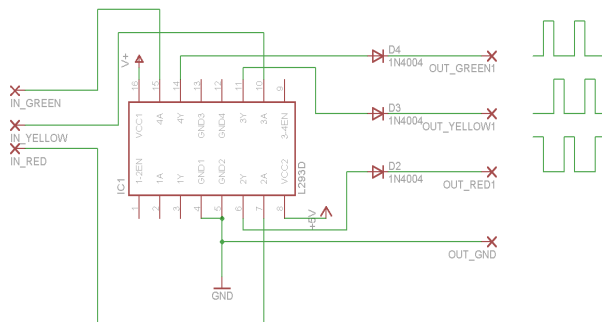
pulsa mencapai kaki 5, maka jika dihubungkan kaki tersebut dengan dioda ke kaki masukan, pulsa akan kembali ke kaki tiga.



Gambar 9. Rangkaian register geser 74LS164

4. Rangkaian Driver Motor IC L293D

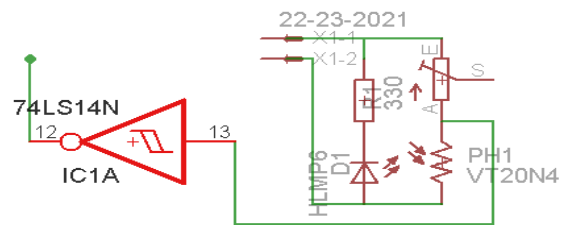
Pada IC L293D ini diberikan masukkan tegangan untuk motor sebesar 6V dari catu daya pada kaki delapan. Pin VS (kaki 8 IC L293D) merupakan power supply untuk motor DC *brushless*, sedangkan pin VSS (kaki 16 IC L293D) merupakan power supply untuk IC L293D. Pada pin ground IC L293D dihubungkan dengan heat sink, untuk mengurangi panas pada IC dikarenakan motor DC *brushless* merupakan beban yang relatif cukup besar.



Gambar 10. Rangkaian driver motor L293D

5. Pendeteksi Kecepatan Motor

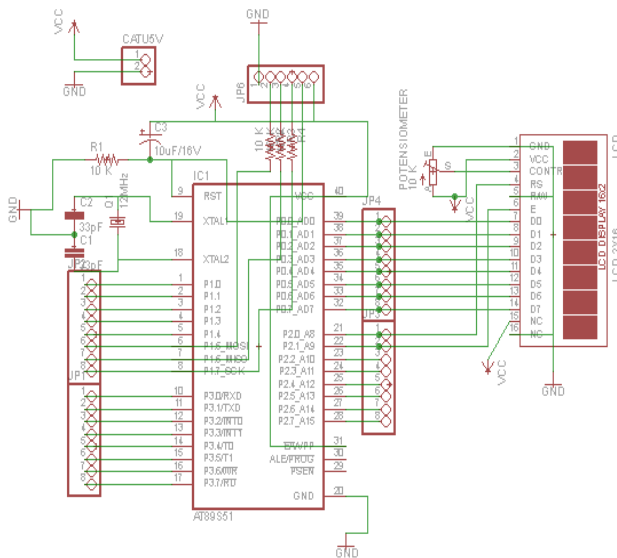
Untuk mendeteksi kecepatan motor, sensor kecepatan diletakkan diantara pelat *spin coater*. Pada poros motor diberi sebuah pelat untuk memutar sampel dan telah diberi sebuah lubang sehingga sensor akan menghasilkan sinyal *high* pada saat lubang berada pada daerah antara sensor kecepatan dan sinyal *low* ketika lubang tidak berada pada daerah antara sensor. Sinyal-sinyal listrik inilah yang nantinya diteruskan dan diproses oleh mikrokontroler untuk mendeteksi kecepatan motor dan ditampilkan oleh LCD dengan satuan *rpm* (*round per minute*).



