



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



OPTIMALISASI KINERJA SEL SURYA PEROVSKIT FLEKSIBEL MELALUI VARIASI KETEBALAN LAPISAN TRANSPOR ELEKTRON ZnO

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Amarullah Ramadhan

NIM. 2102321032

**Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Jakarta
2025**



“Skripsi ini kupersembahkan untuk ibu, bangsa dan almamater”

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**OPTIMALISASI KINERJA SEL SURYA PEROVSKIT FLEKSIBEL
MELALUI VARIASI KETEBALAN LAPISAN TRANSPOR ELEKTRON
ZnO**

Oleh:

Amarullah Ramadhan

NIM. 2102321032

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skrripsi telah disetujui oleh dosen pembimbing

**POLITEKNIK
NEGERI**

**Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi**

Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T.
NIP. 199403092019031013

Pembimbing

Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si.
NIP. 196604161995122001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**OPTIMALISASI KINERJA SEL SURYA PEROVSKIT FLEKSIBEL
MELALUI VARIASI KETEBALAN LAPISAN TRANSPOR ELEKTRON
ZnO**

Oleh:

Amarullah Ramadhan

NIM. 2102321032

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan
Penguji pada tanggal 15 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa
Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin.

Dewan Penguji

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si. NIP. 196604161995122001	Ketua		21/7 '25
2.	Fitri wijayanti, S.Si., M.Eng NIP. 198509042014042001	Anggota		21/07 2025
3.	Cecep Slamet Abadi, S.T, M.T. NIP. 196605191990031002	Anggota		21/07 2025

Depok, Juli 2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T. IWE.
NIP. 197707142008121005



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

NIP. 197707142008121005

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amarullah Ramadhan

NIM : 2102321032

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan didalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya.

Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat didalam skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 21 Juli 2025



Amarullah Ramadhan

NIM. 2102321032



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

OPTIMALISASI KINERJA SEL SURYA PEROVSKIT FLEKSIBEL MELALUI VARIASI KETEBALAN LAPISAN TRANSPOR ELEKTRON ZnO

Amarullah Ramadhan

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424

Email: amarullah.ramadhan.tm21@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan mengoptimalkan kinerja sel surya perovskit fleksibel melalui variasi ketebalan lapisan ZnO sebagai *electron transport layer* (ETL). ZnO dipilih karena karakteristik optik dan elektroniknya yang unggul, namun ketebalan lapisan yang tidak sesuai dapat mempengaruhi efisiensi dan stabilitas perangkat. Metode spin coating digunakan untuk membentuk lapisan ZnO dengan variasi ketebalan 20 nm, 40 nm, 60 nm, dan 80 nm, yang diatur melalui kecepatan rotasi dan konsentrasi larutan. Uji performa dilakukan dengan mengukur parameter fotovoltaiik (VOC, JSC, Fill Factor, dan PCE) serta karakterisasi morfologi permukaan menggunakan SEM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan 60 nm memberikan performa terbaik dengan efisiensi konversi daya (PCE) mencapai 17,95%, VOC sebesar 1,00 V, JSC 23,50 mA/cm², dan fill factor 0,75. Analisis statistik regresi dan ANOVA menunjukkan pengaruh signifikan ketebalan ZnO terhadap seluruh parameter performa. Dengan demikian, ketebalan lapisan ZnO yang optimal dapat meningkatkan transport elektron, mengurangi rekombinasi muatan, serta menghasilkan efisiensi dan stabilitas yang lebih tinggi dalam perangkat sel surya perovskit fleksibel.

Kata kunci: Sel surya perovskit fleksibel, lapisan tipis ZnO, ketebalan lapisan, efisiensi sel surya,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “OPTIMALISASI KINERJA SEL SURYA PEROVSKIT FLEKSIBEL MELALUI VARIASI KETEBALAN LAPISAN TRANSPOR ELEKTRON ZnO”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi sarjana terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T. IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan skripsi ini.
4. Ibu dan Kakak yang telah memberikan doa, dukungan moril serta materi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Rekan-rekan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang Teknik mesin.

