

**DOKUMEN CD-1**



**Prototipe *Screen-Printed Carbon Electrode* Dengan Modifikasi  
Material Nanokomposit ZnO/PVA untuk Mendeteksi *Cadmium*  
Pada Sampel Cairan**

Oleh :

**Theresia Deviyana Gunawan/1104194034  
Siti Ashila Farikha Mayundri/1104194026  
Mukhammad Fahlevi Ali Rafsanjani/1104194094**

**PRODI S1 TEKNIK FISIKA  
FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS TELKOM  
BANDUNG  
2023**

## Dokumentasi Produk Capstone Design

### Lembar Pengesahan Dokumen

Judul Capstone Design : Prototipe *Screen-Printed Carbon Electrode* Dengan Modifikasi Material Nanokomposit ZnO/PVA untuk Mendeteksi *Cadmium* Pada Sampel Cairan

Jenis Dokumen : Usulan Gagasan dan Pemilihan Topik

Nomor Dokumen : FTE-CD-1





Nomor Revisi : 5

Tanggal Pengesahan :

Fakultas : Fakultas Teknik Elektro

Program Studi : S1 Teknik Fisika

Jumlah Halaman : 21

Data Pemeriksaan dan Persetujuan			
Ditulis Oleh	Nama : Theresia Deviyana Gunawan	Jabatan : Mahasiswa	Tanda Tangan 
	NIM : 1104194034		
	Nama : Siti Ashila Farikha Mayundri	Jabatan : Mahasiswa	Tanda Tangan 
	NIM : 1104194026		
	Nama : Mukhammad Fahlevi Ali Rafsanjani	Jabatan : Mahasiswa	Tanda Tangan 
	NIM : 1104194094		
Diperiksa Oleh	Nama : Dr. Ismudiati Puri Handayani, S.Si., M.Sc.	Jabatan : Penguji 1	Tanda Tangan
	Tanggal :		
	Nama : Dr. Edy Wibowo, S.Si., M.Sc.	Jabatan : Penguji 2	Tanda Tangan
	Tanggal :		
	Nama : Drs. Suwandi., M.Si	Jabatan	Tanda Tangan : Penguji 3
	Tanggal :		
Disetujui Oleh	Nama : Dr. Abrar Ismardi, M.Sc	Jabatan : Pembimbing 1	Tanda Tangan 
	Tanggal : 6 Januari 2023		
	Nama : Dr. Eng. Asep Suhendi, M.Si	Jabatan : Pembimbing 2	

	Tanggal : 9 Januari 2023	Tanda Tangan 
--	--------------------------	--

### Timeline Revisi Dokumen

Versi, Tanggal	Revisi	Perbaikan yang dilakukan	Halaman Revisi
1, 27 Oktober 2022	Masalah dipersempit lagi jangan terlalu luas, sehingga menimbulkan banyak parameter yang perlu di perhatikan	Merevisi bagian masalah dan latar belakang masalah, sehingga hanya terdapat masalah umum terkait lingkungan dan teknis terkait sensor	3,4
	Ditegaskan apakah judul CD ini penelitian atau tidak, jikalau penelitian silahkan dikaji lagi	Merevisi bagian judul menjadi lebih spesifik terkait apa yang akan dikerjakan	Cover
2, 2 November 2022	Diperhatikan lagi pada CD-1 sangat diusahakan jangan terlalu spesifik penjelasannya, dan juga gunakan Bahasa yang dapat dimengerti orang awam	Melakukan pembacaan ulang untuk memastikan tidak ada Bahasa yang ambigu dan membingungkan, terutama perihal data pada karakteristik produk	keseluruhan
3, 11 November 2022	Perhatikan bagian karakterisasi produk, penulisannya Nampak seperti produk yang akan dibuat, sebelumnya belum pernah ada penelitiannya sehingga terlihat tidak kredibel	Merevisi dan mengubah penjelasan dari karakteristik produk yang akan dibuat berdasarkan penelitian terdahulu	7
4, 27 Desember 2022	Perlu adanya harga komersil sebagai pembanding pada bagian aspek ekonomi	Menambahkan harga komersil pada bagian aspek ekonomi	9
5, 19 Januari 2023	Buat judul lebih spesifik terhadap logam berat apa dia mendeteksinya	Menambahkan kata Cadmium pada bagian judul	Keseluruhan

**DAFTAR ISI**

<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>1. Pengantar</b> .....	1
<b>1.1 Ringkasan Isi Dokumen</b> .....	1
<b>1.2 Tujuan Penulisan Dokumen</b> .....	3
<b>1.3 Referensi</b> .....	3
<b>1.4 Daftar Singkatan</b> .....	5
<b>2. Masalah</b> .....	5
<b>2.1. Latar Belakang Masalah</b> .....	6
<b>2.2. Informasi pendukung</b> .....	6
<b>2.3. Analisis Umum</b> .....	7
<b>2.4. Kebutuhan yang harus dipenuhi</b> .....	8
<b>2.5. Tujuan</b> .....	9
<b>3. Solusi Sistem yang Diusulkan</b> .....	9
<b>3.1. Karakteristik Produk</b> .....	9
<b>3.2. Skenario Penggunaan</b> .....	10
<b>4. Kesimpulan dan Ringkasan</b> .....	10
<b>5. Lampiran</b> .....	12

# 1. Pengantar

## 1.1 Ringkasan Isi Dokumen

Dalam penyusunan dokumen ini terdapat lima bab dimana mewakili setiap pembahasan mengenai “Prototipe *Screen-Printed Carbon Electrode* Dengan Modifikasi Material Nanokomposit ZnO/PVA Untuk Mendeteksi *Cadmium* Pada Sampel Cairan” seperti berikut:

- **Pengantar** : Pada bagian pengantar menjelaskan ringkasan dari isi dokumen CD-1, tujuan penulisan dokumen, referensi yang digunakan sebagai penunjang penulisan pada dokumen CD-1 untuk dapat sebagai pendukung dalam penulisan masalah, hingga pengusulan ide yang telah dilakukan penelitian sebelumnya, serta berisi daftar singkatan yang digunakan dalam penulisan dokumen CD-1.
- **Masalah** : Pada bagian ini menjelaskan bagian yang diangkat menjadi masalah yang mendasari pengusulan ide yang dilakukan, dalam hal ini masalah yang diangkat adalah terkait masalah air Sungai yang umumnya digunakan untuk aktivitas Masyarakat wajib memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan dalam peraturan kesehatan, tetapi dewasa ini air Sungai di Indonesia telah tercemar oleh polutan berbahaya salah satunya adalah logam berat. Salah satu logam berat yang mencemari perairan Sungai adalah kadmium dengan tingkat toksisitas yang paling tinggi jika dibandingkan dengan logam berat lainnya, oleh karena masalah tersebut maka diperlukannya alat pendeteksi logam berat yang dapat mendeteksi kehadiran logam berat dalam skala yang kecil, salah satunya adalah pendeteksi berbasis *screen-printed carbon electrode* yang dilakukan modifikasi menggunakan nanokomposit ZnO/PVA untuk dapat meningkatkan sensitivitas dalam pendeteksian logam berat.
- **Latar Belakang** : Logam berat merupakan polutan yang paling banyak ditemukan pada lingkungan perairan, peningkatannya pada lingkungan perairan disebabkan oleh aktivitas industry, pertanian, dan pertambangan disekitar lingkungan perairan tersebut. Salah satu logam berat yang mencemari lingkungan perairan adalah kadmium dengan menduduki posisi ke-7 dalam tingkat toksisitas tertinggi diantara logam berat yang ada di alam. Karena kehadiran logam berat ini pada lingkungan perairan terutama Sungai, hal ini menyebabkan air tersebut tidak lagi layak digunakan untuk beraktivitas oleh Masyarakat karena terdapat ancaman kesehatan yang berbahaya jika terakumulasi di dalam tubuh. Saat ini ketersediaan sensor untuk mendeteksi logam berat yang tersedia dikomersil cenderung memiliki harga yang cukup tinggi, oleh karena itu untuk mengefisiensikan biaya dalam pendeteksian logam berat dalam hal ini digunakan alat pendeteksi dengan basis *screen-printed electrode* dengan desain yang sederhana sehingga mudah untuk digunakan dan bersifat sekali pakai. Untuk mendukung kinerja dari SPE ini maka dilakukan modifikasi pada permukaan elektroda menggunakan nanokomposit ZnO/PVA karena sifat yang dimilikinya antara lain stabilitas kimia yang tinggi, sifat listrik dan mekanik yang baik, dan dapat bekerja secara optimal pada kondisi yang tidak *ambient*.

- **Informasi Pendukung :** Berisi hal terkait informasi pendukung yang mendukung permasalahan yang diangkat dalam hal ini kandungan logam berat kadmium yang telah ditetapkan oleh BSN (Badan Standar Nasional) yang diperbolehkan adalah 0.003 mg/l pada air mineral alami, sedangkan berdasarkan US EPA pada debit limbah industry jumlah maksimum yang diperbolehkan untuk kadmium adalah pada angka 0.005 mg/l. Selain itu sensor berbasis elektrokimia yang tersedia dikomersil memiliki cara pemakaian yang agak rumit karena perlunya melakukan penyesuaian pH pada pengukuran logam berat dengan menambahkan *reagent* agar pH berada pada 2.5.
- **Analisis Umum :** Pada bagian analisis umum, ide yang telah diusulkan untuk menjawab permasalahan dianalisis berdasarkan beberapa aspek yaitu ekonomi, manufakturabilitas, keberlanjutan, serta kesehatan dan lingkungan. Berdasarkan aspek ekonomi dengan kehadiran logam berat pada perairan memiliki dampak seperti mengganggu biota perairan, hal ini berdampak pada mata pencaharian Masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan, karena kehadiran logam berat pada perairan menyebabkan salah satunya kematian ikan-ikan, selain berdampak pada nelayan, logam berat juga dapat mengganggu metabolisme pada tumbuhan sehingga menyebabkan petani atau pengusaha budidaya dapat mengalami kerugian. Berdasarkan aspek manufakturabilitas prototipe SPE dengan menggunakan modifikasi nanokomposit ZnO/PVA memiliki kelebihan dengan tingkat fabrikasi yang cenderung mudah dilakukan serta tidak diperlukan banyak perangkat dalam pembuatannya, selain itu dengan melakukan penambahan material seperti *graphene* dan CNC dapat meningkatkan performansi dari metal oksida. Berdasarkan aspek keberlanjutan, jika meninjau keberlanjutan dari masalah yang diangkat hal ini menargetkan poin SDGs ke-6 dan ke-14 dengan adanya pemantauan kualitas air lebih lanjut menunjukkan penjagaan sistem untuk jangka panjang. Aspek kesehatan dan lingkungan kehadiran logam berat di lingkungan menjadikan lingkaran yang awalnya merupakan sumber kehidupan menjadi sumber racun bagi kehidupan yang menimbulkan ancaman kesehatan bagi makhluk hidup.
- **Solusi Sistem yang Diusulkan :** pada bagian solusi sistem hal yang dijelaskan adalah berupa karakteristik produk dan skenario penggunaan produk. Pada bagian karakteristik produk yang pertama adalah SPCE dengan material nanokomposit ZnO/PVA murni, secara umum karakteristik yang ditonjolkan disini adalah berfokus pada material yang digunakan dalam hal ini nanokomposit ZnO/PVA memiliki kelebihan penyerapan logam berat yang optimal yang didukung oleh mobilitas elektron  $\sim 3 \text{ cm}^2/\text{V.s}$ , selanjutnya dengan kehadiran ZnO sebagai *filler* menyebabkan kekuatan mekanik dari material meningkat dibarengi dengan kehadiran PVA sebagai matriks membuat material lebih tahan dan tidak mudah rusak, sedangkan untuk karakteristik produk dengan menggunakan doping material *graphene* dan CNC membuat penyerapan menjadi lebih tinggi karena dengan adanya kehadiran material doping dapat meningkatkan luas area serapan, peningkatan kekuatan mekanik, dan kerapatan muatan negatif yang tinggi. Kemudian skenario penggunaan dari kedua jenis produk pada dasarnya memiliki kesamaan yaitu dengan melakukan pentesan sampel larutan kadmium pada volume 60  $\mu\text{l}$ , kemudian SPCE yang telah dihubungkan dengan potensiostat menggunakan adaptor *type-B* hasil dari pengukuran akan ditampilkan melalui komputer pengguna berupa respon tegangan

terhadap arus.