Gambar 11. Rangkaian sensor kecepatan motor

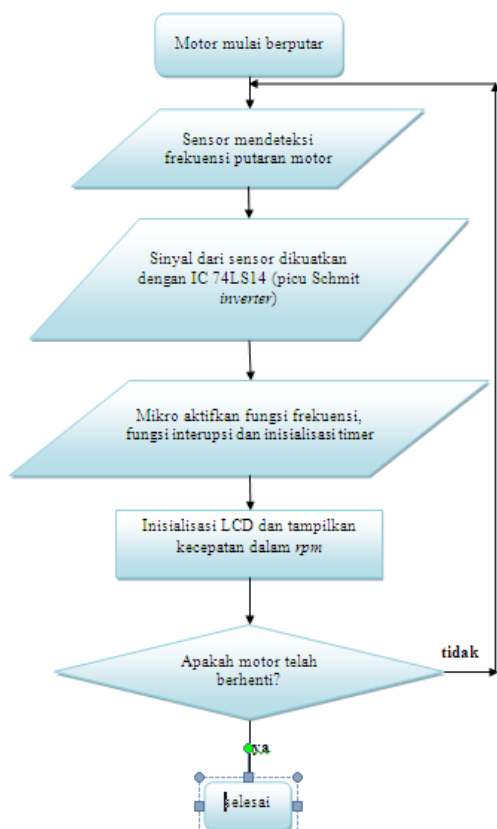
6. Rangkaian Penampil Kecepatan dengan LCD

Rangkaian LCD berguna untuk menampilkan kecepatan motor yang didapat dari sensor kecepatan. *Backlight* pada LCD memerlukan tegangan 4,3 V. Untuk menurunkan tegangan yang sebesar 5,1 V dari catu daya ditambahkan dioda 1N4002 sebelum tegangan dihubungkan ke pin 15 LCD. Rangkaian *display* dipakai sebagai aksi tampilan data dengan menggunakan modul LCD M1632. Data masukan 8-bit bekerja paralel yang didapatkan dari *port 0*, sedangkan untuk kontrol dihubungkan dengan P2.0 dan P2.1 AT89S52. Semua proses dilakukan dengan pengontrolan dan format data yang diatur oleh *programer* pada mikrokontroler.



Gambar 12. Skema rangkaian LCD dan AT89S52

Sistem Perangkat Lunak



Gambar 13. Diagram alir program kerja baca putaran motor

Gambar 13. memperlihatkan diagram alir untuk membaca kecepatan motor dari sensor kecepatan yang diolah oleh mikrokontroler AT89S52. Saat motor mulai berputar, maka sensor akan

mendeteksi putaran dengan keluaran berbentuk sinyal high dan sinyal low. Sinyal yang dikuatkan kemudian diproses oleh AT89S52. Mikrokontroler akan mengaktifkan fungsi frekuensi dan fungsi interupsi untuk menghitung cacahan setiap detik. Cacahan setiap detik kemudian dijadikan permenit hingga diperoleh kecepatan putaran dalam rpm yang ditampilkan oleh LCD.

Bahasa yang digunakan dalam pemrograman adalah bahasa C. Semua perintah yang akan ditanamkan ke mikrokontroler dibuat dalam bahasa C, yang telah diubah ke bahasa bertipe *.hex. Untuk membuat program ini, digunakan software pendukung yaitu MIDE51. Pada MIDE-51 sudah terdapat compiler bahasa C yang berguna untuk menjalankan instruksi-instruksi bahasa C menjadi beberapa tipe file, yang salah satunya adalah file yang berekstensi heksadesimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Rangkaian Catu Daya

Hasil pengujian rangkaian catu daya yang dibuat dalam perancangan spin coater ini adalah:

Tabel 1. Tabel pengujian catu daya +5 V, +6 V dan +12 V

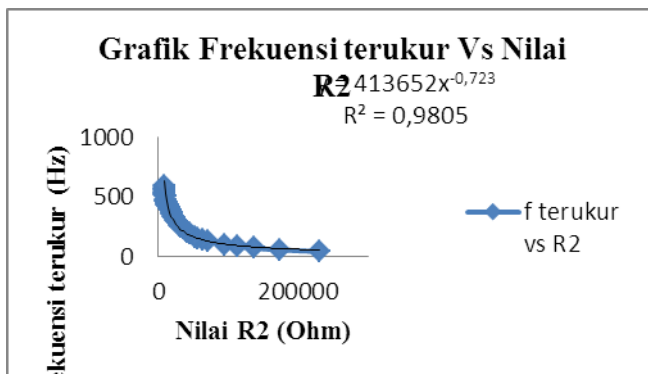
Tegangan dari catu daya yang dibuat

Tegangan yang Diinginkan	Tegangan yang Terukur
Tegangan keluaran +5 V	5,03 V
Tegangan keluaran +6 V	5,94 V
Tegangan keluaran +12 V	11,86 V

diukur dengan multimeter digital dan diperoleh hasil seperti pada tabel 1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tegangan keluaran catu daya ini telah berada dalam rentang yang dapat digunakan untuk rangkaian pengontrol dan pembaca kecepatan motor DC brushless.