Depok, 21 Juli 2025

Amarullah Ramadhan
NIM. 2102321032



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
DAFTAR TABEL	3
DAFTAR GAMBAR	4
BAB I PENDAHULUAN	5
1.1 Latar Belakang Penelitian	5
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	7
1.3 Pertanyaan Penelitian	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Batasan Masalah	9
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Landasan Teori	11
2.1.1. Sel Surya	11
2.1.2. Sel Surya Perovskit	13
2.1.3. Material Zinc Oxide (ZnO)	18
2.1.4. Lapisan Tipis pada Sel Surya	21
2.1.5. Pengaruh Ketebalan Lapisan ZnO terhadap Kinerja Sel Surya	24
2.1.6. Fleksibilitas Sel Surya Perovskit	25
2.2 Kajian Literatur	28
2.3 Kerangka Pemikiran	30
2.4 Hipotesis	32
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Jenis Penelitian	33
3.2 Objek Penelitian	33
3.3 Metode Pengambilan Sampel	33
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	35
3.5 Metode Pengumpulan Data	37
3.6 Metode Analisis Data	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Penelitian	40



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2 Pembahasan.....	51
4.2.1. Pengaruh Ketebalan Lapisan ZnO terhadap Kinerja Sel Surya.....	51
4.2.2. Pengaruh Ketebalan Lapisan ZnO terhadap Efisiensi Fotokonversi (Power Conversion Efficiency/PCE).....	52
BAB V PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	4
LAMPIRAN	5





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengaruh Ketebalan ZnO terhadap Kinerja Sel Surya.....	25
Tabel 4. 1 Statistik Deskriptif.....	40
Tabel 4. 2 Analisis Regresi Linear	42
Tabel 4. 3 Uji ANOVA	43
Tabel 4. 4 Efek Variasi Ketebalaan Lapisan Zno terhadap VOC (V).....	44
Tabel 4. 5 Efek Variasi Ketebalaan Lapisan Zno terhadap JSC (mA/cm ²)	45
Tabel 4. 6 Efek Variasi Ketebalaan Lapisan Zno terhadap Fill Factor.....	45
Tabel 4. 7 Efek Variasi Ketebalaan Lapisan Zno terhadap PCE (%)	46
Tabel 4. 8 Efek Variasi Ketebalaan Lapisan Zno terhadap Efisiensi Sel Surya	49
Tabel 4. 9 Uji Korelasi Pearson.....	50





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Sel Surya Perovskit.....	15
Gambar 2. 2 Kerangka pemikiran	31
Gambar 3. 1 Deposisi larutan ZnO.....	34
Gambar 3. 2 Spektrofotometer UV-Vis.....	36
Gambar 3. 3 Scanning Electron Microscope (SEM)	37
Gambar 3. 4 Flowchart Metodologi Penelitian.....	39
Gambar 4. 1 Grafik Regresi Linear	43
Gambar 4. 2 Hasil SEM pada 20 nm.....	47
Gambar 4. 3 Hasil SEM pada 40 nm.....	47
Gambar 4. 4 hasil SEM pada 60 nm.....	48
Gambar 4. 5 Hasil SEM pada 80 nm.....	48
Gambar 4. 6 Grafik boxplot pengaruh variasi ketebalan lapisan ZnO terhadap parameter performa sel surya	51

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Sel surya thin film telah menjadi pusat perhatian dalam pengembangan teknologi energi terbarukan karena menawarkan efisiensi tinggi dengan biaya produksi yang relatif rendah. Teknologi ini dianggap sebagai salah satu solusi potensial untuk mengatasi krisis energi global dan mendukung transisi menuju penggunaan energi berkelanjutan. Contohnya adalah panel surya *copper indium selenide* (CIS) cirata Desa Cadas Sari, Kec. Tegalwaru, Purwakarta, Jawa Barat. dengan kapasitas 1040 kWp dan efisiensi modul 13,8%.

