

SKRIPSI
STUDI EKSPERIMENTAL *LUMINESCENT SOLAR*
CONCENTRATOR* (LSC) BERBASIS *POLYMETHYL
***METHACRYLATE* (PMMA) SEBAGAI APLIKASI FASAD**
BANGUNAN TERINTEGRASI



Oleh :

KERTA ADI WASANA

NPM : 22037010011

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2026

**STUDI EKSPERIMENTAL *LUMINESCENT SOLAR*
CONCENTRATOR (LSC) BERBASIS *POLYMETHYL*
METHACRYLATE (PMMA) SEBAGAI APLIKASI FASAD**

BANGUNAN TERINTEGRASI

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Program Studi Fisika**

Oleh :

KERTA ADI WASANA

NPM : 22037010011

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

JAWA TIMUR

2026

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI EKSPERIMENTAL LUMINESCENT SOLAR
CONCENTRATOR (LSC) BERBASIS POLYMETHYL
METHACRYLATE (PMMA) SEBAGAI APLIKASI FASAD
BANGUNAN TERINTEGRASI

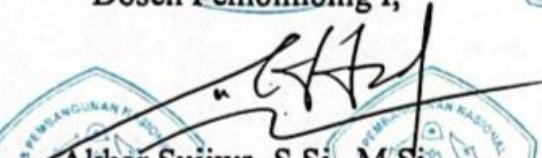
Disusun Oleh:


KERTA ADI WASANA
NPM: 22037010011

Telah Dipertahankan di Hadapan dan Diterima oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik dan Sains, Program Studi Fisika
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal : 12 Mei 2026

Dosen Pembimbing I,


Dosen Penguji I,



Akbar Sujiwa, S.Si., M.Si.
NIP. 199102202024061001


Nenni Mona Aruan, S.Pd., M.Si.
NIP. 199010282024062002

Dosen Pembimbing II,

Dosen Penguji II,


Dr. Nur Ain Fauziyah, S.Pd., M.Si.
NIP. 199011262025062001


Reffany Choiru Rizkiarna, S.Si., M.Sc.
NIP. 199412212024061002

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Fisika


Dr. Dira Ernawati, S.T., M.T.
NIP. 197806022021212003

Mengetahui,
DEKAN FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 196504031991032001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kerta Adi Wasana

NPM : 22037010011

Program : Sarjana (S1)

Program Studi : Fisika

Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya 20 Mei 2026

Yang membuat pernyataan



Kerta Adi Wasana
22037010011

ABSTRAK

Luminescent Solar Concentrator-Photovoltaic (LSC-PV) merupakan teknologi energi surya yang berpotensi diterapkan sebagai fasad bangunan terintegrasi karena memiliki sifat transparan dan mampu menghasilkan energi listrik dari cahaya matahari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi bagaimana ketebalan, dimensi, dan orientasi pemasangan berdampak pada kinerja sistem LSC-PV berbasis PMMA yang dicampur dengan resin epoksi dan coumarin sebagai material fluoresen. Digunakan ketebalan 9 mm dan 14 mm, dan dimensi 10 cm × 10 cm dan 20 cm × 20 cm, masing-masing dengan orientasi vertikal dan horizontal. Pengujian dilakukan baik di laboratorium maupun di lapangan dengan mengukur intensitas cahaya, arus, tegangan, daya, dan efisiensi sistem. Nilai intensitas cahaya yang diperoleh dari luxmeter dikonversi menjadi iradiasi (W/m^2) untuk analisis efisiensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama variasi pengujian, arus, tegangan, dan daya keluaran meningkat sebagai akibat dari peningkatan intensitas cahaya. Ketebalan 14 mm lebih baik daripada 9 mm, dan dimensi 10 cm × 10 cm lebih efisien daripada 20 cm × 20 cm karena rugi-rugi optik yang lebih kecil. Selain itu, orientasi horizontal memiliki kestabilan performa dan daya keluaran yang lebih baik daripada orientasi vertikal. Konfigurasi LSC-PV 10-14 memiliki nilai efisiensi tertinggi sebesar 2,18%, sehingga dapat digunakan sebagai fasad bangunan terintegrasi.

