RANCANG BANGUN ALAT SPIN COATER UNTUK FABRIKASI THIN FILM BERBASIS ARDUINO

Anda Juliani[1], Herlina Purba[1], Afifah Thahirah Zahra[2], Rachmad Almi Putra[3]
[1]Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra
[2]Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra
[3]Program Studi Geofisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra
JL. Prof. Dr Syarief Thayeb, Maurandeh, Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh, Indonesia.
(Received: Maret 2025 / Revised: Maret 2025 / Accepted: Maret 2025)
*Email:Rachmad.almi@unsam.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan rancang bangun alat spin coater untuk fabrikasi lapisan tipis berbasis arduino. Spin coater ini dibuat menggunakan motor DC brushless 795 dengan tegangan 12 volt menggunakan driver motor MC33886, yang berfungsi sebagai penggerak pangganti relay, dan arduino digunakan sebagai microcontroller. Dilakukan perancangan sofware dan hadware, setelah perancangan dan pembuatan alat spin coater selesai dilakukan pengujian alat untuk mengetahui kinerja alat dan keakuratan pengukuran alat. Setelah selesai maka dilakukan pengukuran untuk mengetahui kecepatan putaran alat. Hasil dari pengukuran alat spin coater menggunakan rumus adalah 3000 rpm dan hasil dari pengukuran menggunakan tachometer pada saat duty cycle 25 maka output tegangan 1 volt dan menghasilkan kecepatan putaran 243 dengan keterangan putaran lambat dan pada saat duty cycle 255 maka output tegangan 12 volt dan menghasilkan kecepatan putaran 2040 dengan keterangan putaran kencang.
Kata Kunci: Spin Coater, Lapisan tipis, Spin Coating, Arduino, Kecepatan Putaran.

1. PENDAHULUAN

Dalam pengembangan teknologi material, lapisan tipis mempunyai banyak peran yang saat penting di era perkembangan teknologi saat ini. *Thim film* merupakan lapisan yang terbuat dari material yang ukurannya nanometer sampai milimeter (1). Untuk mendapatkan kualitas lapisan tipis yang baik, ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk membuat lapisan tipis, salah satunya adalah *Spin coating* (2). Metode *spin coating* ini digunakan untuk membentuk lapisan tipis dengan cara menyebarkan larutan diatas substrak dengan menggunakan gaya sentripetal. Substrak diputar dengan kecepatan konstan tertentu agar diperoleh endapan lapisan tipis yang merata (3).

Teknik pelapisan dengan metode *spin coating* merupakan teknik yang paling baik digunakan untuk menghasilkan lapisan tipis dengan ketebalan seragam yang berkisar antara 0,3–5,0 μm pada permukaan substrat yang realtif kecil. Keuntungan dari metode *spin coating* diantaranya metode yang sederhana, dapat dilakukan disuhu kamar, dan biaya yang murah namun cukup efektif untuk pembuatan lapisan tipis (4). Pada metode *spin coating* kecepatan putaran sangat berpengaruh terhadap lapisan yang dihasilkan. pengontrolan kecepatan putaran pada alat *spin coater* bisa menggunakan arduino uno (5).

Arduino uno adalah sebuah papan mikrokontroler berbasis Atmega 328P 14 digital input/output, yang 6 pin digunakan sebagai keluaran PWM dan 6 analog input, 16 MHz osilator kristal, penghubung USB, power jack, ICSP header, dan tombol reset. Didalam Arduino terdapat mikrokontroler sebagai pusat pengendali data (6). Mikrokontroler adalah chip yang berisi berbagai unit penting untuk melakukan pemrosesan data sehingga dapat berlaku sebagai pengendali dan komputer sederhana (7)

Orientasi dari penerapan mikrokontroler untuk mengkoordinasikan seluruh sistem berdasarkan informasi masukan yang diterima dari komponen yang terhubung, lalu diproses oleh mikrokontroler (8). Kelebihan Arduino diantaranya adalah tidak memerlukan perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani upload program dari komputer, Arduino sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya (9).