Namun, baru-baru ini telah ditemukan material baru yaitu perovskit, yang memiliki struktur kristal unik, dapat menyerap cahaya secara efisien dan mengubahnya menjadi energi listrik dengan tingkat konversi yang signifikan (Surahman et al., 2025). Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian telah menunjukkan bahwa efisiensi sel surya perovskit telah melampaui 25%, menjadikannya pesaing utama teknologi fotovoltaik berbasis silikon konvensional (Green et al., 2020). keberhasilan sel surya perovskit tidak terlepas dari peran lapisan tipis oksida logam yang digunakan sebagai material transport elektron. Salah satu material yang sering digunakan adalah seng oksida (ZnO). ZnO memiliki sifat elektronik yang unggul, seperti mobilitas elektron tinggi, transparansi optik, dan kemudahan fabrikasi (W. Setiawan, 2024). Sifat-sifat ini membuat ZnO menjadi kandidat ideal untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan elektron dari material aktif ke elektroda.

Meskipun demikian, bahwa kualitas dan ketebalan lapisan ZnO secara signifikan memengaruhi performa sel surya perovskit. Ketebalan yang tidak sesuai dapat menyebabkan hambatan transport elektron, yang pada gilirannya menurunkan efisiensi perangkat. Selain itu, jika lapisan terlalu tipis, ZnO mungkin tidak dapat memberikan perlindungan yang memadai terhadap degradasi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

lingkungan, sedangkan lapisan yang terlalu tebal dapat menghambat transport elektron dan mengurangi efisiensi penyerapan cahaya.

Secara teoretis, pemahaman mendalam tentang hubungan antara ketebalan lapisan ZnO dan kinerja sel surya perovskit masih terbatas (Rahayu, 2022). Penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada pengembangan material perovskit itu sendiri, sementara studi terkait lapisan transport elektron, khususnya ZnO, belum banyak dikaji secara rinci. Hal ini menciptakan kesenjangan pengetahuan yang signifikan, terutama dalam memahami mekanisme transport elektron pada sel surya berbasis perovskit dengan substrat fleksibel.

Secara praktis, fabrikasi lapisan tipis ZnO juga menghadapi tantangan besar, terutama dalam mengontrol ketebalan yang seragam pada substrat fleksibel. Substrat fleksibel, seperti film polimer, memiliki keunggulan dalam menciptakan sel surya yang ringan dan dapat dilipat, yang cocok untuk berbagai aplikasi portabel. Namun, proses deposisi lapisan ZnO pada substrat ini sering kali menghasilkan ketebalan yang bervariasi, yang dapat memengaruhi performa keseluruhan perangkat (Evanisa, 2024).

Selain itu, stabilitas sel surya perovskit masih menjadi isu yang krusial. ZnO diketahui dapat bereaksi dengan ion halida dalam material perovskit, yang menyebabkan degradasi material aktif dan mengurangi masa pakai perangkat. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami bagaimana ketebalan lapisan ZnO dapat memengaruhi stabilitas sel surya perovskit, baik dalam kondisi lingkungan yang ekstrim maupun dalam penggunaan sehari-hari.

Dalam konteks global, permintaan akan sumber energi terbarukan terus meningkat, seiring dengan pertumbuhan populasi dan industrialisasi. Sel surya fleksibel menawarkan solusi inovatif untuk memenuhi kebutuhan energi masa depan, terutama untuk aplikasi portabel, kendaraan listrik, dan perangkat elektronik yang dapat dikenakan (Deyidi Mokoginta et al., 2024). Namun, untuk mewujudkan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

potensi ini, diperlukan pengembangan teknologi yang dapat mengoptimalkan efisiensi dan stabilitas sel surya fleksibel.

Penelitian ini menjadi sangat relevan karena dapat memberikan wawasan baru tentang bagaimana ketebalan lapisan ZnO memengaruhi performa dan stabilitas sel surya perovskit fleksibel. Dengan memahami faktor-faktor ini, diharapkan dapat ditemukan panduan optimalisasi yang tidak hanya bermanfaat untuk pengembangan teknologi fotovoltaik, tetapi juga untuk aplikasi praktis di berbagai sektor industri (Kumar et al., 2020). Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian berjudul "*optimalisasi kinerja sel surya perovskit fleksibel melalui variasi ketebalan lapisan transpor elektron ZnO*".