- **Kesimpulan dan Ringkasan** : pada pengusulan topik “Prototipe Screen-Printed Carbon Electrode Dengan Modifikasi Material Nanokomposit ZnO/PVA Untuk Mendeteksi Cadmium Pada Sampel Cairan” didasarkan pada masalah yang ditimbulkan oleh kehadiran logam berat pada lingkungan perairan, dengan menggunakan SPCE yang telah dimodifikasi oleh nanokomposit ZnO/PVA diharapkan dapat menjadi solusi yang baik dalam melakukan pendeteksian terhadap logam berat pada sampel cairan.
- **Lampiran** : berisi terkait data diri dari tim penulis dokumen *capstone design*.

## 1.2 Tujuan Penulisan Dokumen

Penulisan dokumen “Prototipe *Screen-Printed Carbon Electrode* Dengan Modifikasi Material Nanokomposit ZnO/PVA Untuk Mendeteksi *Cadmium* Pada Sampel Cairan” dibuat sebagai Dokumen 1 *Capstone Design* sebagai pemenuhan syarat untuk proposal tugas akhir dengan tujuan berikut :

1. Menjelaskan permasalahan pencemaran logam berat yang telah menjadi ancaman bagi makhluk hidup.
2. Menjelaskan prototipe yang kompatibel dalam pendeteksian logam berat pada skala yang kecil terkhusus terhadap logam berat kadmium.
3. Merancang ide dan menjelaskan karakteristik serta skenario penggunaan dari prototipe SPCE yang akan dibuat.

## 1.3 Referensi

- [1] M. Jaishankar, T. Tseten, N. Anbalagan, B. B. Mathew, and K. N. Beeregowda, “Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals,” *Interdisciplinary Toxicology*, vol. 7, no. 2. Slovak Toxicology Society, pp. 60–72, Jun. 01, 2014. doi: 10.2478/intox-2014-0009.
- [2] “PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA.”
- [3] E. Wardhani, “IDENTIFIKASI PENCEMARAN LOGAM BERAT RAKSA DI SUNGAI CITARUM HULU JAWA BARAT,” 2009.
- [4] Mutia Oktarina Permai Yenny, Arief Hartono, Syaiful Anwar, and Yumei Kang, “Assessment of heavy metals pollution in sediment of Citarum River, Indonesia,” *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, vol. 10, no. 4, pp. 584–593, Dec. 2020, doi: 10.29244/jpsl.10.4.584-593.
- [5] J. Baranwal, B. Barse, G. Gatto, G. Broncova, and A. Kumar, “Electrochemical Sensors and Their Applications: A Review,” *Chemosensors*, vol. 10, no. 9. MDPI, Sep. 01, 2022. doi: 10.3390/chemosensors10090363.
- [6] N. H. Al-Mutairi, A. Hussain Mehdi, and J. Kadhim, “NANOCOMPOSITES MATERIALS DEFINITIONS, TYPES AND SOME OF THEIR APPLICATIONS: A REVIEW,” *European Journal of Research Development and Sustainability*, [Online]. Available: <https://www.scholarzest.com>
- [7] V. Dhiman and N. Kondal, “ZnO Nanoadsorbents: A potent material for removal of heavy metal ions from wastewater,” *Colloids and Interface Science Communications*, vol. 41. Elsevier B.V., Mar. 01, 2021. doi: 10.1016/j.colcom.2021.100380.

- [8] A. P. Sari and J. Nurdiana, "PEMANTAUAN pH, KEKERUHAN DAN SISA CHLOR AIR PRODUKSI DI LABORATORIUM MINI IPA CENDANA PDAM TIRTA KENCANA KOTA SAMARINDA KALIMANTAN TIMUR."
- [9] J. Barton *et al.*, "Screen-printed electrodes for environmental monitoring of heavy metal ions: a review," *Microchimica Acta*, vol. 183, no. 2. Springer-Verlag Wien, pp. 503–517, Feb. 01, 2016. doi: 10.1007/s00604-015-1651-0.
- [10] S. A. Khan *et al.*, "Performance investigation of ZnO/PVA nanocomposite film for organic solar cell," in *Materials Today: Proceedings*, 2021, vol. 47, pp. 2615–2621. doi: 10.1016/j.matpr.2021.05.197.
- [11] Badan Standarisasi Nasional, "Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan."
- [12] A. I. A. Sherlala, A. A. A. Raman, M. M. Bello, and A. Asghar, "A review of the applications of organo-functionalized magnetic graphene oxide nanocomposites for heavy metal adsorption," *Chemosphere*, vol. 193. Elsevier Ltd, pp. 1004–1017, Feb. 01, 2018. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.11.093.
- [13] "Heavy metal analysis of river water using the ItalSens HM1 sensor," 2014. [Online]. Available: [www.palmsens.com](http://www.palmsens.com)
- [14] M. Azizah dan Mamay Maslahat, "Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Merkuri (Hg) di dalam Tubuh Ikan Wader (*Barbodes binotatus*) dan Air Sungai Cikaniki, Kabupaten Bogor," 2021.
- [15] S. Balai, B. Penelitian, D. Pengembangan, and P. Pertanian, "BAHAYA KONTAMINASI LOGAM BERAT DALAM SAYURAN DAN ALTERNATIF PENCEGAHAN CEMARANNYA."
- [16] N. H. Abdullah *et al.*, "Effect of cellulose nanocrystals (CNC) on thermal properties of polyvinyl alcohol (PVA)/CNC biocomposites," in *AIP Conference Proceedings*, Jun. 2022, vol. 2454. doi: 10.1063/5.0078572.
- [17] A. A. Chand, P. P. Lal, K. A. Prasad, and K. A. Mamun, "Practice, benefits, and impact of personal protective equipment (PPE) during COVID-19 pandemic: Envisioning the UN sustainable development goals (SDGs) through the lens of clean water sanitation, life below water, and life on land in Fiji," *Annals of Medicine and Surgery*, vol. 70, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.amsu.2021.102763.
- [18] D. Y. Pratiwi, "DAMPAK PENCEMARAN LOGAM BERAT (TIMBAL, TEMBAGA, MERKURI, KADMIUM, KROM) TERHADAP ORGANISME PERAIRAN DAN KESEHATAN MANUSIA," 2020.
- [19] F. Azaman *et al.*, "Heavy metal in fish: Analysis and human health-a review," *Jurnal Teknologi*, vol. 77, no. 1. Penerbit UTM Press, pp. 61–69, Nov. 01, 2015. doi: 10.11113/jt.v77.4182.
- [20] A. Thi Le, S.-Y. Pung, S. Sreekantan, A. Matsuda, D. Phu Huynh, and D. Phu Huynh Mechanisms, "Mechanisms of removal of heavy metal ions by ZnO particles," *Heliyon*, vol. 5, p. 1440, 2019, doi: 10.1016/j.heliyon.2019.
- [21] S. Oh, T. H. Lee, M. S. Chae, J. H. Park, and T. G. Kim, "Performance improvements of ZnO thin film transistors with reduced graphene oxide-embedded channel layers," *J Alloys Compd*, vol. 777, pp. 1367–1374, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.jallcom.2018.11.004.
- [22] S. A. Khan *et al.*, "Performance investigation of ZnO/PVA nanocomposite film for organic solar cell," in *Materials Today: Proceedings*, 2021, vol. 47, pp. 2615–2621. doi: 10.1016/j.matpr.2021.05.197.
- [23] X. Liu *et al.*, "Graphene oxide-based materials for efficient removal of heavy metal ions from aqueous solution: A review," *Environmental Pollution*, vol. 252. Elsevier Ltd, pp. 62–73, Sep. 01, 2019. doi: 10.1016/j.envpol.2019.05.050.