Spin coater pada dasarnya terdiri dari motor dan beberapa rangkaian elektronik, yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor serta penampil kecepatan putaran motor. Motor yang digunakan dalam pembuatan spin coater ini adalah motor DC *brushless* 795. Kelebihan motor Dc ini mempunyai kecepatan tinggi dan perputaran yang sangat halus, sehingga sangat mendukung untuk keseragaman lapisan yang dihasilkan dan getarannya relatif kecil. Pada penelitian sebelumya telah telah berhasil dirancang *spin coater* menggunakan motor Dc *brushless* dari hardisk bekas menggunakan IC timer 555, IC register geser SIPO 74LS164, IC driver motor L293D, mikrokontroler AT89S52 dan LCD, serta pendeteksi kecepatan menggunakan pasangan foto dioda dan LED serta penguat IC picu Schmitt inverter

74LS14 menghasilkan Kecepatan putaran tergantung pada tinggi rendahnya frekuensi sinyal dari multivibrator yaitu dengan rentang kecepatan putaran 180 rpm hingga 2460 rpm (10).

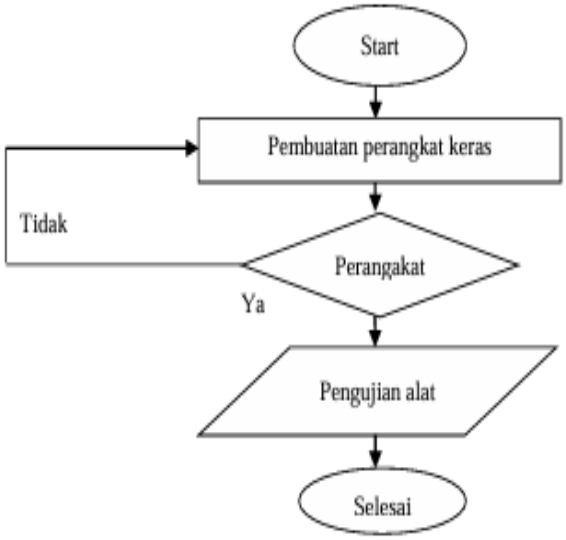
Dalam penelitian ini, akan dikembangkan spin coater berbasis Arduino yang menggunakan motor DC brushless 795 dengan tegangan 12V. Motor ini dipilih karena memiliki keunggulan dalam hal kecepatan tinggi, getaran yang lebih kecil, dan putaran yang lebih halus, sehingga mampu menghasilkan lapisan thin film yang lebih merata. Selain itu, penelitian ini juga menggantikan penggunaan relay dengan driver motor MC33886 yang lebih efisien dan stabil dalam mengontrol kecepatan motor. Dengan integrasi sistem berbasis Arduino, spin coater ini menjadi lebih fleksibel, mudah diprogram, dan dapat dikembangkan dengan berbagai sensor serta kontrol berbasis mikroprosesor.

2. METODE PENELITIAN

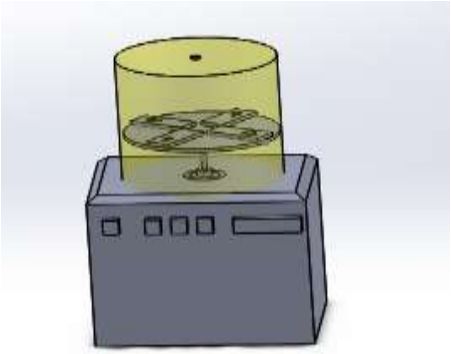
Metode penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan bidang kajian Fisika Instrumentasi dan Fisika Material yang berjudul "Rancang Bangun Alat Spin coater Berkecepatan Tinggi Berbasis Arduino Uno". Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Pawer supply, Motor DC (Dinamo), Kabel Penghubung, Piringan, Plat besi, Arduino Uno, Driver MC33886, Laptop, Viber, Saklar, Kivas DC 12V, Solder dan timah solder, Tachometer digital, Obeng, Sekrup, Cat. Proses perancangan alat dimulai dengan perancangan software dan hardware, dimana sistem dibuat berupa prototype (miniatur). Penelitian ini memiliki tahapan sebagai berikut:

