

Rancang Bangun *Spin Coating* Berbasis Mikrokontroler dan Monitoring dan penyimpanan data IoT

Microcontroller Based Spin Coating Design and IoT Data Monitoring and Storage

Imam Sya'roni^{*1}, Nizar Rizki Rahman¹, Anton Hartanto², Irfan Subiantoro¹

¹Jurusan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Ketintang, Kec. Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur 60231, Indonesia

²Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Ketintang, Kec. Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur 60231, Indonesia

*Corresponding author: imamsyaroni@unesa.ac.id

Abstrak. Penelitian ini merupakan pengembangan alat penunjang penelitian yaitu Spin Coating. Selain faktor harga yang mahal serta terbatasnya *maintenance* pada alat yang sudah dibeli, maka peneliti hendak membuat rancangan alat spin coating untuk menunjang peralatan laboratorium. Bukan hanya untuk mendapat harga yang relatif terjangkau tetapi juga bisa mengembangkan alat buatan sendiri yang memiliki kemampuan pengukuran yang presisi, dan kualitas hasil yang bagus karena menggunakan mikrokontroler dalam pengaturan kerja alat. Bukan hanya itu dikala pandemi ini, mobilitas penggunaan laboratorium sangat dibatasi karena pandemi covid-19. Sehingga alat laboratorium yang tidak memiliki koneksi internet sangat sulit dimonitoring jarak jauh. Oleh karena itu, peneliti membuat rancangan baru alat spin coating dengan teknologi IoT untuk memudahkan pengguna laboratorium bisa memantaunya dari manapun dan kapanpun. Adapun metode penelitian ini yaitu Research and Development dengan tahapan desain, kalibrasi dan pengujian alat. Dari hasil pembuatan alat didapatkan resolusi alat melalui linieritas sensor yang digunakan sebesar 99,71% dengan nilai daya tiap RPM yaitu 178,05 RPM/W. Validasi alat berdasarkan hasil kalibrasi dinyatakan layak oleh ahli. Inovasi IoT pada alat *spin coating* berjalan dengan lancar menggunakan penyimpanan clouds serta percobaan pada material uji TiO₂ didapatkan perbedaan yang signifikan pada jarak antar partikel TiO₂ menggunakan RPM yang berbeda yaitu 2000,4000, dan 6000 RPM.

Abstract. This research is the development of a research support tool, namely Spin Coating. In addition to the high price factor and limited maintenance on the equipment that has been purchased, the researcher wants to design a spin coating tool to support laboratory equipment. Not only to get a relatively affordable price but also to be able to develop homemade tools that have precise measurement capabilities, and good quality results because they use a microcontroller in the tool's work settings. Not only that during this pandemic, the mobility of the use of the laboratory is very limited due to the covid-19 pandemic. So that laboratory equipment that does not have an internet connection is very difficult to monitor remotely. Therefore, researchers created a new design for a spin coating tool with IoT technology to make it easier for laboratory users to monitor it from anywhere and anytime. The research method is Research and Development with the stages of design, calibration and testing of tools. From the results of making the tool, the resolution of the tool through the linearity of the sensor used is 99.71% with the power value of each RPM, namely 178.05 RPM/W. The IoT innovation on the spin coating tool runs smoothly using cloud storage and experiments on the TiO₂ test material obtained significant differences in the distance between TiO₂ particles using different RPMs, namely 2000,4000, and 6000 RPM.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi pada saat ini berkembang dengan sangat pesat dibandingkan tahun-tahun sebelumnya [1]. Perkembangan teknologi yang sangat canggih salah satunya bahan berbentuk lapisan tipis [2]. Lapisan tipis terbuat dari bahan organik, anorganik, logam, maupun non logam yang dapat memiliki sifat-sifat konduktor, semikonduktor, superkonduktor maupun isolator. Dalam teknik material khususnya lapisan tipis, bahan yang biasa digunakan adalah In₂O₃, SnO₂, TiO₂, ZnO, ITO dan masih banyak bahan lainnya. Penelitian mengenai proses pembuatan lapisan tipis (*Thin Film*) sudah banyak dilakukan. Adapun metode yang sering digunakan seperti: metode *sol-gel dip coating* [3], *spray pyrolysis* [4], *RF magnetron sputtering* [6], *sol-gel spin coating* [6]. Dari