Pengujian Rangkaian Multivibrator Terhadap Variasi R2

Multivibrator dirancang dengan komponen R1 (100 KOhm) dan C1 (0,1 μ F) yang konstan dan nilai resistansi dari R2 (potensiometer) yang divariasikan (Gambar 8), kemudian keluarannya diukur menggunakan osiloskop GW INSTEK GOS653G dan didapatkan hasil seperti pada Gambar 14.



Gambar 14. Hubungan frekuensi terukur multivibrator *astabil* dengan nilai resistansi R2

Dari grafik hubungan frekuensi dengan R2 dapat dianalisis bahwa semakin kecil nilai resistansi (R2) maka akan semakin tinggi nilai frekuensi yang dihasilkan multivibrator karena waktu pengisian dan pengosongan kapasitor C1 pada rangkaian multivibrator dipengaruhi oleh nilai resistansi R2. Semakin kecil nilai resistansi R2 maka akan semakin besar arus yang mengalir ke kapasitor C1 dan semakin cepat waktu pengisian dan pengosongan kapasitor, sehingga frekuensi keluaran dari multivibrator semakin tinggi.

Pengujian Variasi Kecepatan Motor

Kecepatan dibaca menggunakan sensor yang terdiri dari fotodida dan LED yang dipasang berhadapan. Untuk menguji apakah sudah sesuai kecepatan putaran motor dengan kecepatan yang ditampilkan pada LCD, maka dilakukan pengujian putaran per menit menggunakan stopwatch

pada kecepatan 60 dan 120 *rpm* (*round per minute*).

Tabel 1. Tabel pengujian pembacaan kecepatan motor

Kecepatan motor pada LCD	Pengamatan langsung per menit
60 <i>rpm</i>	60 putaran
120 <i>rpm</i>	120 putaran

Dari data yang diperoleh terhadap 2 variasi kecepatan motor, dapat disimpulkan bahwa sensor kecepatan putaran yang dibuat bekerja dengan baik sehingga dapat dipastikan kecepatan putaran motor per menitnya sama dengan yang ditampilkan LCD.

Pengujian Fungsi Alat

Agar mengetahui apakah *spin coater* yang telah dirancang bisa berfungsi, maka dilakukan uji sampel dengan melapisi substrat *slide* kaca dengan larutan TiO₂ (Titanium Dioksida). *Substrate* dilapisi menggunakan alat yang dirancang pada kecepatan putar 1500 dan 1740 *rpm*.



(a)



(b)

(c)

Gambar 15. Hasil pelapisan *slide* kaca dengan TiO₂ (Titanium Dioksida) pada *spin coater*.

Gambar 15 (a) merupakan larutan TiO₂ yang ditetaskan ke atas *slide* kaca mikroskop dan diletakkan diatas pelat

pemutar *spin coater*. *Substrate* ini kemudian diberi percepatan hingga mencapai kecepatan 1500 *rpm*, kemudian dibiarkan selama dua menit pada kecepatan tersebut secara konstan. Setelah itu *substrate* diberi perlambatan hingga motor *spin coater* berhenti. *Substrate* dibiarkan mengering selama beberapa menit, kemudian diangkat dan difoto. Hasilnya terlihat pada Gambar 15 (b).