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

1. Bagaimana pengaruh variasi ketebalan lapisan ZnO terhadap efisiensi sel surya perovskit fleksibel?
2. Berapa ketebalan optimal lapisan ZnO yang dapat meningkatkan performa sel surya perovskit?
3. Apa mekanisme hubungan antara ketebalan lapisan ZnO dan parameter kinerja sel surya?

1.3 Pertanyaan Penelitian

1. Apa efek ketebalan lapisan ZnO terhadap efisiensi fotokonversi sel surya perovskit?
2. Bagaimana ketebalan lapisan ZnO memengaruhi stabilitas perangkat sel surya perovskit?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh variasi ketebalan lapisan ZnO terhadap efisiensi sel surya perovskite.
2. Pengaruh mikrostruktur lapisan ZnO terhadap kualitas lapisan tipis.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi yang signifikan baik dalam aspek teoretis maupun praktis.

1. Aspek Teoretis

Secara teoretis, penelitian ini akan menambah wawasan dalam memahami peran ketebalan lapisan ZnO terhadap performa keseluruhan sel surya perovskit fleksibel. ZnO, sebagai material transport elektron, memiliki peran penting dalam efisiensi pengangkutan pembawa muatan dari lapisan perovskit ke elektroda. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan analisis mendalam tentang bagaimana variasi ketebalan lapisan ZnO memengaruhi efisiensi transport elektron, rekombinasi pembawa muatan, serta stabilitas material aktif. Pemahaman ini dapat memperkaya literatur ilmiah yang terkait dengan teknologi fotovoltaik berbasis perovskit, khususnya pada substrat fleksibel, yang saat ini masih relatif terbatas.

Penelitian ini juga diharapkan mampu menjembatani kesenjangan teori yang ada terkait hubungan antara ketebalan lapisan ZnO dan parameter kinerja seperti efisiensi konversi daya, tegangan rangkaian terbuka (VOC), arus rangkaian pendek (JSC), dan faktor pengisian (*fill factor*). Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan wawasan baru tetapi juga berpotensi menjadi dasar bagi studi lanjutan di bidang material transport elektron dan fotovoltaik fleksibel.

2. Aspek Praktis

Secara praktis, penelitian ini bertujuan untuk memberikan panduan fabrikasi lapisan ZnO dengan ketebalan yang optimal untuk aplikasi sel surya fleksibel. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu para peneliti dan praktisi dalam merancang lapisan ZnO yang tidak hanya efisien tetapi juga stabil untuk penggunaan jangka panjang.

Panduan ini dapat dimanfaatkan oleh industri yang bergerak dalam pengembangan teknologi energi terbarukan, khususnya untuk sel surya portabel yang ringan dan fleksibel. Teknologi ini memiliki potensi aplikasi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang luas, seperti dalam perangkat elektronik yang dapat dikenakan, kendaraan listrik, dan sistem energi terbarukan *off-grid*. Dengan adanya panduan fabrikasi yang jelas, proses produksi dapat dioptimalkan sehingga menghasilkan perangkat dengan kinerja tinggi dan biaya rendah.

Lebih jauh lagi, penelitian ini diharapkan dapat mendukung upaya global dalam mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mempercepat transisi menuju penggunaan energi berkelanjutan. Dengan memanfaatkan hasil penelitian ini, diharapkan dapat tercipta solusi inovatif untuk memenuhi kebutuhan energi di masa depan, terutama di daerah terpencil atau dengan akses energi yang terbatas.