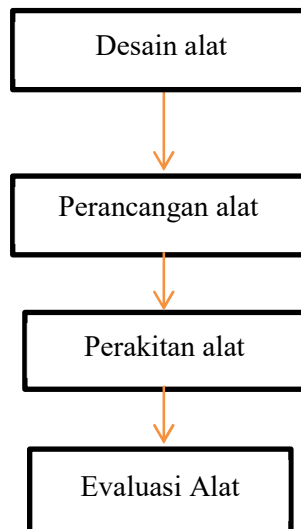
keempat metode dalam pembuatan lapisan tipis, sol-gel *spin coating* merupakan metode yang paling efektif dengan hasil yang bagus dengan rpm rendah [7]

Penelitian sebelumnya mengenai metode *spin coating* sudah banyak digunakan, contohnya yaitu proses pembuatan *thin film* ZnO untuk solar cell [8]. Metode ini sangat mudah sehingga banyak digunakan untuk proses pembuatan lapisan tipis. Pada penelitian sebelumnya untuk pembuatan lapisan tipis ZnO pada putaran 4000 rpm menghasilkan tranparansi yang bagus yaitu 92% dan pengaplikasiannya pada solar cell [9]. Permasalahan yang muncul pada alat *spin coating* yang ada di Laboratorium yaitu penentuan nilai RPM yang hanya terbatas pada beberapa variasi. Kalibrasi nilai RPM (*Rotary Per Minutes*) belum disesuaikan dengan sensor *rotary* yang bisa dikalibrasi secara bertahap secara manual. *Monitoring* alat *spin coating* yang ada masih manual dan kebanyakan perangkat sekarang tidak memanfaatkan *Internet of Thing* (IOT) [10].

Alat *spin coating* yang digunakan dalam metode ini memiliki komponen-komponen listrik yang sederhana. Namun harga alat *spin coating* dipasaran yang terbilang cukup mahal. Berdasarkan permasalahan tersebut tujuan khusus penelitian ini mengingat pentingnya peralatan ini dalam penelitian kelompok keahlian bidang fisika material serta mempertimbangkan belum tersedia alat *spin coating* berbasis IOT. Kami hendak membuat rancang bangun alat *spin coating* dengan fitur dapat mengirimkan data melalui Internet dan *monitoring* jarak jauh (IoT).

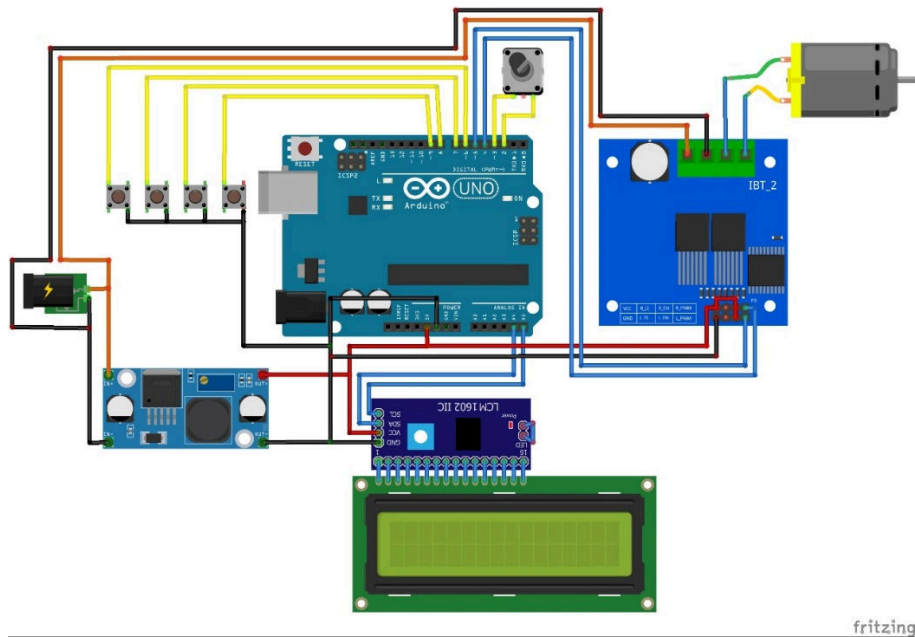
2. Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode R&D [11] dengan tahapan-tahapannya sebagai berikut: pembuatan alat, kalibrasi alat, pengambilan dan pengujian sampel pada alat. Selanjutnya dilakukan analisa secara deskriptif berdasarkan data kuantitatif dari hasil pengujian sampel yang telah didapatkan. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian Rancang Bangun Alat *Spin Coating*

