

Rancang bangun *spin coater* sederhana untuk deposisi lapisan tipis polimer

Amalia C Nur'aidha^{*1}, Mira Setiana¹, Dena Anugrah²

¹Program Studi Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Yogyakarta

²Program Studi Teknologi Rekayasa Elektro-Medis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Yogyakarta

Jl. PGRI I No.117, Sonosewu, Kab. Bantul, D.I Yogyakarta

*email: amalia@upy.ac.id

Abstrak – Pelapisan tipis polimer memiliki peranan penting dalam bidang medis, salah satunya meningkatkan fungsionalitas perangkat medis. Selain itu pelapisan tipis polimer dapat memperbaiki biokompatibilitas perangkat medis untuk mencegah reaksi negatif tubuh manusia. Untuk menghasilkan lapisan tipis dapat digunakan beberapa metode, salah satunya adalah metode spin coating yang sering digunakan. Metode tersebut sangat fleksibel serta dapat digunakan oleh berbagai macam material. Selain itu dibutuhkan kontrol kecepatan rotasi dan waktu yang presisi. Berdasarkan hal tersebut dirancanglah *Spin Coater* menggunakan motor DC Brushless serta arduino nano sebagai pengontrol serta dilengkapi dengan push button sebagai pemilihan nilai kecepatan yang diperlukan, dengan rentang kecepatan 1000-8000RPM. Pengujian hasil perancangan, dilakukan dengan meneteskan tinta warna merah di atas substrat. Hasil spin coating menunjukkan pada 1000RPM pelapisan belum sempurna, sedangkan pada 5000RPM hasil pelapisan mencapai 90%. Untuk 6000-8000RPM motor DC brushless mengalami error lingkungan, dimana chamber PLA tidak mampu menahan getaran yang dihasilkan oleh motor DC.

Kata kunci: Motor DC, Lapisan Tipis, Polimer, *Spin Coater*

Abstract – Polymer thin coatings have an important role in the medical field, one of which is to improve the functionality of medical devices. In addition, polymer thin coatings can improve the biocompatibility of medical devices to prevent negative reactions of the human body. Several methods can be used to produce thin films, one of which is the spin coating method which is often used. The method is very flexible and can be used by a variety of materials. In addition, it requires precise control of rotational speed and time. Based on this, a *Spin Coater* was designed using a Brushless DC motor and arduino nano as a controller and equipped with a push button to select the required speed value, with a speed range of 1000-8000RPM. Testing of the design results was carried out by dripping red ink on the substrate. The spin coating results show that at 1000RPM the coating is not perfect, while at 5000RPM the coating results reach 90%. For 6000-8000RPM the brushless DC motor experiences environmental errors, where the PLA chamber is unable to withstand the vibrations generated by the DC motor.

Key words: DC Motor, Thin Coating, Polymer, Spin Coating

PENDAHULUAN

Pelapisan tipis polimer memiliki peran penting dalam aplikasi bidang medis karena memberikan manfaat bagi perangkat dan sistem medis [1][2], salah satu manfaat pelapisan tipis polimer yaitu, meningkatkan fungsionalitas perangkat medis[3][4]. Pelapisan polimer dapat memperbaiki biokompatibilitas[5] perangkat medis[6] yang sangat penting untuk mencegah reaksi negatif tubuh terhadap perangkat tersebut, hal ini dapat mengurangi resiko peradangan dalam tubuh manusia. Selain itu, pelapisan polimer dapat meningkatkan interaksi antara perangkat medis dan jaringan tubuh manusia untuk memfasilitasi penyembuhan, serta sebagai sistem penghantar obat yang terkontrol

dalam pengiriman obat[7]. Pelapisan polimer juga dapat melindungi perangkat medis dari faktor-faktor eksternal seperti korosi, abrasi ataupun reaksi kimia yang dapat merusak perangkat tersebut. Berdasarkan hal tersebut, pelapisan tipis sangat dibutuhkan dalam bidang medis[4].