1.6 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya membahas pengaruh ketebalan lapisan ZnO sebagai *Electron Transport Layer* (ETL) terhadap kinerja sel surya perovskit fleksibel, tanpa membahas aspek lain seperti sifat optik, elektrik mendetail, atau material transport lainnya.
2. Ketebalan ZnO yang diuji dibatasi pada empat variasi: 20 nm, 40 nm, 60 nm, dan 80 nm.
3. Metode deposisi yang digunakan adalah *spin-coating*, tanpa membandingkan dengan teknik deposisi lain seperti sputtering atau CVD
4. Pengujian dilakukan pada kondisi laboratorium dengan intensitas pencahayaan standar AM 1.5 (100 mW/cm²), sehingga hasil belum mempertimbangkan performa di lingkungan luar ruangan yang dinamis.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

1. **BAB I Pendahuluan:** Berisi latar belakang, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.
2. **BAB II Tinjauan Pustaka:** Mengulas landasan teori, kajian literatur, kerangka pemikiran, dan hipotesis.
3. **BAB III Metode Penelitian:** Membahas jenis penelitian, objek penelitian, metode pengambilan sampel, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, serta analisis data.
4. **BAB IV Hasil dan Pembahasan:** Menyajikan deskripsi data, hasil analisis data, dan interpretasi hasil penelitian.
5. **BAB V Penutup:** Berisi kesimpulan yang menjawab pertanyaan penelitian dan merangkum temuan utama. menyajikan saran yang relevan berdasarkan hasil penelitian dan implikasi praktis maupun teoritis, serta keterbatasan penelitian dan potensi penelitian selanjutnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi dan pembahasan di atas, maka peneliti menarik kesimpulan yakni:

1. variasi yang paling berpengaruh terhadap efisiensi sel surya terjadi pada ketebalan lapisan ZnO 60 nm dengan PCE 17,9%.
2. Permukaan mikrostruktur yang memiliki kualitas paling bagus berdasarkan hasil citra SEM terdapat pada ketebalan lapisan 60 nm dengan kristalinitas yang baik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil studi dan kesimpulan, maka peneliti merekomendasikan beberapa saran yakni:

1. Mengingat ketebalan 60 nm menunjukkan hasil yang paling berpengaruh terhadap efisiensi sel surya (mencapai 17,9 % peningkatan yang menarik), penelitian selanjutnya dapat fokus pada rentang ketebalan di sekitar 60 nm dengan variasi yang lebih halus. Ini bertujuan untuk mengidentifikasi ketebalan optimum yang menghasilkan efisiensi puncak.
2. Pada fabrikasi ZnO beri waktu saat deposisi substrat untuk memberikan hasil yang lebih terukur.
3. Membandingkan pengaruh ketebalan lapisan ZnO pada arsitektur sel surya yang berbeda (misalnya, sel surya organik, atau sel surya dye-sensitized) dapat memberikan wawasan yang lebih luas tentang aplikasi dan efektivitas lapisan ZnO sebagai lapisan transport elektron.
4. Penelitian jangka panjang diperlukan untuk mengevaluasi stabilitas dan durabilitas sel surya dengan lapisan ZnO pada ketebalan optimum (60 nm) di bawah kondisi operasional yang berbeda (misalnya, paparan cahaya, suhu, dan kelembaban).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Anhar Wardana, F. (2022). *PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU ANNEALING DUA TAHAP PADA LAPISAN PEROVSKITE TERHADAP PENINGKATAN EFISIENSI SEL SURYA PEROVSKITE ITO/a-Fe₂O₃/PC60BM/CH₃NH₃PbI₃-xCl_x/PEDOT: PSS/Ag*. UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA.
- Aritonang, S., Al Fajri, Z., Azida, P. W., Sandri, A., & Dintyra, M. D. (2024). Teknologi Tenda Militer Portabel Berbasis Tenaga Surya Dalam Mobilisasi Taktis Tempur. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 7(1).
- Dewi, A. K., Aryanto, D., & Nurbaiti, U. (2020). Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Sifat Optik Lapisan Tipis ZnO di atas ITO. *Jurnal Fisika*, 10(1), 30–36. <https://doi.org/10.15294/jf.v10i1.24580>
- Deyidi Mokoginta, S. T., Usman Tahir, S. T., Riza Alfita, S. T., MT, C. R. A., Mokhammad Syafaat, S. T., Heri Setiawan, S. T., Harnyoto, S. T., Sri Widiastuti, S. T., Saputro, A. K., & Rahmawati, D. (2024). *EKSPLORASI ANEKA WARNA DALAM TEKNIK ELEKTRO*. Cendikia Mulia Mandiri.
- Djuliana, S., Aritonang, S., & Muniarti, R. (2024). Potensi Penambahan Serat Alumina dalam Kaca Optik sebagai Doping untuk Aplikasi Light Detection and Ranging (LIDAR). *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 7(2), 298–303.
- Ekarani, P., Prima, E. C., & Rusdiana, D. (2023). Pengaruh Ketebalan Lapisan Tipis ZnO terhadap Kinerja Sel Surya Perovskit Fleksibel. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 7(2), 46–55.
- EVANISA, R. (2024). *IDENTIFIKASI JENIS DAGING MENGGUNAKAN SENSOR ZnO-Ag*. Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Gultom, T. T. (2024). *PEMBANGKIT ENERGI BARU TERBARUKAN*. Cendikia Mulia Mandiri.
- Kusnanto, S. P., Gudianto, C., Kom, M., Usman, S. E., Blasius Manggu, S. E., & Sumarni, M. L. (2024). *Transformasi Era Digitalisasi Masyarakat Kontemporer*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Mahardiani, L., Saputro, S., & Ciptonugroho, W. (2024). *Nanopartikel Hematit Termodifikasi Biopolimer (Pemanfaatan Dalam Proses Adsorpsi Dan Fotokatalitik Zat Warna)*. CV Pajang Putra Wijaya.
- Muji Setiyo, S. T. (2025). *Metodologi Penelitian dan Perancangan Eksperimen*. Unimma Press.
- Mustaghfiri, M. A. (2023). Green synthesis of TiO₂ nanoparticles: dye-sensitized solar cells (DSSC) Applications: a review. *Inovasi Fisika Indonesia*, 12(2),