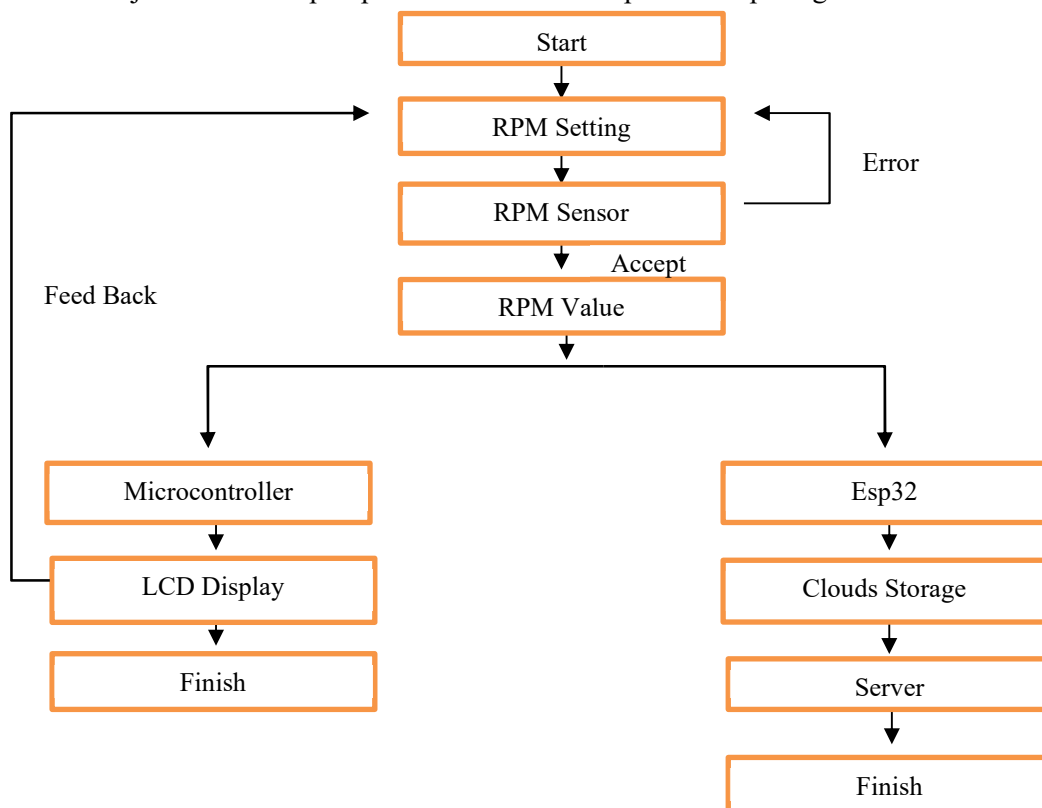
Dalam pembuatan alat *spin coating* menggunakan sensor *rotary encoder* dengan resolusi 600 P/R. Kemudian sensor dihubungkan melalui konverter untuk diakuisisi oleh mikrokontroller dan perangkat IoT untuk di konversi menjadi nilai RPM. Prinsip kerja dari *rotary encoder* yaitu mengubah putaran dinamo menjadi angka tiap satu detik serta memonitor dan mengontrol setiap adanya pergerakan [12]. *Rotary encoder* menggunakan teknik optik untuk membaca perubahan gerakan. [13]. *Rotary encoder* akan dirangkai dengan komponen pendukung lainnya seperti gambar 2.