Metode pelapisan tipis antara lain, pelapisan celup, *spin coating*, *spray coating*, *blade coating*, dan *roll coating*[8]. Metode *spin coating* merupakan salah satu metode yang mudah dari beberapa metode tersebut [9][10]. Metode tersebut sangat fleksibel, dapat digunakan pada berbagai jenis material. Untuk menghasilkan pelapisan tipis yang optimal dibutuhkan kontrol kecepatan rotasi dan waktu yang presisi [11][12]. Meskipun *Spin Coater*

memiliki kelebihan yang signifikan dalam pelapisan tipis [13], penggunaannya seringkali terbatas oleh harganya yang relatif mahal. Untuk mengatasi keterbatasan ini dan membuat teknologi pelapisan tipis lebih terjangkau, perlu dilakukan langkah desain *Spin Coater* digital berbasis Arduino Nano. Desain ini memanfaatkan platform open-source yang ekonomis dan tersedia secara luas, seperti Arduino Nano, untuk mengendalikan *Spin Coater* dengan presisi yang tinggi [14].

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan membuat desain *Spin Coater* menggunakan motor DC dengan kecepatan 1000-1500RPM[9]. Selain itu telah dirancang dan diuji oleh Mohua *Spin Coater* sederhana berbiaya rendah menggunakan motor DC dengan kecepatan putar 350-3800RPM [15][16][13]. Ali juga mendesain *Spin Coater* dengan kecepatan 1000-2000RPM menggunakan arduino Uno dan untuk pengontrol dilakukan secara manual menggunakan resistor variabel [17][18].

Penelitian ini difokuskan pada perancangan *Spin Coater* yang diintegrasikan dengan Arduino Nano sebagai pengontrol terhadap kecepatan rotasi (1000-8000RPM) dan waktu pemrosesan (60 detik), serta mengoptimalkan efisiensi penggunaan material. Selain itu, pada penelitian ini menekankan aspek fleksibilitas dalam penggunaan *Spin Coater* ini, sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam bidang biomedis dan teknik medis. Dengan demikian, penelitian ini menghadirkan kontribusi berharga dalam menghadirkan solusi yang lebih terjangkau dan efisien dalam teknologi pelapisan tipis menggunakan Arduino Nano sebagai kontroler utama.

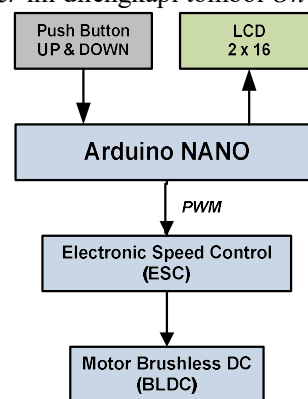
METODE PENELITIAN

Spin Coating salah satu metode yang digunakan untuk proses pelapisan yang beragam pada penampang sensor (substrat). Metode tersebut paling mudah digunakan. Prinsip kerja spin coater menggunakan konsep gerak melingkar, pada saat benda berputar maka akan terjadi

gaya sentripetal dan sentrifugal, serta akan terjadi gaya berat yang menghasilkan gaya gesek antara substrat dan larutan. Tahapan saat proses spin coater bekerja adalah deposisi, *spin up*, dan *spin off* sekaligus evaporasi. Berdasarkan prinsip kerja *Spin Coater* tersebut maka pada penelitian ini akan dirancang *Spin Coater* menggunakan motor dan arduino nano sebagai pengontrol.