- [24] W. Peng, H. Li, Y. Liu, and S. Song, "A review on heavy metal ions adsorption from water by graphene oxide and its composites," *Journal of Molecular Liquids*, vol. 230. Elsevier B.V., pp. 496–504, Mar. 01, 2017. doi: 10.1016/j.molliq.2017.01.064.
- [25] N. H. Abdullah *et al.*, "Effect of cellulose nanocrystals (CNC) on thermal properties of polyvinyl alcohol (PVA)/CNC biocomposites," in *AIP Conference Proceedings*, Jun. 2022, vol. 2454. doi: 10.1063/5.0078572.

#### 1.4 Daftar Singkatan

Singkatan	Arti
BSN	Badan Standar Nasional
CNC	<i>Cellulose Nanocrystal</i>
SDGs	<i>Sustainable Development Goals</i>
PVA	<i>Polyvinyl Alcohol</i>
Hg	Merkuri
Pb	Timbal
Cd	Kadmium
AAS	<i>atomic absorption spectroscopy</i>
ICP-MS	<i>inductively coupled plasma mass spectrometry</i>
ICP-AES	<i>inductively coupled plasma atomic emission spectrometry</i>
SPCE	<i>Screen-Printed Carbon Electrode</i>

## 2. Masalah

Air sungai yang layak digunakan untuk aktivitas masyarakat merupakan air sungai yang telah memenuhi standar baku mutu kesehatan lingkungan. Saat ini sungai di Indonesia telah banyak yang tercemar oleh polutan berbahaya, salah satunya adalah logam berat. Cadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat dengan tingkat toksisitas yang paling tinggi dibandingkan dengan logam berat lainnya [1]. Menurut standar baku mutu kesehatan lingkungan, parameter kimia media air untuk keperluan higiene sanitasi, kandungan maksimum Cd yaitu 0.005 mg/l [2]. Sedangkan sebaran logam berat cadmium di salah satu sungai seperti Citarum yaitu 0.464 mg/l [3], [4]. Berdasarkan data tersebut maka Sungai Citarum dapat disimpulkan sudah tidak layak guna karena tidak memenuhi standar baku mutu kesehatan lingkungan. Selain itu, ion cadmium juga dianggap memiliki kelarutan yang lebih besar daripada logam berat lainnya, dimana hal ini tentunya akan menjadi ancaman besar bagi biosistem. Oleh karena itu, dengan diketahuinya tingkat kerusakan yang akan ditimbulkan oleh cadmium maka menjadi keharusan untuk mendeteksi keberadaan Cd (II) dalam air.

Berdasarkan kasus yang telah dipaparkan, kehadiran alat pendeteksi yang mampu mendeteksi logam berat dalam skala kecil tentunya diperlukan. Salah satu bentuk alat pendeteksi yang dapat digunakan untuk pendeteksian logam berat yaitu pendeteksi berbasis *screen-printed carbon electrode* (SPCE). Dengan hadirnya SPCE dengan modifikasi material nanokomposit ZnO/PVA dapat digunakan untuk meningkatkan sensitifitas [5] selain itu, karena memiliki prospek elektronik berbiaya rendah sehingga dapat diterapkan juga dalam pengaplikasian *flexible sensor* [6].

## 2.1. Latar Belakang Masalah

Logam berat merupakan polutan yang paling banyak ditemukan pada lingkungan perairan. Logam berat pada lingkungan perairan meningkat seiring dengan meningkatnya aktivitas industri, pertanian, dan pertambangan di sekitar lingkungan perairan seperti sungai. Cadmium juga sering dikatakan polutan yang berbahaya karena berasal dari perpaduan metalurgi, pertambangan yang mana berdampak buruk bagi lingkungan. Meskipun dalam konsentrasi yang kecil logam berat sudah dapat menjadi ancaman bagi makhluk hidup terutama dalam hal kesehatan. Salah satu keberadaan logam berat berbahaya yaitu Cadmium (Cd). Logam Cadmium (Cd) menduduki posisi ketujuh dalam tingkat toksisitas tertinggi diantara logam berat yang ada di alam, dengan sumber yang sama seperti logam timbal, logam Cd dapat menyebabkan beberapa efek penyakit seperti kanker, bronkiolitis, emfisema, fibrosis, dan kerusakan tulang [7].

Saat ini kondisi air yang berada di lingkungan masyarakat dapat dikatakan tidak memenuhi standar baku mutu kesehatan lingkungan, hal ini disebabkan oleh jumlah akumulatif logam berat yang telah melebihi standar, sehingga dapat berbahaya jika kandungan logam berat terakumulasi masuk ke dalam tubuh makhluk hidup. Air yang baik dan dapat digunakan untuk aktivitas sehari-hari yaitu tidak berasa dan tidak berbau [8]. Akan tetapi faktanya salah satu lingkungan perairan seperti Sungai Citarum yang sering kali digunakan untuk aktivitas masyarakat sudah tidak lagi memenuhi standar baku mutu kesehatan lingkungan yang disebabkan oleh tingginya kandungan logam berat salah satunya yaitu logam berat cadmium.