Keterangan kabel: Oranye +12;Merah +5;Hitam ground;Kuning input;Biru output

Gambar 2. Desain Alat Spin coating

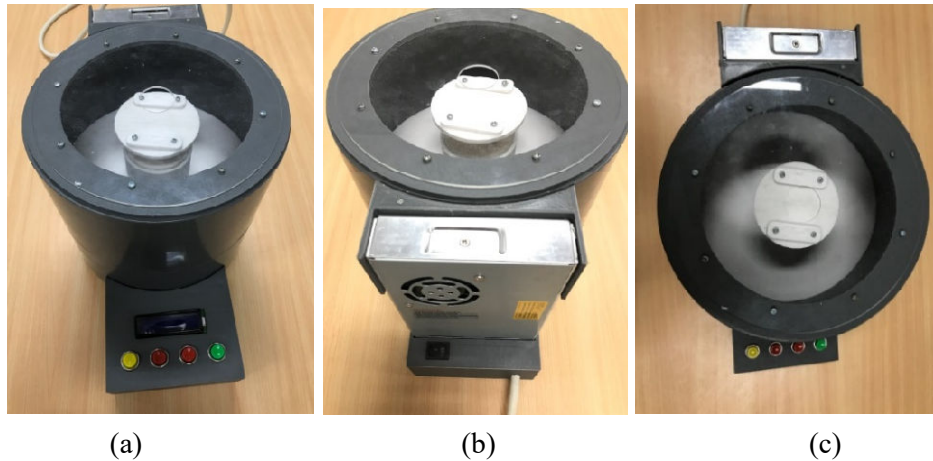
Rotary encoder akan menyatu dengan dinamo. Sehingga gerakan dinamo terdeteksi oleh *rotary encoder*. Akuisi data dari *Rotary Encoder* dilakukan oleh mikrokontroler kemudian dikonversi menjadi RPM. Adapun proses akuisisi data dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Proses Akuisisi Data

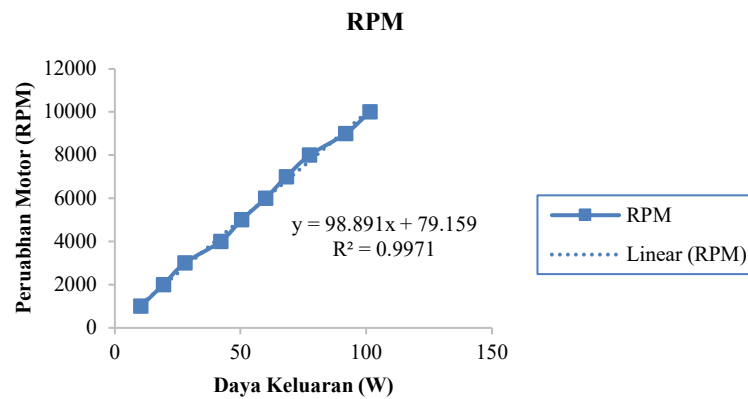
3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Telah dilakukan desain dan perancangan alat *spin coating*. Desain alat disesuaikan berdasarkan tujuan alat untuk mempermudah pengguna sesuai fungsinya. Adapun desain alat dan perancangan alat ditunjukkan gambar 4. Desain berupa *softfile* kemudian akan diterapkan menggunakan 3D print untuk menghasilkan bentuk dan kekuatan yang di inginkan. Desain secara garis besar terbagi menjadi 3 bagian yaitu: bagian *interface*, bagian motor, dan bagian kelistrikan. Perakitan 3 bagian yang sudah di desain menjadi satu kesatuan. Spesifikasi alat akan diketahui setelah perakitan dilakukan. Gambar 4. Menunjukkan alat *spin coating* yang sudah dirakit.



Gambar 4. Alat *Spin coating* (a) tampak depan, (b) tampak belakang, dan (c) tampak atas

Tahapan berikutnya yaitu kalibrasi alat. Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui akurasi dan presisi alat. Sensor *rotary encoder* merupakan sensor utama pada alat. Kalibrasi sensor terhadap perubahan besaran arus terhadap nilai RPM ditunjukkan gambar 5.



Gambar 5. Linieritas Daya *Rotary Encoder* terhadap perubahan RPM

Didapatkan linieritas perubahan daya *rotary encoder* terhadap nilai RPM motor sebesar 99,71%. Hal ini menandakan adanya korelasi yang cepat antara perubahan daya terhadap luaran nilai RPM. Perubahan daya *rotary encoder* terhadap nilai RPM didapatkan persamaan

$$Y = 98,891x + 79,159 \dots\dots\dots(1)$$

Dengan memasukkan $x = 1$ ke dalam persamaan 1 diatas, maka diperoleh RPM minimum dari alat *spin coating* sebesar 178,05 RPM/W. Dengan nilai daya minimum sekian, spesifikasi minimal alat memiliki rentang 175 W untuk operasional dasar dan tertinggi bisa hingga 100 W.