Kata kunci : LSC-PV, PMMA, Coumarin, efisiensi, fasad bangunan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL *LUMINESCENT SOLAR CONCENTRATOR* (LSC) BERBASIS *POLYMETHYL METHACRYLATE* (PMMA) SEBAGAI APLIKASI FASAD BANGUNAN TERINTEGRASI" dengan baik dan lancar.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada Program Studi Fisika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk menyajikan hasil penelitian yang telah dilakukan.

Penulis menyadari bahwa proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Dira Ernawati, S.T., M.T., Koordinator Program Studi Fisika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Akbar Sujiwa, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Nur Aini Fauziah, S.Pd., M.Si, selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, motivasi, arahan, dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu saya tercinta yang selama ini telah berjuang untuk kehidupan penulis, beliau yang selalu mengusahakan anak-anaknya untuk menempuh pendidikan setinggi-tingginya meskipun beliau tidak sempat merasakan bangku perkuliahan, namun mereka selalu tulus dalam memberikan semangat yang luar biasa, serta memberikan segalanya

hingga penulis mampu menyelesaikan studinya dan meraih gelar sarjana. Penulis percaya doa-doa mereka lah yang selalu menyelamatkan dan menuntun penulis di masa-masa sulit.

6. Kepada saudara-saudara saya Mas Eko Purwanto, Mas Krisna Dwijanto, dan Mas Triono yang telah memberikan *support* yang tiada henti baik secara materi maupun non materi, yang selalu mengingatkan saya dalam segala hal untuk terus belajar dan berkembang.
7. Kepada teman-teman terdekat saya yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan, penelitian, organisasi serta dalam bentuk kegiatan kebersamaan yang menjadi cerita dan pengalaman bagi penulis.
8. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini dari awal hingga selesai.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai bahan perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi, baik bagi penulis sendiri maupun bagi para pembaca serta pengembangan ilmu pengetahuan.