Mayoritas sensor pendeteksi logam berat yang ada saat ini pun memiliki harga yang terbilang relatif tinggi. Beberapa metode yang dilakukan untuk mendeteksi logam berat seperti spektrometri yaitu *atomic absorption spectroscopy* (AAS), *inductively coupled plasma mass spectrometry* (ICP-MS), *UV-Vis spectroscopy X-ray fluorescence spectroscopy* (XFS) dan *inductively coupled plasma atomic emission spectrometry* (ICP-AES) memerlukan waktu yang lebih lama, serta biaya operasi dan instrumentasi yang tinggi. Meninjau hal tersebut, modifikasi terhadap metode pendeteksian logam berat saat ini mulai banyak dilakukan. Salah satu metode yang kini digunakan yaitu dengan sensor berbasis *Screen Printed Electrode* (SPE). Metode pengukuran yang dilakukan dengan menerapkan prinsip elektrokimia dengan menggunakan *voltammetry*, dimana pengukuran dilakukan dengan menerapkan *set up* tiga elektroda yaitu *reference electrode* (RE), *working electrode* (WE), dan *counter electrode* (CE). SPE memberikan solusi kemudahan pengaplikasian pengujian sampel yang lebih efektif. Dengan bentuk yang kecil dan fleksibel memungkinkan untuk dibawa serta memiliki biaya fabrikasi yang rendah menjadikan metode ini lebih baik dari segi manufakturabilitas dan ekonomi. Dengan basis penggunaan sekali pakai (*single-use disposable*), metode pendeteksian ini dapat mengurangi masalah kontaminasi atau *biofouling* serta mengurangi biaya operasional seperti perbaikan sensor [9]. Selain itu, mengingat keberadaan logam berat dengan konsentrasi kecil pun dapat membahayakan maka SPCE menjadi solusi yang tepat untuk mendeteksi keberadaan logam berat dalam skala yang lebih kecil. Kemudian penggunaan nanokomposit ZnO/PVA dalam pembuatan prototipe SPCE dikarenakan nanokomposit ZnO/PVA memiliki kelebihan seperti stabilitas kimia yang tinggi, *biodegradable*, listrik, optik, kekuatan mekanik yang baik, energi band-gap yang lebar (3.7 eV), dan mobilitas elektron yang tinggi, selain itu nanokomposit ZnO/PVA tetap dapat bekerja dengan optimal meskipun pada kondisi yang tidak *ambient* [10]. Tentunya solusi ini juga akan memberikan kemudahan bagi masyarakat dan instansi pengelola air yang menetap pada daerah industri sebagai langkah pendeteksian yang sederhana dan eksekusi pengelolaan kandungan logam berat pada air.

## 2.2. Informasi pendukung

Menurut BSN (Badan Standar Nasional) keberadaan Hg dalam air mineral alami maupun dalam kemasan memiliki batas maksimum 0.001 mg/l, untuk Pb untuk air mineral alami 0.01 mg/l sedangkan untuk dalam kemasan sebesar 0.005 mg/l, dan untuk Cd berada pada batas maksimum 0.003 mg/l [11]. Debit limbah industry standar maksimum menurut US EPA Hg berada pada angka 0.002 mg/l, Pb berada pada angka 0.015 mg/l, dan Cd pada angka 0.005 mg/l [12]. Sensor berbasis elektrokimia ItalSens HM1 juga memiliki keterbatasan pada variasi pengukuran logam berat Cu, Pb, dan Cd, pemakaian yang agak rumit akan lebih cocok digunakan oleh asisten laboratorium, kemudian untuk melakukan pengukuran pH sampel perlu disesuaikan ke pH 2.5 dengan menambahkan HCL serta perlunya penambahan larutan pereaksi untuk dapat mendeteksi logam berat [13].

### 2.3. Analisis Umum

Dalam mengusungkan solusi terkait “Prototipe *Screen-Printed Carbon Electrode* Dengan Modifikasi Material Nanokomposit ZnO/PVA Untuk Mendeteksi *Cadmium* Pada Sampel Cairan” tentunya perlu memperhatikan beberapa aspek terkait seperti berikut:

#### 2.3.1. Aspek Ekonomi

Keberadaan logam berat di lingkungan perairan memiliki dampak yang cukup berpengaruh terhadap perekonomian, hal ini dikarenakan oleh logam berat yang dapat mengganggu biota perairan seperti ikan, sehingga bagi masyarakat yang bermata pencaharian utama sebagai nelayan akan sangat terdampak dengan kematian ikan-ikan di lingkungan perairan [14], selain itu dampak dari adanya logam berat seperti timbal walaupun berada pada konsentrasi yang rendah, hal ini dapat menyebabkan ketidakstabilan metabolisme pada tumbuhan sehingga menyebabkan petani atau para pengusaha budidaya tumbuhan akan mengalami kerugian [15].

Kemudian perangkat pendeteksi logam berat memiliki harga yang terbilang tinggi mulai dari harga EUR 190.00 dalam rupiah Rp 3.148.676 termasuk biaya pembuatan serta asuransi sensor tetapi belum termasuk biaya pengiriman dan pajak, berdasarkan hal tersebut akan sulit untuk dilakukan penyediaan yang cukup untuk dapat digunakan oleh masyarakat sehari-hari.

#### 2.3.2. Aspek Manufakturabilitas (*manufacturability*)

Prototipe sensor berbasis nanokomposit ZnO/PVA ini dibuat agar mampu memberikan efisiensi produksi secara ekonomis dan praktis. Hal tersebut dapat ditinjau berdasarkan material sensor yang memiliki modifikator berbasis nanokomposit. Nanokomposit memiliki kelebihan seperti lebih mudah untuk difabrikasi dengan tenaga SDM seperti mahasiswa dan laboran. Hal ini juga didukung dengan teknik fabrikasi yang tidak membutuhkan banyak perangkat untuk berperan dalam pembuatan prototipe sensornya. Selain itu, *graphene nanopowder* dan *Cellulose Nanocrystal* (CNC) yang berperan sebagai material tambahan dalam prototipe sensor berbasis nanokomposit ZnO/PVA ini memiliki kandungan oksigen yang tinggi serta afinitas yang tinggi terhadap logam berat, *Cellulose Nanocrystal* (CNC) juga membantu meningkatkan performansi *metal oxide*. Kemudian *Polyvinyl Alcohol* (PVA) yang memiliki stabilitas kimia yang tinggi dan mampu memberikan *mechanical*, *electrical*, dan *optical* karakteristik suatu bahan [16]. Selain itu, dengan keuntungan pembentukan low-cost sensor, produksi pun dapat dilakukan secara masal dengan biaya produksi yang tidak besar, serta hasil keluaran protipe sensor yang tidak sulit untuk digunakan oleh berbagai *stakeholder*.