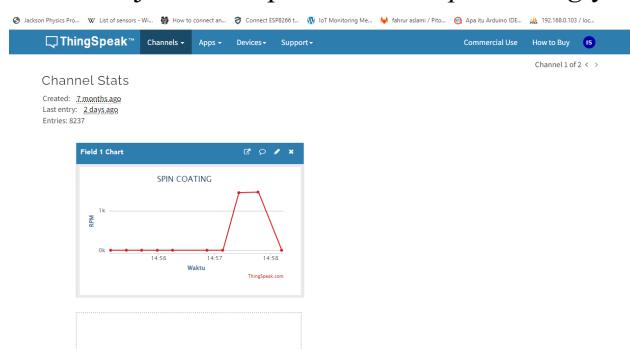
Tahapan selanjutnya setelah didapatkan nilai linieritas sensor dan spesifikasi awal alat, maka dirincikan kembali penggunaan alat *spin coating* berdasarkan offset RPM dengan cara mengukur setiap perubahan RPM dan mencatat rentang kerja dari setiap nilai RPM. Tabel 1 merupakan spesifikasi lanjutan alat *spin coating* berbasis IoT.

Tabel 1. Spesifikasi dan Offset Alat *spin coating*

Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)	RPM	Offset Min	Offset Max	Aktual
12,5	0,82	10,25	1000	50	100	950-1100
12,5	1,54	19,25	2000	100	200	1900-2200
12,5	2,22	27,75	3000	150	300	2850-3300
12,5	3,36	42,00	4000	200	400	3800-4400
12,5	4,03	50,375	5000	250	500	4750-5500
12,3	4,87	59,901	6000	300	600	5700-6600
12,3	5,54	68,142	7000	350	700	6650-7700
12,3	6,29	77,367	8000	400	800	7600-8800
12,2	7,52	91,744	9000	450	600	8550-9600
12,2	8,31	101,382	10000	500	-200	9500-9800

Spesifikasi alat semakin tinggi nilai RPM yang digunakan, semakin tinggi daya yang dibutuhkan. Nilai RPM yang tinggi akan berpengaruh terhadap offset pembacaan sensor. Semakin kecil nilai RPM, maka akan semakin kecil offset maksimal maupun minimalnya.

Tahapan yang dilakukan setelah didapatkan linieritas, inovasi selanjutnya yaitu penambahan IoT pada alat *spin coating*. Alat *spin coating* sebelumnya hanya bisa dimonitoring manual di dalam laboratorium. Tetapi karena adanya pandemi corona ini, aktivitas di dalam laboratorium terbatas. Alat *spin coating* diberikan akses pengiriman data pada *clouds*. Sehingga data pembacaan rpm dan koneksi dari alat bisa dipantau jarak jauh dari website maupun aplikasi *handphone*. Gambar 6 menunjukkan tampilan data alat *spin coating* yang dikirimkan pada server.



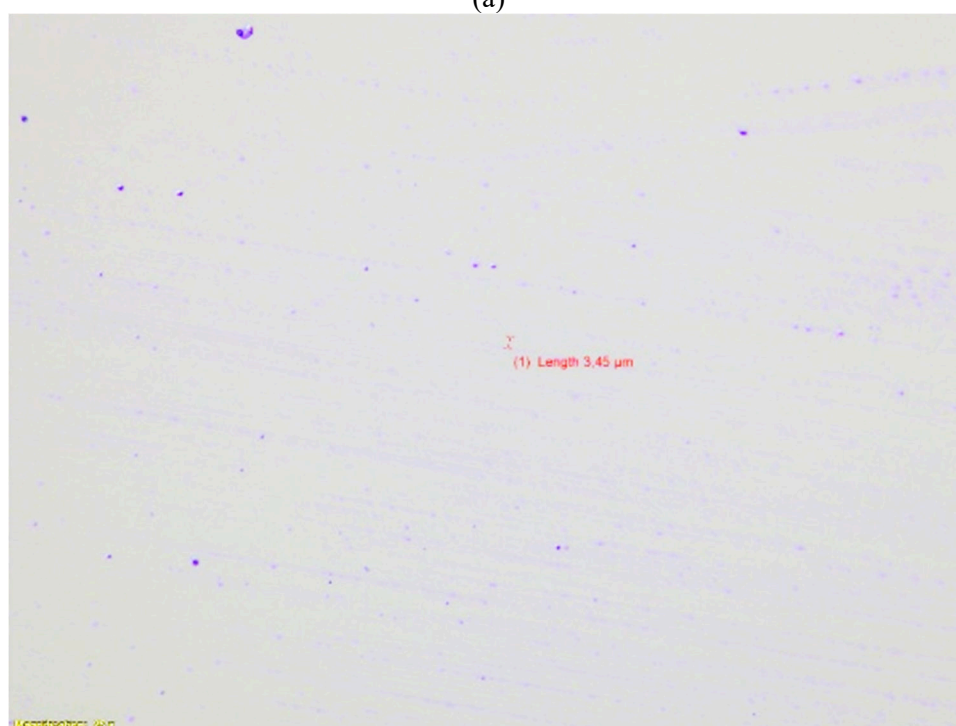
Gambar 6. *Clouds server alat spin coating*