Kerta Adi Wasana

Surabaya, 24 April 2026

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI..... | ii |
| KATA PENGANTAR..... | iii |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.6 Hipotesis Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 6 |
| 2.1 Energi Terbarukan dan Perkembangannya | 6 |
| 2.2 Definisi Energi Surya..... | 7 |
| 2.3 Intensitas Cahaya | 9 |
| 2.4 Fasad Bangunan | 9 |
| 2.5 Material Polimer PMMA | 10 |
| 2.6 <i>Building Integrated Photovoltaic</i> | 11 |
| 2.7 Prinsip Kerja dan Mekanisme LSC..... | 12 |
| 2.8 Flouresensi | 13 |
| 2.9 <i>Epoxy Resin</i> | 14 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.10 | Lux Meter..... | 15 |
| 2.11 | Multimeter..... | 16 |
| 2.12 | Energi Listrik | 16 |
| 2.13 | Penelitian Terdahulu | 17 |
| BAB III METODE PENELITIAN | | 19 |
| 3.1 | Pendekatan Penelitian | 19 |
| 3.2 | Variabel Penelitian..... | 19 |
| 3.3 | Metode Pengumpulan Data Penelitian..... | 20 |
| 3.3.1 | Alat dan Bahan | 20 |
| 3.3.2 | Waktu dan Tempat Penelitian | 21 |
| 3.3.3 | Pembuatan Sampel LSC-PV | 22 |
| 3.4 | Pengujian Kinerja LSC-PV..... | 23 |
| 3.4.1 | Pengujian Secara Laboratorium | 23 |
| 3.4.2 | Pengujian Lapangan | 24 |
| 3.4.3 | Variasi Pengujian LSC-PV..... | 26 |
| a. | Pengujian Variasi Ketebalan..... | 26 |
| b. | Pengujian Variasi Dimensi..... | 26 |
| c. | Pengujian Orientasi secara Vertikal dan Horizontal (Lapangan)..... | 27 |
| 3.5 | Alur Kerja Penelitian (<i>Flow Chart</i>)..... | 28 |
| 3.6 | Rancangan Desain..... | 29 |
| 3.7 | Analisis Data..... | 30 |
| 3.7.1 | Pengolahan Data..... | 30 |
| 3.7.2 | Perhitungan Konversi dan Efisiensi Energi | 30 |
| 3.7.3 | Visualisasi Data..... | 31 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 32 |
| 4.1 | Hasil Pembuatan Sampel LSC | 32 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 4.2 | Hasil Pengujian Laboratorium | 34 |
| 4.2.1 | Hasil Pengujian Perbandingan Ketebalan Skala Laboratorium | 35 |
| 4.2.2 | Hasil Pengujian Perbandingan Dimensi Skala Laboratorium | 40 |
| 4.3 | Hasil Pengujian Lapangan | 44 |
| 4.3.1 | Hasil Pengujian Perbandingan Ketebalan Skala Lapangan..... | 46 |
| 4.3.2 | Hasil Pengujian Dimensi Skala Lapangan | 51 |
| 4.3.3 | Hasil Pengujian Orientasi Posisi Vertikal dan Horizontal | 58 |
| 4.4 | Pembahasan Hasil Penelitian | 68 |
| 4.4.1 | Pengaruh Ketebalan terhadap Efisiensi..... | 68 |
| 4.4.2 | Pengaruh Dimensi terhadap Efisiensi | 69 |
| 4.4.3 | Pengaruh Kemiringan terhadap Efisiensi | 70 |
| 4.4.4 | Posisi LSC-PV Optimum | 71 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 74 |
| 5.1 | Kesimpulan | 74 |
| 5.2 | Saran | 75 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 76 |
| LAMPIRAN..... | | 80 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Penelitian terdahulu | 17 |
| Tabel 3.1 Variabel Penelitian | 19 |
| Tabel 3.2 Alat dan Bahan | 20 |
| Tabel 3.3 Ketebalan Bahan..... | 26 |
| Tabel 3.4 Pengujian Variasi Dimensi..... | 26 |
| Tabel 3.5 Pengujian Variasi Pemasangan Horizontal dan Vertikal | 27 |
| Tabel 4.1 Data hasil pengujian laboratorium sampel LSC-PV 10-9 (tebal 9 mm), dan LSC-PV 10-14 (14mm)..... | 36 |
| Tabel 4.2 Data hasil pengujian laboratorium sampel LSC-PV 10-9 dan LSC-PV 20-9 | 40 |