### 2.3.3. *Aspek Keberlanjutan (sustainability)*

Meninjau keberlanjutan dari masalah yang diangkat, perlunya penanganan terhadap kualitas air dan ekosistem perairan menjadi salah satu tujuan *Sustainable Development Goals (SDGs)* pada tujuan ke-6 yaitu *Clean Water and Sanitation* dan tujuan ke-14 yaitu *Life Below Water*. Dengan adanya pemantauan kualitas dan keadaan air, menunjukkan penjagaan sistem secara berkelanjutan untuk jangka panjang. Karena kualitas air menjadi masalah yang perlu diperhatikan mengingat air merupakan kebutuhan paling mendasar untuk kelangsungan makhluk hidup [17]. Jika air yang digunakan memiliki kualitas yang buruk, hal ini tentunya akan berdampak secara langsung pada makhluk hidup. Hingga saat ini ketersediaan air bersih masih menjadi masalah yang belum sepenuhnya terpecahkan, hal ini juga didukung dengan air sungai disekitar pemukiman warga yang sudah tidak memenuhi standar baku mutu kesehatan lingkungan, sehingga menjadi air yang tidak layak pakai. Selanjutnya dengan adanya pemantauan terhadap kualitas dan mutu air juga dapat membantu menjaga kehidupan biota perairan menjadi lebih baik, sehingga biota air yang terkontaminasi oleh logam berat dapat di degradasi secara perlahan.

### 2.3.4. *Aspek kesehatan dan lingkungan*

Lingkungan menjadi tempat paling mudah untuk terkontaminasi oleh polutan berbahaya. Munculnya kandungan logam berat pada air seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) menjadi masalah utama dalam hal pencemaran air, karena ketiga logam berat tersebut merupakan logam berat dengan tingkat toksisitas paling tinggi ketimbang logam berat lainnya yang berada di alam. Dalam buku “Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat” oleh Palar (2008) menyatakan bahwa adanya keberadaan logam berat dalam ekosistem perairan pada konsentrasi tertentu dapat mengubah fungsi sumber kehidupan menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan [18]. Hal ini juga akan berdampak terhadap kepunahan dari suatu kelompok yang menyebabkan terputusnya rantai makanan hingga merusak ekosistem perairan [19]. Sehingga dengan tingginya konsentrasi logam berat tersebut dapat mengancam kehidupan perairan dan sekitarnya. Walaupun dalam konsentrasi yang rendah logam berat dapat menjadi ancaman utama kesehatan bagi makhluk hidup, contoh dari penyakit yang sering ditimbulkan oleh logam berat seperti kanker, penyakit ginjal, serta kerusakan organ lainnya. Sumber penumpukan logam berat di dalam tubuh dapat terjadi karena logam berat yang telah mengkontaminasi tumbuhan seperti padi dan tubuh ikan, sehingga dengan masyarakat mengkonsumsi nabati dan hewani yang telah terkontaminasi logam berat, artinya sama saja dengan menimbun logam berat di dalam tubuh.

## 2.4. **Kebutuhan yang harus dipenuhi**

Berdasarkan analisis masalah yang dibahas, diperlukan beberapa ketentuan untuk mengusung “Prototipe *Screen-Printed Carbon Electrode* Dengan Modifikasi Material Nanokomposit ZnO/PVA untuk Mendeteksi *Cadmium* Pada Sampel Cairan” sebagai berikut:

- Membuat prototipe *screen-printed carbon electrode* berdimensi (10 x 30 mm) dengan ketebalan (1 mm).
- Membuat prototipe *screen-printed carbon electrode* yang mampu mendeteksi logam berat *cadmium* pada sampel cairan.

## 2.5. Tujuan

Berdasarkan kebutuhan yang harus dipenuhi, dirumuskan tujuan sebagai berikut:

- Membuat prototipe *screen printed carbon electrode* dengan modifikator nanokomposit ZnO/PVA (*pristine*) dan nanokomposit ZnO/PVA dengan material doping.
- Membuat prototipe *screen-printed carbon electrode* yang mampu mendeteksi logam berat *cadmium* pada sampel cairan.

## 3. Solusi Sistem yang Diusulkan

Berdasarkan analisis umum dan tujuan yang telah dirumuskan, maka berikut merupakan karakteristik produk sebagai solusi yang diusulkan beserta skenario penggunaan dari solusi yang diusulkan.

### 3.1. Karakteristik Produk

#### 3.1.1. Produk A: Prototipe Screen-Printed Carbon Electrode Berbasis nanokomposit ZnO/PVA tanpa Doping Material

Karakteristik prototipe sensor berbasis nanokomposit ZnO/PVA tanpa doping material memiliki fitur utama yaitu dapat mendeteksi logam berat pada sampel cairan dengan mekanisme nanokomposit ZnO/PVA berikatan bersama ion positif dari logam berat kadmium. Karena nanokomposit ZnO/PVA memiliki sifat kelistrikan yang dapat menarik muatan positif pada logam berat dan logam tersebut mengendap bersama partikel dari nanokomposit ZnO/PVA [20]. Kemudian nanokomposit ZnO/PVA memiliki mobilitas elektron sebesar  $\sim 3 \text{ cm}^2/\text{V.s}$  sehingga penyerapan lebih optimal [21], [21]. Nilai tambah dari prototipe sensor berbasis nanokomposit ZnO/PVA adalah dengan adanya penambahan ZnO ke dalam polimer PVA sebagai *filler* menyebabkan adanya peningkatan kekuatan mekanik, hal tersebut membuat prototipe sensor berbasis nanokomposit ZnO/PVA lebih kuat dan tahan walaupun berada pada kondisi yang tidak stabil sekalipun yang disebabkan oleh sifat dari PVA yang memiliki kestabilan kimia yang tinggi serta stabil di lingkungan [22]. Keunggulan lainnya yang diharapkan dari prototipe sensor berbasis nanokomposit ZnO/PVA tanpa doping material ini adalah mudah digunakan oleh berbagai *stakeholder* terutama masyarakat awam, hal ini dikarenakan penggunaan prototipe SPCE ini hanya perlu dilakukan penetesan sampel cairan dalam skala yang sedikit saja untuk diuji tanpa perlu menggunakan *reagent* untuk mereaksikan bahan yang ingin diukur, selain itu memiliki harga yang lebih terjangkau ketimbang yang terdapat pada komersil saat ini karena dimensinya yang lebih kecil serta fabrikasi yang tidak begitu rumit.