Tahapan terakhir dari pembuatan alat *spin coating* berbasis IoT adalah validasi dan percobaan pada material uji. Dari hasil kalibrasi alat yang bagus, sehingga validasi dari validator dinyatakan layak digunakan. Selanjutnya setelah validasi ahli, percobaan pada material uji yaitu TiO_2 . TiO_2 kemudian di *spin* menggunakan alat *spin coating* berbasis IoT. Variasi percobaan yaitu 2000 RPM, 4000 RPM dan 6000 RPM. Didapatkan perbedaan permukaan TiO_2 setelah

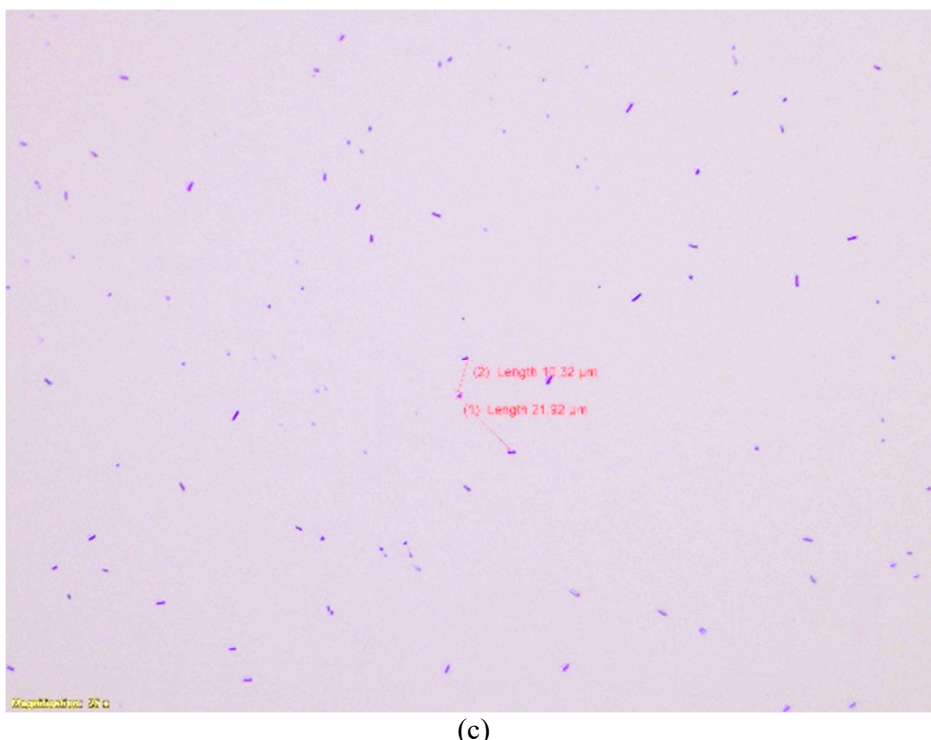
mengalami proses pemutaran dan kemudian dilihat menggunakan mikroskop optik pada gambar 7.



(a)



(b)



(c)
Gambar 7. Bahan TiO₂ (a) 2000 RPM (b) 4000 RPM (c) 6000 RPM

Hasil material uji setelah dilihat menggunakan mikroskop optik terdapat perbedaan dari segi susunan material dasar saat mengalami proses pemutaran. Semakin tinggi RPM yang digunakan, semakin tersebar material yang digunakan. Penggunaan nilai RPM minimum uji diatas 1000 RPM dikarenakan pembuatan lapisan tipis TiO₂ memiliki struktur yang bagus [14]. *Spin coating* merupakan cara termudah dan efisien membuat lapisan tipis [15].