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

10–29.

- Nuraeni, I. (2024). *Pemanfaatan Limbah Pertanian “jerami” untuk memproduksi Plastik Ramah Lingkungan Berupa Bioplastik*. Universitas Islam Indonesia.
- Nurlyana, S., Suhaimi, L., & Desiasni, R. (2023). BIOSINTESIS LAPISAN TIPIS SENG OKSIDA (ZnO) DOPING MAGNESIUM (Mg) MENGGUNAKAN EKSTRAK TEMU KUNCI (BOESENBERGIA PANDURATA): VARIASI KONSENTRASI ZnO. *Proceeding Of Student Conference*, 1(1), 184–189.
- Nurmayanti, Y., Rukmana, M. D., Cengristitama, C., Amir, A. A., Nafillah, K., Sari, M. W., Karyanik, K., Aras, N. R. M., Apolonia, M. N., & Aryadi, A. (2024). *Kimia Material*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.
- Nusran, M. (2024). *Pengantar Green Management Strategy*. Sulus Pustaka.
- Pugu, M. R., Riyanto, S., & Haryadi, R. N. (2024). *Metodologi Penelitian: Konsep, Strategi, dan Aplikasi*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Qhozali, A. N., & Murnawan, H. (2024). Perancangan Mesin Pencetak Kerupuk Cassava dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Jurnal Surya Teknika*, 11(2), 655–661.
- Rahayu, S. U. (2022). *Aplikasi Semikonduktor Wittichenite (Cu₃BiS₃) pada Sel Surya Tipe Quantum Dot-Sensitized Solar Cells (QD-SSCs)*. Penerbit NEM.
- Rastiadi, H. A., Suhendi, E., & Prima, E. C. (2023). Pengaruh Ketebalan Lapisan Film Tipis TiO₂ Nanopartikel terhadap Sifat Optik dan Listrik Sel Surya Perovskite CH₃NH₃PbI₃. *Jurnal Fisika*, 13(1), 29–39.
- Rudiyanto, B., Rachmanita, R. E., & Budiprasojo, A. (2023). Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya. *Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya*.
- Santjojo, D. J. D. H. (2021). *Material Maju Lapisan Tipis*. Universitas Brawijaya Press.
- Setiawan, C. (2021). *Sintesis ZnO doped TiO₂ dengan ekstrak biji labu kuning (cucurbita moschata) sebagai capping agent untuk Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Setiawan, W. (2024). *PENGARUH NANOTITANIA/NANOSENGOKSIDA (TiO/ZnO) PADA BAHAN POLIETILENA UNTUK MEMBLOK SINAR ULTRAVIOLET*. UNIVERSITAS LAMPUNG.
- Siregar, N., Siregar, A., & Sirait, M. (2023). *Preparation of Sb doping ZnO: optical and structural evaluation on Variations Layer Thickness*. <https://doi.org/10.4108/eai.1-11-2022.2326226>
- Surahman, M. F., Mubarak, A. M., Darmansyah, H. T., Ahnaf, M. D. F., & Parapat, R. Y. (2025). NANO TEKNOLOGI DALAM PENINGKATAN