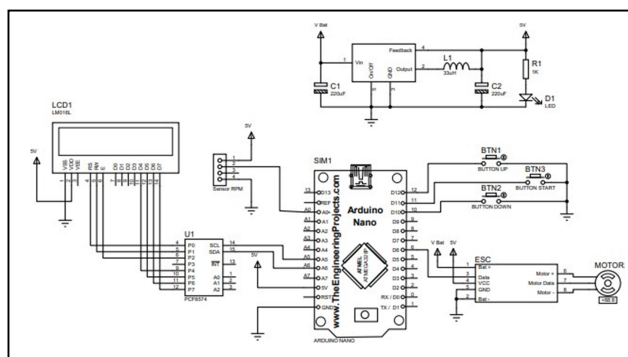
A. Rangkaian Skematik

Spin coater dirancang menggunakan Arduino Nano sebagai pengontrol (gambar 1). Berdasarkan diagram blok gambar 1 perancangan spin coater menggunakan motor Brushless DC (BLDC) sebagai rotor dilengkapi dengan ESC (*Electronic Speed Control*), push button *up* dan *down* untuk menentukan RPM yang diinginkan, LCD ukuran 2 x 16 untuk menampilkan informasi (RPM, Start, Stop) serta *spin coater* ini dilengkapi tombol *On / Off*.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem *Spin Coater*

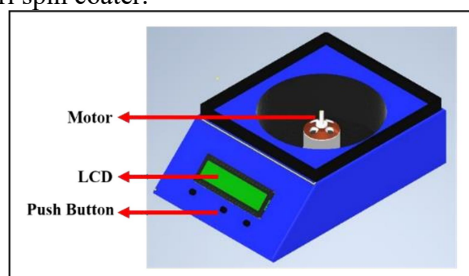
Gambar 2 merupakan rangkaian skematik sistem spin coater yang akan dirancang. Nilai masukan RPM menggunakan push button UP & DOWN kelipatan 1000RPM, dengan nilai maksimum mencapai 15.000 RPM. Push button sebagai masukan dihubungkan dengan port D. Nilai tersebut akan muncul pada LCD 2 x 16 yang dihubungkan dengan port A mikrokontroler. Putaran motor Brushless DC diatur oleh ESC yang telah diprogram melalui Arduino Nano.



Gambar 2. Rangkaian Skematik Sistem *Spin Coater*

B. Desain Chamber *Spin Coater*

Sistem spin coater yang pada gambar 2 akan diletakkan ke dalam sebuah chamber untuk menggerakkan piringan yang difungsikan untuk meletakkan object (substrat) pelapisan. Desain chamber dibuat menggunakan software Inventor. Gambar 3 merupakan desain chamber dari spin coater.

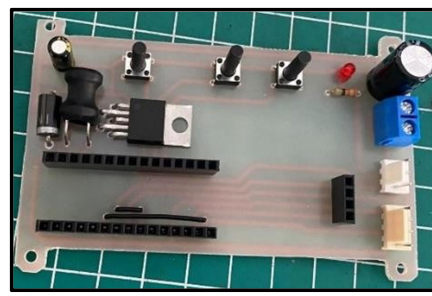


Gambar 3. Desain Chamber *Spin Coater*

Berdasarkan hasil desain (gambar 3) chamber memiliki dimensi luar 13x13 cm dengan



(a)



(b)

Gambar 4. (a) PCB Board LCD dan push button dan (b) PCB Board Pengontrol berbasis Arduino Nano

kedalaman 5 cm. Motor Brushless DC ditempatkan pada bagian dalam chamber, dibagian atas motor akan diletakkan piringan dengan diameter 10cm sebagai tatakan object (substrat). Bagian depan chamber diletakkan LCD 2x16 serta push button sebagai masukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil fabrikasi pada gambar 2 disajikan pada gambar 4. Hasil fabrikasi (gambar 4.a) merupakan implementasi LCD sebagai penampil nilai RPM serta "START & STOP" dan push button "UP & DOWN" sebagai masukan nilai RPM untuk motor brushless DC. Gambar 4b merupakan fabrikasi Arduino NANO sebagai pengontrol kecepatan berbasis PWM. Hasil dari implementasi motor brushless DC dapat berputar dengan kecepatan 8000RPM selama 60 detik. Nilai RPM akan terlihat pada LCD yang sudah tertanam pada chamber.

A. Implementasi Desain Chamber

Desain rangkaian *Spin Coater* telah dibuat, disusun dan dilengkapi komponen-komponen, kemudian dilakukan proses desain chamber menggunakan software inventor. Konsep desain chamber ini terdiri dari bagian bawah sebagai tempat motor serta pengontrol dan bagian atas chamber berupa piringan sebagai peletakan object (substrat) pelapisan.