4. Kesimpulan

Alat *spin coating* yang telah dibuat memiliki linieritas alat 99,71% akurat. Sehingga *real time* pengiriman data melalui IoT bisa presisi. Daya yang dibutuhkan alat berkisar 178,5 RPM/W. Berdasarkan kalibrasi yang didapatkan, validasi alat oleh ahli dinyatakan layak. Selanjutnya pengujian melalui material uji menggunakan alat *spin coating*. Didapatkan perbedaan dari segi permukaan dan pengamatan melalui mikroskop optik. Semakin tinggi nilai RPM, akan semakin rata permukaan material uji.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Universitas Negeri Surabaya yang telah memberikan pendanaan untuk penelitian ini melalui skema Penelitian Kompetitif LPPM tahun 2022.

Daftar Pustaka

- [1] Fatimaezzahra Benmarrakchi, Jamal El Kafi, and Ali Elhore, "Communication Technology for Users with specific learning disabilities," *The 12th International Conference on Future Networks and Communications*, vol. 110, pp. 258-265, 2017.
- [2] Deepika, Deepika Gupta, Vishnu Chauhan, Aman Mahajan, Rashi Gupta, S. Asad Ali, and Rajesh Kumar, "Influence of gamma radiation on optical, structural and surface morphological properties of WO₃ thin films grown by RF sputtering," *Radiation Physics and Chemistry*, vol. 202, pp. 110554, 2022.

- [3] Kaneva, N V, and C. D Dushkin. "Preparation of nanocrystalline thin films of ZnO by sol-gel dip coating." *Bulgarian Chemical Communications*, pp. 259-263, 2011.
- [4] Ayouchi, R., D. Leinen, F. Martin, M. Gabas, E. Dalchiele, and J.R Ramos- Barrad. "Preparation and characterization of transparent ZnO thin films obtained by spray pyrolysis." *Thin Solid Films*, pp. 68-77. 2003
- [5] Yao, B., D. Z Shen, D. D Zhang, X. H Wang, Z. P Wei, B. H Li, Y. M Lv, and X. W. Fan. "Effects of nitrogen doping and illumination on lattice constants and conductivity behavior of zinc oxide grown by magnetron sputtering." *Journal of Applied Physics*, 2006
- [6] Kumar, Balachandra K., and P. Raji. "Synthesis and Characterization of Nano Zinc Oxide By Sol Gel." *Recent Research in Science and Technology* 48-52. 2011
- [7] Bipanko Kumar Mondal, Md. Ferdous Rahman, & Jaker Hossain. "Unrevealing the nonlinear optical behaviors of indium selenide thin films prepared by spin coating method". *Result in Physics*. vol. 39, pp 105701, 2022.
- [8] Ahasan, Atif Syed, Michelle Lackovic, Adrienne Katner, and Christine Palermo. "Metal fume fever: a review of the literature and cases reported to the Louisiana Poison Control Center." *National Library of Medicine*, pp. 348-51, 2009.
- [9] Ilician, S., Y. Cagkar, and M Caglar. "Preparation and characterization of ZnO thin films." *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, pp. 2578-2583, 2008.
- [10] K. C. Ravikumar, Pandi Chiranjeevi, N. Manikanda Devarajan, and Charmandeep Kaur. "Challenges In Internet of Things Towards the Security Using Deep Learning Techniques". *Measurements Sensors*, vol 24, pp.100473, 2022.
- [11] Sugiyono." Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif dan R&D". ALFABETA: Bandung. 2010.
- [12] Lorenzo lafolla, Massimiliano Filipozzi, Sara Freund, Azhar Zam, Georg Rauter. "Proof of concept of a novel absolute rotary encoder". *Sensors and Actuators A: Physical*. vol. 312, pp. 112100, 2020.
- [13] Ali Abdyaseer Kadhun, Munther Mohammed Andulhussein. "Implementation dc motor as servomotor by using arduino and optical rotary encoder". *Materials Today: Proceedings*, 2021.
- [14] V.T. Lukong, K., Ukoba, K.O Yoro, T.C. Jen. "Annealing temperature variation and its influence on the self-cleaning properties of TiO₂ thin films". *Heliyon*, vol. 8, 2022.
- [15] V.T. Lukong, R.T. Mouchou, G.C. Enebe, K, Ukoba, T.C. Jen. "Deposition and characterization of self-cleaning TiO₂ thin films for photovoltaic application". *Heliyon*. vol.62, pp. S63-S72, 2022.