2.1 Perancangan Hardware

Pada tahap ini diawali dengan menggambarkan flowchart sistem yang akan dibangun, serta dilakukan identifikasi sistem yang dibutuhkan berupa motor DC, Driver MC33886, dan mikrokontroler. Berdasarkan rancangan tersebut diimplementasikan pada perangkat hardware yang di butuhkan.



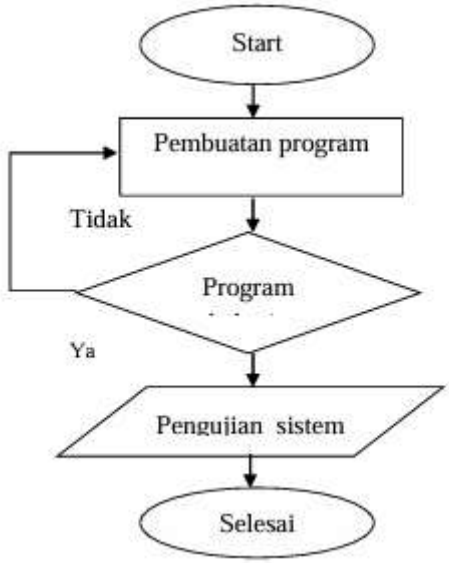
Gambar 1. Flowchart Pembuatan Perangkat Keras



Gambar 2. Prototype Alat *Spin Coater*

2.2 Perancangan Software

Software diperlukan untuk memprogram mikrokontroler yang dapat membaca dan mengirim data ke server.



Gambar 3. Flowchart Pembuatan Perangkat Lunak

Dari flowchart perangkat lunak dapat dijelaskan dimana dimulai dari start kemudian pembuatan program Arduino di software Arduino, setelah itu menjalankan program bekerja kemudian baru pengujian sistem pemograman untuk dilihat apakah ada salah satu program yang error atau tidak, jika program bekerja dengan baik saat pengujian maka selesai proses pembuatan perangkat lunak.

2.3 Pengujian Alat

Pengujian dilakukan pada bagian hardware untuk memastikan bahwa *alat spin coater* tersebut dapat berfungsi sebagai mana yang diharapkan. Pada tahap ini kinerja dari keseluruhan alat dan hasil alat akan diuji. Jika alat belum sesuai dengan tujuan dan perancangan maka akan kembali pada tahap pembuatan alat. Cara alat ini bekerja yaitu dengan mengembangkan sistem spin coater berbasis Arduino yang menggunakan motor brushless 795 sebagai penggerak utama. Sistem ini mendapatkan daya dari sumber tegangan 12V DC yang digunakan untuk mengoperasikan motor serta rangkaian kontrol. Arduino berfungsi sebagai pusat kendali yang mengatur kecepatan motor berdasarkan input dari pengguna, sementara driver motor MC33886 digunakan untuk menggantikan penggunaan relay dalam mengontrol putaran motor.

Kecepatan motor dikendalikan menggunakan metode Pulse Width Modulation (PWM) yang dihasilkan oleh Arduino. Sinyal PWM dikirimkan ke driver MC33886, yang kemudian mengatur tegangan yang masuk ke motor brushless 795. Dengan mengubah duty cycle dari sinyal PWM, kecepatan putaran motor dapat diatur dengan lebih akurat dan stabil.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat ukur digital yaitu Tachometer.

3. HASIL dan PEMBAHASAN

Setelah perancangan dan pembuatan alat *spin coater* selesai dilakukan pengujian alat untuk mengetahui kinerja alat dan keakuratan pengukuran alat.