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

EFISIENSI DAN KINERJA PANEL SURYA. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi*, 3(3), 148–168.

Wijaya, A., & Pratama, G. E. W. (2024). Perbandingan Penggunaan Termoelektrik Cooler (TEC) Dan Termoelektrik Generator (TEG) Untuk Optimalisasi Daya Panel Surya. *EEICT (Electric, Electronic, Instrumentation, Control, Telecommunication)*, 7(2).

Yudiantoro, D., & INTAN, I. P. (2023). *Buku Ajar Referensi dengan judul Mendalami Batuan Piroklastik*.

Yurestira, I., Aji, A. P., Desfri, M. F., Rini, A. S., & Rati, Y. (2021). Potential of ZnO/ZnS as electron transport materials on Perovskite Solar Cells. *Journal of Aceh Physics Society*, 10(2), 41–47.
<https://doi.org/10.24815/jacps.v10i2.18383>





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



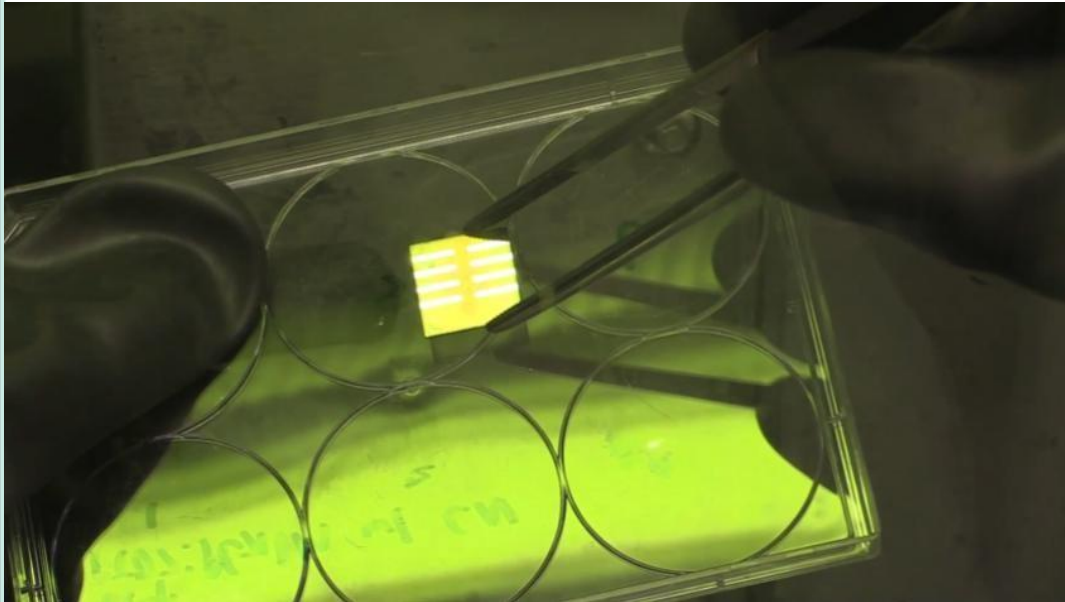
1. Nama Lengkap : Amarullah Ramadhan
2. NIM : 2102321032
3. Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 25 November 2001
4. Jenis Kelamin : Laki-Laki
5. Alamat : Jl. Rawa Sengon IV No 134 RT 002
RW 022 Kel Kelapa Gading Barat
Kec Kelapa Gading, Jakarta Utara
6. Email : amarullah.ramadhan.tm21@mhsw.pnj.ac.id
7. Pendidikan :
TK (2005-2007) : Barunawati Kindergarten
SD (2007-2013) : SDN Rawa Badak Selatan 03 Pagi
SMP (2014-2017) : SMP Al Islam Islamic boarding School
SMA (2017-2020) : SMA Al Islam Islamic boarding School
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Konversi Energi
9. Bidang Peminatan : -
10. Tempat/Topik OJT : PT. Global Solar Film