Berdasarkan desain chamber gambar 3 dicetak menggunakan 3D print menggunakan bahan PLA untuk luar chamber, bahan akrilik untuk penempatan substrat dan penutup luar. Hasil dari chamber disajikan pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Chamber *Spin Coater*

B. Pengujian Spin Coater

Pengujian *Spin Coater* dilakukan dengan cara meneteskan sampel tinta merah menggunakan mikro pipet pada kaca preparat yang ditempelkan di bagian dalam chamber ketika motor sedang berputar. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dengan nilai 1000rpm, 2000rpm, 3000rpm, 4000rpm, dan 5000rpm. Hasil pengujian terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Spin Coater*

No	Kecepatan Motor	Hasil Pengujian
1	1000rpm	
2	2000rpm	

No	Kecepatan Motor	Hasil Pengujian
3	3000rpm	
4	4000rpm	
5	5000rpm	

KESIMPULAN

Penelitian ini telah merancang *Spin Coater* digital yang mampu digunakan di laboratorium untuk melakukan pelapisan. *Spin Coater* ini dapat bekerja pada rentang 1000 RPM hingga 8000RPM dengan waktu 60 detik. Pengujian *Spin Coater* dilakukan dengan meletakkan preparat ke substrat holder, kemudian di teteskan air mineral berwarna untuk melihat penyebaran dalam proses *Spin Coater*. Berdasarkan pengujian tersebut masih belum sempurna melakukan pelapisan, jika dilihat pada mikroskop pelapisan hanya mampu hingga 90%, sehingga desain *Spin Coater* ini perlu adanya pengembangan kembali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada tim penelitian dan penelitian ini dapat terlaksana atas hibah DRTPM-PDP dengan nomor SK: 181/E5/PG.02.00.PL/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Van Tran, S. Lee, D. Lee, and T. H. Le, "Recent Developments and Implementations of Conductive Polymer-Based Flexible Devices in Sensing Applications," *Polymers (Basel)*, vol. 14,