#### 3.1.2. Produk B: Prototype Screen-Printed Carbon Electrode Berbasis Nanokomposit ZnO/PVA dengan Doping Material

Karakteristik prototipe sensor berbasis ZnO/PVA dengan *doping* material berupa *graphene nanopowder* dan *cellulose nanocrystal* (CNC) memiliki fitur utama sekaligus nilai tambah yaitu dapat mendeteksi logam berat pada sampel cairan lebih optimal, hal ini dikarenakan kelompok fungsional oksigen pada *graphene* membuat *graphene* memiliki sifat hidrofilik dan memiliki kerapatan muatan negatif yang tinggi [23], [24] serta dengan penambahan CNC sekaligus meningkatkan kekuatan mekanik dari prototipe sensor [25]. Keunggulan yang diharapkan dari prototipe sensor berbasis nanokomposit ZnO/PVA dengan *doping material* adalah memiliki harga yang terjangkau tetapi memiliki kinerja yang sangat baik dengan kombinasi ZnO, dimana kedua *metal oxide* ini umum digunakan untuk melakukan

*removal heavy metal* pada sampel cairan, selain itu memiliki kualitas kekuatan mekanik yang lebih tinggi dengan melakukan penambahan CNC pada nanokomposit ZnO/PVA.

### 3.2. Skenario Penggunaan

#### 3.2.1. *Produk A: Prototipe Screen-Printed Carbon Electrode Berbasis ZnO/PVA tanpa Doping Material*

Stakeholder yang akan terlibat dalam penggunaan prototipe SPCE dalam waktu dekat ini merupakan tim laboratorium atau asisten laboratorium yang memiliki kualifikasi pemahaman terhadap penggunaan SPCE serta modifikasi material, hal ini dikarenakan saat ini pengembangan masih dalam tahap awal, sehingga belum dapat digunakan langsung oleh Masyarakat secara menyeluruh meskipun target akhirnya adalah Masyarakat terutama dengan area rumah yang rawan dengan cemaran logam berat. Skenario penggunaan dari prototipe SPCE adalah pertama SPCE yang telah dibuat nantinya akan memiliki output SPCE tanpa modifikasi material apapun hanya menggunakan material dasar elektroda dari pasta karbon, selanjutnya setelah SPCE berhasil dicetak akan dilakukan modifikasi material nanokomposit ZnO/PVA dengan teknik *drop-casting* pada bagian *working electrode*, setelah material modifikasi mengering dan melekat pada elektroda selanjutnya sampel air yang mengandung kadmium akan diteteskan sebanyak 60  $\mu\text{l}$  pada bagian tengah SPCE, kemudian SPCE akan dihubungkan adaptor yang terhubung ke potensiostat untuk dilakukan pengukuran yang hasilnya akan ditampilkan melalui komputer.

#### 3.2.2. *Produk B: Prototipe Screen-Printed Carbon Electrode Berbasis ZnO/PVA dengan Doping Material*

Stakeholder yang akan terlibat dalam penggunaan prototipe SPCE dalam waktu dekat ini merupakan tim laboratorium atau asisten laboratorium yang memiliki kualifikasi pemahaman terhadap penggunaan SPCE serta modifikasi material, hal ini dikarenakan saat ini pengembangan masih dalam tahap awal, sehingga belum dapat digunakan langsung oleh Masyarakat secara menyeluruh meskipun target akhirnya adalah Masyarakat terutama dengan area rumah yang rawan dengan cemaran logam berat. Skenario penggunaan dari prototipe SPCE adalah pertama SPCE yang telah dibuat nantinya akan memiliki output SPCE tanpa modifikasi material apapun hanya menggunakan material dasar elektroda dari pasta karbon, selanjutnya setelah SPCE berhasil dicetak akan dilakukan modifikasi material nanokomposit ZnO/PVA/GN dan ZnO/PVA/CNC dengan teknik *drop-casting* pada bagian *working electrode*, setelah material modifikasi mengering dan melekat pada elektroda selanjutnya sampel air yang mengandung kadmium akan diteteskan sebanyak 60  $\mu\text{l}$  pada bagian tengah SPCE, kemudian SPCE akan dihubungkan adaptor yang terhubung ke potensiostat untuk dilakukan pengukuran yang hasilnya akan ditampilkan melalui komputer.

## 4. Kesimpulan dan Ringkasan

Pengusulan topik dengan judul “Prototipe *Screen-Printed Carbon Electrode* Dengan Modifikasi Material Nanokomposit ZnO/PVA Untuk Mendeteksi *Cadmium* Pada Sampel Cairan” ini didasarkan oleh masalah tersebarnya polutan berupa logam berat pada air yang telah melebihi batas ambang minimum yang diperbolehkan serta penggunaan alat pendeteksi yang cukup sulit untuk penyesuaian kondisinya.

Kemudian modifikasi material SPCE menggunakan nanokomposit ZnO/PVA yang memiliki kelebihan dari segi kekuatan mekanik, sifat listrik, sifat optik, energi band gap

(3.7 eV), dan memiliki mobilitas elektron yang tinggi. Hal ini merupakan komponen yang penting agar material nanokomposit yang digunakan sebagai material sensor dapat menarik logam berat pada sampel cairan serta dapat mendeteksi logam berat lebih sensitif.