| Tabel 4.3 Hasil data pengujian lapangan sampel LSC-PV 20-9 (tebal 9 mm) dan LSC-PV 20-14 (14mm) dengan luas 20 cm × 20 cm..... | 47 |
| Tabel 4.4 Hasil data pengujian lapangan perbandingan dimensi LSC-PV 10-14 (luas 10 cm × 10 cm) dan LSC-PV 20-14 (luas 20 cm × 20 cm) dengan tebal 14 mm. | 53 |
| Tabel 4.5 Hasil data pengujian lapangan orientasi Vertikal LSC-PV 20-9 dan LSC-PV 20-14 | 59 |
| Tabel 4.6 Hasil data pengujian lapangan orientasi Horizontal LSC-PV 20-9 dan LSC-PV 20-14..... | 60 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Target ambisi pembangunan Energi Terbarukan di Dunia..... | 6 |
| Gambar 2.2 | Pertumbuhan pembangunan Energi Baru Terbarukan dalam 10 tahun terakhir. | 7 |
| Gambar 2.3 | (a) Struktur Dasar Sel Surya. (b) Prinsip Kerja sel fotovoltaik. | 8 |
| Gambar 2.4 | Warna - warna Spektrum Cahaya..... | 9 |
| Gambar 2.5 | Contoh penerapan LSC pada fasad jendela | 10 |
| Gambar 2.6 | Sintesis Polimetil Metakrilat (PMMA) melalui polimerisasi penambahan Metil Metakrilat (MMA) | 11 |
| Gambar 2.7 | Konsep BIPV dengan Panel Konvensional | 12 |
| Gambar 2.8 | Penerapan BIPV pada Bangunan Model Curtain Wall | 12 |
| Gambar 2.9 | Prinsip Kerja LSC Terintegrasi dengan PV pada tepi LSC..... | 13 |
| Gambar 2.10 | Struktur Senyawa Material Coumarin. | 14 |
| Gambar 2.11 | Kumarin Serbuk..... | 14 |
| Gambar 2.12 | Lux Meter digital | 15 |
| Gambar 2.13 | Multimeter Analog dan Digital..... | 16 |
| Gambar 3.1 | Proses pembuatan Sampel <i>Luminescent Solar Concentrator - Photovoltaic</i> | 22 |
| Gambar 3.2 | Pengujian Laboratorium (Terkontrol)..... | 24 |
| Gambar 3.3 | Pengujian lapangan LSC-PV orientasi Vertikal | 25 |
| Gambar 3.4 | Pengujian lapangan LSC-PV orientasi Horizontal | 25 |
| Gambar 3.5 | Alur Kerja Penelitian | 28 |
| Gambar 3.6 | (a) Rancangan Implementasi Desain pada posisi Vertikal, (b) Rancangan Desain Implementasi pada posisi Horizontal | 29 |
| Gambar 4.1 | Hasil perancangan sampel LSC, (a) LSC dari tampak samping tanpa cahaya UV, (b) Sampel LSC saat terkena cahaya lampu UV di area gelap untuk mengetahui penerusan cahaya pada sisi. | 32 |
| Gambar 4.2 | Hasil fabrikasi sampel LSC dengan Fotovoltaik dan Frame 3D print, (a) Sampel LSC tampak samping dengan ketebalan 9 mm dan 14 mm, (b) Sampel LSC tampak depan 10 cm × 10 cm dan 20 cm × 20 cm. | 33 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.3 Pengujian pada skala laboratorium dengan pencahayaan lampu terkontrol berjenis LED, (a) Penggaris Waterpass, (b) Luxmeter, (c) Lampu pencahayaan terkontrol, (d) Control Lamp Apps, (e) Posisi Sampel LSC-PV..... | 34 |
| Gambar 4.4 Grafik hasil pengukuran Intensitas lampu dengan Luxmeter | 35 |
| Gambar 4.5 Pengujian LSC Fotovoltaik dalam ruangan dengan penyinaran lampu, (a) Sampel LSC 10 cm × 10 cm tebal 9 mm, (b) Sampel LSC 10 cm × 10 cm tebal 14 mm. | 36 |
| Gambar 4.6 Grafik Output Arus LSC-PV 10-9 dan LSC-PV 10-14..... | 37 |
| Gambar 4.7 Grafik Output Tegangan LSC-PV 10-9 dan LSC-PV 10-14..... | 38 |
| Gambar 4.8 Grafik Daya LSC-PV 10-9 dan LSC-PV 10-14 | 39 |
| Gambar 4.9 Pengujian LSC Fotovoltaik dalam ruangan dengan penyinaran lampu, (a) sampel LSC-PV 10 cm × 10 cm, (b) sampel LSC-PV 20 cm × 20 cm. | 40 |
| Gambar 4.10 Grafik Output Arus LSC-PV 10-9 dan LSC-PV 20-9 | 41 |
| Gambar 4.11 Grafik Output Tegangan LSC-PV 10-9 dan LSC-PV 20-9..... | 42 |