Gambar 4. Pengujian Alat *Spin Coater*

Pertama dilakukan pengujian dengan pengukuran kecepatan sudut spin coater dengan menggunakan rumus untuk menghitung kecepatan putaran.

$$N = \frac{F\ x\ 120}{p} \quad (1)$$

Dimana N adalah jumlah putaran perminit (rpm), F adalah frekuensi, P adalah jumlah kutup gulung (pole), dan 120 adalah sudut phase. Dimana dari perhituang menggunakan rumus diatas mendapatka hasil nilai kecepatan putaran dari alat *spin coater* adalah 3000 rpm, sendangkan percobaan menggunakan alat Tachometer hanya 2000 rpm.

Kedua dilakukan pengujian dengan menggunakan alat ukur digitar yaitu Tachometer dengan menseting nilai duty cycle pada program seperti yang ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 5. Pengujian Kecepatan Nilai Rpm pada alat *Spin Coater*

Cara kerja Tachometer digital ini dengan memanfaatkan cahaya yang dipancarkan oleh Tachometer sampai frekuensi tembakan cahaya setara dengan frekuensi putar oleh *spin coater*. Tabel 1 merupakan data hasil pengukuran kecepatan putaran alat *spin coater* menggunakan Tachometer.

Tabel 1. Pengujian Kecepatan Alat Spin Coater Menggunakan Tachometer

NO	Kuat Arus (Amper)	Tegangan (volt)	Nilai Duty cycle	Kecepatan Putaran (rpm)	Keterangan
1.	5	1	25	243	Lambat
2.	5	2	45	552	Lambat
3.	5	3	65	779	Lambat
4.	5	4	85	939	Lambat
5.	5	5	110	1093	Sedang
6.	5	6	130	1193	Sedang
7.	5	7	150	1381	Sedang
8.	5	8	170	1572	kencang
9.	5	9	190	1717	Kencang
10.	5	10	215	1874	Kencang
11.	5	11	235	1984	Kencang
12.	5	12	255	2040	Kencang

Grafik Pengukuran kecepatan putaran alat *spin coater* menggunakan tachometer



Gambar 6. Grafik Hubungan Duty Cycle Dengan Kecepatan Putaran

Dari data tabel 1 diatas dapat dilihat bahwa Hubungan antara duty cycle dan kecepatan putaran pada alat spin coater menunjukkan bahwa semakin tinggi duty cycle, semakin cepat putaran motor. Duty cycle dalam sistem Pulse Width Modulation (PWM) berfungsi untuk mengontrol suplai daya ke motor dengan mengatur lama waktu tegangan diberikan dalam satu siklus.

Pada kondisi duty cycle rendah (25–85), tegangan yang diberikan ke motor masih relatif kecil, yaitu 1V hingga 4V, sehingga menghasilkan kecepatan putaran yang lambat, berkisar antara 243 hingga 939 rpm. Seiring dengan peningkatan duty cycle ke 110–150, tegangan yang diberikan meningkat menjadi 5V hingga 7V, yang menyebabkan kecepatan putaran meningkat ke kategori sedang, yakni 1093 hingga 1381 rpm. Saat duty cycle semakin tinggi, misalnya pada rentang 170–255, tegangan yang diberikan ke motor mencapai 8V hingga 12V, yang mengakibatkan kecepatan putaran meningkat secara signifikan ke kisaran 1572 hingga 2040 rpm, masuk dalam kategori putaran kencang.

Grafik yang dihasilkan menunjukkan pola hubungan yang hampir linier antara duty cycle dan kecepatan putaran, di mana semakin besar duty cycle, semakin tinggi kecepatan putaran yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa kontrol duty cycle dalam PWM sangat efektif untuk mengatur kecepatan putaran spin coater dengan presisi, yang berpengaruh langsung terhadap ketebalan dan keseragaman film tipis yang dihasilkan.