- no. 18, pp. 1–29, 2022, doi: 10.3390/polym14183730.
- [2] P. Z. Hanakata, J. F. Douglas, and F. W. Starr, “Interfacial mobility scale determines the scale of collective motion and relaxation rate in polymer films,” *Nat. Commun.*, vol. 5, no. May, 2014, doi: 10.1038/ncomms5163.
- [3] M. S. Thanigaivel, A. K. Priya, D. Balakrishnan, K. Dutta, S. Rajendran, “Insight on recent development in metallic biomaterials: Strategies involving synthesis, types and surface modification for advanced therapeutic and biomedical applications,” *Biochem Eng J*, vol. 187, 2022, doi: 10.1016/j.bej.2022.108522.
- [4] X. H. A. Ekinci, A. Gleadall, A. A. Johnson, L. Li, “Mechanical and hydrolytic properties of thin polylactic acid films by fused filament fabrication,” *J Mech Behav Biomed Mater*, vol. 114, 2021, doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.104217.
- [5] M. Chelu and A. M. Musuc, “Advanced Biomedical Applications of Multifunctional Natural and Synthetic Biomaterials,” *Processes*, vol. 11, no. 9, p. 2696, 2023, doi: 10.3390/pr11092696.
- [6] M. Z. and S. G. Mayr, “Ferromagnetic shape memory alloys: Synthesis, characterisation and biocompatibility of Fe-Pd for mechanical coupling to cells,” *Mater. Sci. Technol. (United Kingdom)*, vol. 30, 2014, doi: 10.1179/1743284714Y.0000000592.
- [7] F. V. et Al, “Biomimetic extracellular matrix coatings improve the chronic biocompatibility of microfabricated subdural microelectrode arrays,” *PLoS One*, vol. 13, 2018, doi: 10.1371/journal.pone.0206137.
- [8] M. A. Butt, “Thin-Film Coating Methods: A Successful Marriage of High-Quality and Cost-Effectiveness—A Brief Exploration,” *Coatings*, vol. 12, no. 8, 2022, doi: 10.3390/coatings12081115.
- [9] C. Thirunavukkarasu, K. K. Saranya, B. Janarthanan, and J. Chandrasekaran, “Design , Fabrication and Working of In-House Spin Coating Unit for Thin Film Deposition,” *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 6, pp. 10017–10023, 2016, doi: 10.15680/IJIRSET.2015.0506068.
- [10] M. Rashid, M. M. Ferdous, M. M. Rashid, and M. A. Rahman, “Advances in Environmental Biology Corresponding Author: M Design and Fabrication of a Simple Cost Effective Spin Coater for Deposition of Thin Film,” *Adv. Environ. Biol.*, vol. 8, no. 3, pp. 729–733, 2014.
- [11] I. Pratama, J. Y. Mindara, D. W. Maulana, C. Panatarani, and I. M. Joni, “Development of Spin Coater with close loop control system using ATmega8535 microcontroller,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 1712, no. February, pp. 1–6, 2016, doi: 10.1063/1.4941870.
- [12] A. A. Atule, A. N. Amah, I. Ahemen, and F. N. Gesa, “Design and Implementation of a Three-operational Mode Programmable Spin Coater for Deposition of Thin Films on Flat Substrates,” vol. 11, no. May, pp. 536–547, 2020.
- [13] G. Zafer, A. Mürsel, A. Cengiz, and H. M. Cüneyt, “Design and Construction of Home-Made Spin Coater for OLED Production,” *Int. J. Electron. Device Phys.*, vol. 5, no. 1, 2021, doi: 10.35840/2631-5041/1711.
- [14] M. B. K. and R. G. Z. Kaddachi, M. Belhi, “Design and development of spin coating system,” *2016 17th Int. Conf. Sci. Tech. Autom. Control Comput. Eng.*, pp. 558–562, 2016, doi: 10.1109/STA.2016.7952005.
- [15] M. Fardousi and S. Rahat, “Cost-Effective Home-Made Spin Coater for Depositing Thin Films,” *J. Mod. Sci. Technol.*, vol. 1, pp. 126–134, 2013.
- [16] Irzaman, H. Syafutra, R. Siskandar, Aminullah, and H. Alatas, “Modified Spin Coating Method for Coating and Fabricating Ferroelectric Thin Films as Sensors and Solar Cells,” *Thin Film Process. - Artifacts Surf. Phenom. Technol. Facet.*, 2017, doi: 10.5772/66815.
- [17] F. H. Ali, “Building a Spin Coater device for thin-film preparation,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 757, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/757/1/012050.
- [18] R. G. Aguilar and J. O. López, “Low cost instrumentation for spin-coating deposition

- of thin films in an undergraduate laboratory.,” *Latin-American J. Phys. Educ.*, vol. 5, no. 2, pp. 368–373, 2011, doi: 10.1016/j.aca.2007.12.028.
- [19] A. Haleem, M. Javaid, R. P. Singh, R. Suman, and S. Rab, “Biosensors applications in medical field: A brief review,” *Sensors Int.*, vol. 2, no. April, p. 100100, 2021, doi: 10.1016/j.sintl.2021.100100.
- [20] K. Theyagarajan and Y. J. Kim, “Recent Developments in the Design and Fabrication of Electrochemical Biosensors Using Functional Materials and Molecules,” *Biosensors*, vol. 13, no. 4, 2023, doi: 10.3390/bios13040424.
- [21] B. Miranda, I. Rea, P. Dardano, L. De Stefano, and C. Forestiere, “Recent advances in the fabrication and functionalization of flexible optical biosensors: Toward smart life-sciences applications,” *Biosensors*, vol. 11, no. 4, 2021, doi: 10.3390/bios11040107.
- [22] A. S. Hidayat, M. Rokhmat, M. Si, and A. Qurthobi, “Pengaruh Suhu dan Kecepatan Putar Spin Coating Terhadap Kinerja Sel Surya Organik Berbahan Dasar TiO₂,” vol. 1 no. 1, pp 1–14, 2010.