Gambar 15 (c) merupakan sampel yang diberikan perlakuan yang sama dengan Gambar 15 (b), namun dengan kecepatan yang lebih tinggi, yaitu 1740 *rpm*. Dari hasilnya dapat kita lihat jari-jari dari sampel pada Gambar 15 (c) lebih lebar daripada Gambar 15 (b). dapat diketahui bahwa gaya yang bekerja pada sampel Gambar 15 (c) lebih besar daripada sampel Gambar 15 (b). Sehingga jika pada kondisi kekentalan dan jumlah larutan yang sama, maka dapat dianalisis bahwa lapisan pada sampel Gambar 15 (c) akan lebih tipis daripada sampel Gambar 15 (b).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data pada perancangan *spin coater* menggunakan motor DC *brushless* dari *hardisk* bekas dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Multivibrator *astabil* dapat menghasilkan sinyal gelombang persegi yang frekuensinya bisa divariasikan dengan mengubah-ubah nilai R2 melalui potensiometer.
2. Kecepatan motor DC *brushless* dari *hardisk* dapat diatur dengan memvariasikan frekuensi dari sinyal masukannya. Semakin tinggi nilai frekuensi, maka semakin tinggi kecepatan motor.
3. Kecepatan putaran motor dapat dideteksi melalui sensor yang terdiri dari pasangan fotodiode dan LED dan ditampilkan ke LCD.
4. Hasil pengujian *spin coater* yang telah dirancang menunjukkan, alat ini dapat berfungsi untuk melapisi *slide* kaca

dengan TiO₂ (Titanium Dioksida) pada kecepatan 1500 dan 1740 *rpm*.

5. Motor DC *Brushless* dari *hardisk* bisa dijadikan sebagai motor untuk perancangan *spin coater* dengan rentang kecepatan mulai dari 180 sampai 2460 *rpm* (*round per minute*).

Berdasarkan kekurangan-kekurangan dari alat ini, maka disarankan untuk menggunakan mikrokontroler untuk membangkitkan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) sebagai penghasil frekuensi dan register geser sehingga frekuensi yang dihasilkan bisa lebih stabil dan rentang yang lebih lebar. Untuk sensor kecepatan yang lebih akurat, maka lubang pada piringan penghalang agar diperbanyak.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Tim Natural Science yang telah meluangkan waktu untuk meriview artikel ini.

REFERENSI

- Bisman, P., 2003, *Pengendalian Papan Reklame Dengan Prom Sistem PLA*, Skripsi, Medan.
- Bianchi, R.F., Panssiera, M.F., Limaa, J.P.H., Yagura, L., Andrade, A.M., Faria, R.M., 2006, *Spin Coater Based On Brushless Dc Motor Of Hard Disk Drivers*, *Journal of Progress in Organics Coatings* 57, 33-36.
- Dewi, W.I.S., 2006, *Studi Optimasi Pengaruh Perubahan Konsentrasi Terhadap Kecepatan Putar Spin coating Pada Penumbuhan Membran Polyvinyl Alkohol (Pva) Diatas Elektroda Pelatinum (Pt)*, Skripsi, Surakarta.
- Esofita, M., 2011, *Rancang Bangun Alat Kultur Jaringan Berbasis*

- Mikrokontroler AT89S52*, Skripsi, Padang.
- Fardousi, Mohua, M.F. Hossain, M.S. Islam, and Sharik Rahat Ruslan. 2013. *CostEffective Home-Made Spin Coater for Depositing Thin Films*. *Journal of Modern Science and Technology* 1 (1). 126 - 134
- Halliday, D., 1966, *Fisika Jilid I*, Erlangga, Jakarta.
- Hussein, H.F., G.M. Shabeeband, S.S. Hashim. 2011. *Preparation ZnO Thin Film by Using Sol-gel-processed and Determination of Thickness and Study Optical Properties*. *Journal of Materials and Environment Science* 2 (4). 423 - 426.
- Kleitz, W., 1996, *Digital Electronics*, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey 07632.
- Kurniawan, F, *Pemanfaatan Motor DC dari Mesin Fotokopi Bekas untuk Pembuatan Spin Coater sebagai*
- Pelapisan Silika GF pada Slide Mikroskop sebagai Media KLTP*, Prosiding Skripsi Semester Genap 2010/2011 Jurusan Kimia FMIPA ITS, Surabaya.
- Setiyawan, B., 2009, *Robot Otomatis Pengambil Butter Cube Pada Kontes Robot Indonesia 2008 Berbasis Mikrokontroler Avr AtMega 8535*, Skripsi, Jakarta.
- Sevvanthi, P., A. Claude, Jayanthi, and A. Poiyamozhi. 2012. *Instrumentation for Fabricating an Indegenous Spin Coating Apparatus and Growth of Zinc Oxide Thin Films and Their Characterizations*. *Advances in Applied Science Research* 3 (6). 3573 - 3580.
- Wahyudin, D., 2007, *Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 dengan Bahasa Basic Menggunakan Bascom-8051*, Andi, Yogyakarta.