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN



Ketebalan ZnO (nm)	Replikasi	Efisiensi Fotokonversi (Power Conversion Efficiency/PCE)				Morfologi permukaan
		VOC (V)	JSC (mA/cm ²)	Fill Factor	PCE (%)	
20	1	0.95	20.10	0.72	13.75	Sedikit agregasi
20	2	0.96	20.50	0.71	13.97	Sedikit agregasi
20	3	0.94	19.80	0.70	13.03	agregasi
20	4	0.96	20.30	0.72	13.86	Sedikit agregasi
20	5	0.95	19.95	0.71	13.29	Beberapa cacat kecil
40	1	0.98	22.50	0.74	16.32	Butiran seragam
40	2	0.97	22.80	0.75	16.59	Beberapa pori kecil
40	3	0.99	22.20	0.75	16.48	Beberapa pori kecil
40	4	0.98	22.65	0.75	16.45	Cakupan baik
40	5	0.99	22.35	0.75	16.47	Cakupan baik
60	1	1.00	23.50	0.75	17.63	Kristalinitas baik
60	2	1.01	23.80	0.74	17.79	Kristalinitas baik
60	3	1.00	23.20	0.76	17.63	Permukaan padat
60	4	1.01	23.65	0.76	17.95	Tanpa cacat terlihat
60	5	1.00	23.35	0.75	17.59	Tanpa cacat terlihat
80	1	0.96	21.50	0.75	15.48	Retakan mikro
80	2	0.95	21.80	0.72	14.91	Retakan mikro
80	3	0.97	21.20	0.71	14.60	Retakan mikro
80	4	0.96	21.65	0.74	15.20	Tidak rata
80	5	0.97	21.35	0.73	15.04	Banyak aglomerasi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

FORMULIR F1

LEMBAR KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Dengan ini saya nama : Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si.
menyatakan bersedia membimbing pembuatan Skripsi dan membimbing revisi Skripsi (jika ada) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, berikut :

JUDUL SKRIPSI	NAMA	PROGRAM STUDI
optimalisasi kinerja sel surya perovskit fleksibel melalui variasi ketebalan lapisan transpor elektron ZnO	Amarullah Ramadhan	Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Depok, 07 Mei 2025

Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si.

NIP.196604161995122001



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

FORMULIR F2

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN

Judul skripsi : optimalisasi kinerja sel surya perovskit fleksibel melalui variasi ketebalan lapisan transpor elektron ZnO

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM

Amarullah Ramadhan/2102321032

PROGRAM STUDI : Teknologi Rekayasa Konversi Energi

PEMBIMBING : Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si.

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
1.	07 Mei 2025	Cek citra (thin film) & teori yang menunjang	f f	
2.	14 Mei 2025	Tujuan jgn terlalu jauh & terukur gambar / dokumentasi, perhitungan validasi		
3.	21 Mei 2025	Tujuan penelitian & validasi	f f	
4.	28 Mei 2025	Sifat optik, variabel tetap & variabel gerak		
5.	12 Jun 2025	Link hasil SEM untuk morfologi. ubah latar belakang	f f	
6.	18 Jun 2025	Buat ppt persiapan sidang		
7.	25 Jun 2025	Uraian ppt 20. ubah judul	f f	
8.	02 Jul 2025	Perbaikan Power Point		

Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian Tugas Akhir/ Skripsi.

Yang menyatakan Pembimbing

Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si
NIP.196604161995122001