## 5. Lampiran

### Curriculum Vitae 1

#### PERSONAL INFORMATION

Full Name : Theresia Deviyana Gunawan  
 Gender : Perempuan  
 Birth Place and Date : Bekasi, 09 November 2001  
 Nationality : Indonesia  
 Religion : Kristen Protestan  
 Phone Number : 0851 5676 0530  
 Email : devtheresia4@gmail.com



#### ACADEMIC STATUS

University: Universitas Telkom  
 Major : S1 Teknik Fisika  
 Semester : 7

#### EDUCATION

Institutions	City and Province	Year
SMAN 1	Subang, Jawa Barat	July 2016 – June 2019
Universitas Telkom	Bandung, West Java	August 2019 - present

#### PERSONAL ACHIEVEMENTS

Awards	Year	Description
Top 10 Group Start Up Academy COMPFEST 14	2022	COMPFEST 14 Start Up Academy merupakan bootcamp inkubasi yang diselenggarakan oleh Universitas Indonesia
Top 100 Social Project INNOVILLAGE	2020	Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan di Desa Citeureup Bandung

#### SUPPORTING ACTIVITIES AND TRAININGS

Activities and Trainings	Period	Place
Digital Leadership Through Coding	September - Desember 2020	Bandung
IMV Basic Artificial Intelligence Training	Oktober 2020	Telkom University
Workshop Product Management Revou	Oktober 2022	Bandung

#### ORGANIZATIONAL EXPERIENCE

Organizations	Title	Period	Descriptions
KOMUTATOR	Head of Media Creative Department	2020 - 2021	Komunitas tutor prodi Teknik Fisika
ALIVE	Head of Graphic Designer	2021 - 2022	Kepanitiaan retreat keagamaan tahunan



**WORKING EXPERIENCE**

Work	Year	Description
Koordinator asisten Laboratorium Fisika Komputasi	2022	Koordinator penyelenggara praktikum pengolahan sinyal prodi Teknik Fisika
Senior committee Assistant laboratorium Dasar Komputer	2021	Memantau pembuatan soal dan ToT untuk asisten laboratorium dasar komputer

**SKILLS AND HOBBIES**

Language Skills : Indonesian (Native), English (Intermediate)  
 Computer Skills : C, Python, HTML & CSS, Microsoft Office, Google Analytics  
 Hobbies and interests : Social and science research, management product development  
 Others : Interested in doing field project or research in psychology.

## Curriculum Vitae 2

**PERSONAL INFORMATION**

Full Name : Siti Ashila Farikha Mayundri  
 Gender : Perempuan  
 Birth Place and Date : Tanjungpandan, 16 Januari 2002  
 Nationality : Indonesia  
 Religion : Islam  
 Phone Number : 0821 7617 1422  
 Email : ashilaqihdit@gmail.com

**ACADEMIC STATUS**

University: Universitas Telkom  
 Major : S1 Teknik Fisika  
 Semester : 7

**EDUCATION**

Institutions	City and Province	Year
SMAN 1 TanjungPandan	Tanjungpandan, Kep. Bangka Belitung	July 2016 – June 2019
Universitas Telkom	Bandung, West Java	August 2019 - present

**PERSONAL ACHIEVEMENTS**

Awards	Year	Description
TOP 100 Cerita Pendek Nasional dengan tema Rindu	2020	Menulis cerita pendek yang diadakan oleh Catatan Pena Nasional
TOP 100 Cerita Pendek Nasional dengan tema Kecewa	2021	Menulis cerita pendek yang diadakan oleh Catatan Pena Nasional
Best Paper International Movement 2021	2021	Membuat paper dalam perlombaan International Movement, Turkey

**SUPPORTING ACTIVITIES AND TRAININGS**

Activities and Trainings	Period	Place
Studi Independen Artificial Intelligence – MSIB	Agustus 2022-Desember 2022	Synthesis Academy (Online)

**ORGANIZATIONAL EXPERIENCE**

Organizations	Title	Period	Descriptions
Divisi Sumber Daya Manusia di Laboratorium Fisika Dasar	Wakil Koordinator	Agustus 2020- Maret 2022	Mengatur kegiatan dalam divisi sumber daya manusia di laboratoium fisika dasar
Kalibrasi 2021	Sekretaris	Agustus 2021- Desember 2021	Melakukan pemberkasan dokumen kegiatan

## WORKING EXPERIENCE

Work	Year	Description
Kerja Praktek di PT. AIMTOPINDO NUANSA KIMIA	2022	Mengerjakan proyek mengenai arduino dengan membuat automasi arus pada mesin grinder.
Asisten Praktikum Laboratorium Fisika Dasar	Agustus 2020- Maret 2022	Asisten praktikum fisika dasar yang memberikan latihan dalam bentuk praktik mengenai fisika dasar

## SKILLS AND HOBBIES

Language Skills : Indonesian (Native), English (Intermediate)  
 Computer Skills : C, Python, HTML & CSS, Microsoft Office,  
 Hobbies and interests : Singing, Volleyball, leadership  
 Others :

## Curriculum Vitae 3

**PERSONAL INFORMATION**

Full Name : Mukhammad Fahlevi Ali Rafsanjani  
 Gender : Laki - Laki  
 Birth Place and Date : Bandung, 20 December 2000  
 Nationality : Indonesia  
 Religion : Islam  
 Phone Number : 0821 0670 732  
 Email : rozakalfi@gmail.com

**ACADEMIC STATUS**

University: Universitas Telkom  
 Major : S1 Teknik Fisika  
 Semester : 7

**EDUCATION**

Institutions	City and Province	Year
SMAN 1 Dayeuhkolot	Bandung, West Java	July 2016 – June 2019
Universitas Telkom	Bandung, West Java	August 2019 - present

**PERSONAL ACHIEVEMENTS**

Awards	Year	Description
Finalist of Colloseum 4.0	2019	
2 <sup>nd</sup> Place at The Hack Deakin - International AI Hackathon Inspire 2022	August 2021	As Hacker and Hipster
First Winner Tadulako Data Challenge - National	October 2021	As Hustler
Beasiswa Prestasi	2022	Mendapatkan beasiswa prestasi selama 1 semester di Semester 6

**SUPPORTING ACTIVITIES AND TRAININGS**

Activities and Trainings	Period	Place
MSIB Kampus Merdeka (Dicoding Indonesia)	2021-2022	Online
MSIB Kampus Merdeka (Ruangguru)	2022	Online

**ORGANIZATIONAL EXPERIENCE**

Organizations	Title	Period	Descriptions
SEARCH Telkom University	Public Relation Staff	2020-2022	UKM
Java Business Competition 2022	Vice Chief of 3D (Design, Documentation and Decoration)	2021	
Intelligence System and Machine Learning Laboratory (I-Smile Laboratory)	Head/Research Coordinator	2022 - Present	

**WORKING EXPERIENCE**

Work	Year	Description
PT Bluebird Group	2022	Machine Learning Engineer Internship
PT Amanin Internasional	2022	Artificial Intelligence Engineer Internship
Qiskit Platypus	2022 – Present	Part time Translator for Indonesian Version

**SKILLS AND HOBBIES**

Language Skills : Indonesian (Native), English (Advanced)

Computer Skills : Python, Tableau, Machine Learning.

Hobbies and interests : Playing Dota 2.