| Gambar 4.12 Grafik Output Daya LSC-PV 10-9 dan LSC-PV 20-9 | 43 |
| Gambar 4.13 Visualisasi proses pengujian lapangan, (a) secara Vertikal tampak samping, (b) secara Horizontal tampak depan. | 44 |
| Gambar 4.14 Proses pengukuran nilai lux pada saat pengujian lapangan | 45 |
| Gambar 4.15 Pengujian perbandingan ketebalan LSC-PV skala lapangan secara Vertikal, (a) pengukuran Arus (mA) LSC-PV 20-9 dan LSC-PV 20-14, (b) pengukuran Tegangan (V) LSC-PV 20-9 dan LSC-PV 20-14..... | 46 |
| Gambar 4.16 Grafik Output Tegangan LSC-PV 20-9 dan LSC-PV 20-14..... | 48 |
| Gambar 4.17 Grafik Output Tegangan LSC-PV 20-9 dan LSC-PV 20-14..... | 49 |
| Gambar 4.18 Grafik Output Daya LSC-PV 20-9 dan LSC-PV 20-14 | 50 |
| Gambar 4.19 Grafik Intensitas saat pengujian Perbandingan ketebalan LSC-PV 20-9 dan LSC-PV 20-14 | 51 |
| Gambar 4.20 Pengujian perbandingan dimensi LSC-PV skala lapangan secara Vertikal, (a) pengukuran Arus (mA) LSC-PV 10-14 dan LSC-PV 20-14, (b) pengukuran Tegangan (V) LSC-PV 10-14 dan LSC-PV 20-14..... | 52 |
| Gambar 4.21 Grafik Output Arus LSC-PV 10-14 dan LSC-PV 20-14..... | 54 |
| Gambar 4.22 Grafik Output Tegangan LSC-PV 10-14 dan LSC-PV 20-14..... | 55 |
| Gambar 4.23 Grafik Output Daya LSC-PV 10-14 dan LSC-PV 20-14 | 56 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.24 Grafik Intensitas Cahaya Matahari dengan garis kotak-hijau (lux) dan kotak-oranye (Iradiasi) pada pengujian Perbandingan Dimensi | 57 |
| Gambar 4.25 Visualisasi Proses Pengujian LSC-PV 20-9 dan 20-14, (a) pengukuran nilai arus vertikal, (b) pengukuran nilai tegangan vertikal, (c) pengukuran nilai arus vertikal, (d) pengukuran nilai tegangan horizontal..... | 58 |
| Gambar 4.26 Grafik Output Tegangan LSC-PV 20-9 dan LSC-PV 20-14, posisi orientasi vertikal dan posisi orientasi horizontal..... | 62 |
| Gambar 4.27 Grafik Output Arus LSC-PV 20-9 dan LSC-PV 20-14, posisi orientasi vertikal dan posisi orientasi horizontal..... | 63 |
| Gambar 4.28 Grafik <i>Output Daya</i> LSC-PV 20-9 dan LSC-PV 20-14 posisi Orientasi Vertikal dan Orientasi Horizontal | 64 |
| Gambar 4.29 Grafik Intensitas Cahaya Matahari (lux) posisi orientasi vertikal dan posisi orientasi horizontal | 65 |
| Gambar 4. 30 Grafik Iradiasi Matahari (W/m^2) posisi orientasi vertikal dan posisi orientasi horizontal..... | 65 |
| Gambar 4.31 Grafik hubungan Pengaruh Ketebalan LSC-PV terhadap Efisiensi | 68 |
| Gambar 4.32 Grafik hubungan Pengaruh Dimensi LSC-PV terhadap Efisiensi . | 69 |
| Gambar 4.33 Grafik hubungan Pengaruh Orientasi kemiringan LSC-PV terhadap Efisiensi (a) efisiensi puncak vertikal, (b) efisiensi puncak horizontal. | 70 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Dokumentasi proses pembuatan sampel LSC-PV | 80 |
| Lampiran 2. Dokumentasi Pengujian Laboratorium dan Lapangan..... | 81 |
| Lampiran 3. Tabel hasil data pengujian lapangan perbandingan ketebalan..... | 82 |
| Lampiran 4. Tabel hasil data pengujian lapangan perbandingan dimensi | 84 |
| Lampiran 5. Tabel hasil data pengujian lapangan orientasi horizontal | 86 |
| Lampiran 6. Tabel hasil perhitungann efisiensi energi perbandingan dimensi... | 88 |
| Lampiran 7. Tabel hasil perhitungann efisiensi energi perbandingan orientasi.. | 88 |
| Lampiran 8. Perhitungan | 89 |
| Lampiran 9. Biodata | 90 |