4. KESIMPULAN

Spin coating adalah sebuah metode sederhana untuk membuat thin film dan alat yang digunakan untuk membuat thin film ini disebut *spin coater*. Perancangan alat spin coater ini menggunakan motor DC *brushless* 795 dengan driver MC33886 dan dikontrol menggunakan arduino. Hasil dari pengukuran alat spin coater menggunakan rumus $N = \frac{F\,x\,120}{p}$ adalah 3000 rpm dan hasil dari pengukuran menggunakan Tachometer dangan duty cycle 255 dan output tegangan 12 vol adalah 2040 rpm.

Dari segi keunggulan, alat ini memiliki kecepatan motor yang tinggi dan stabil, karena motor brushless 795 dapat berputar dengan getaran yang relatif kecil, sehingga memungkinkan terbentuknya film tipis yang lebih merata. Penggunaan driver MC33886 juga membuat kontrol kecepatan lebih stabil. Selain itu, sistem kontrol berbasis Arduino memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan kecepatan secara real-time. Secara keseluruhan, spin coater ini layak digunakan untuk aplikasi penelitian, eksperimen laboratorium, dan pengujian awal dalam fabrikasi thin film, terutama dalam skala kecil atau prototipe. Namun, untuk keperluan industri atau produksi massal, sistem ini masih memerlukan peningkatan dalam aspek presisi kecepatan, kestabilan putaran, dan keseragaman lapisan film.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimasih kepada dosen yang sudah membimbing dan teman-teman jurusan fisika khususnya kakak angkatan 2018 yang telah membantu kami dalam menyelesaikan alat ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

Asmaleni, P., Hamdani, D. and Sakti, I. (2020) ‘Pengembangan Sistem Kontrol Kipas Angin Dan Lampu Otomatis Berbasis Saklar Suara Menggunakan Arduino Uno’, *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), pp. 59–66. Available at: https://doi.org/10.33369/jkf.3.1.59-66.

Bahrin (2017) 'Sistem Kontrol Penerangan Menggunakan Arduino Uno Pada Universitas Ichsan Gorontalo', *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(3), pp. 282–289. Available at: https://doi.org/10.33096/ilkom.v9i3.158.282-289.

Firmansyah, Deswita, P. and Muttaqin, A. (2021) 'Perancangan Spin Coater Menggunakan Motor Dc Brushless', 7(1), pp. 1–11.

Fitria, R. and Yohandri (2019) 'SCREEN COATING UNTUK MEMBUAT LAPISAN TIPIS BERBASIS ARDUINO Mahasiswa Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang Dosen Jurusan Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang', 12(Gambar 1), pp. 39–46.

Gustira, O., Darvina, Y. and Ramli (2020) 'PENGARUH KOMPOSISI MnFe2O4 TERHADAP SIFAT LISTRIK NANOKOMPOSIT MnFe2O4 / PVDF YANG DISINTESIS DENGAN METODE SPIN COATING Onny', 13(April), pp. 59–66.

Lubis, Z. *et al.* (2019) 'Kontrol Mesin Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Smartphone', *Buletin Utama Teknik*, 14(3), pp. 156–159.

Marta, R. *et al.* (2020) 'PENGARUH KOMPOSISI MnFe2O4 TERHADAP SIFAT MAGNETIK NANOKOMPOSIT MnFe2O4 / PVDF YANG DI PREPARASI DENGAN METODE SPIN COATING', 13(April), pp. 42–50.

Nisa, D.F. and Putri, N.P. (2021) 'SINTESIS LAPISAN TIPIS SOLUBLE PANi DOPAN FUMARIC ACID DAN KARAKTERISTIKNYA', *Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.*, 10, pp. 10–27.

Suhendro, B., Antoro, L.M. and Suroso, S. (2020) 'Sistem Kendali Penggerak Motor Stepper Pada Orbital Welding Menggunakan Perangkat Lunak LabVIEW', *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, 5, pp. 47–56. Available at: https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v5i0.46593.

Zikra, F. *et al.* (2019) 'Aplikasi Pengukur Tinggi Badan Berbasis Android Android Based Body Height Measurement Application', 5(1), pp. 200–211.