

**PENINGKATAN DAYA *OUTPUT* PANEL SURYA DENGAN
METODE *BACK AND FRONT SURFACE SPRAY COOLING*
MEDIA *WATER COOLANT***

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana S-1**



**NANDA JAMALULAIL
19108162100018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2023**

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

**Peningkatan Daya Output Panel Surya Dengan Metode *Back And Front Surface*
*Spray Cooling Media Water Coolant***

Oleh
Nanda Jamalulail (1910816210018)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 3 Juli 2023 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Andy Nugraha, S.T., M.T.
NIP 19890628201801108056

Anggota 1 : Aqli Mursadin, Ph. D.
NIP 197106111995121001

Anggota 2 : M. Nizar Ramadhan, S.T., M.T.
NIP 199203222019031010

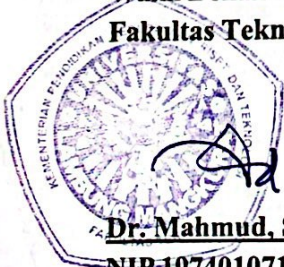
**Pembimbing
Utama** : Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng.
NIP 199210182019031010

.....
.....
.....
.....
.....

Banjarbaru, 3 juli 2023
diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**

**Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Mesin,**



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP-197401071998021001

Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE
NIP 197608052008121001

IDENTITAS

JUDUL SKRIPSI :

**PENINGKATAN DAYA *OUTPUT* PANEL SURYA DENGAN
METODE *BACK AND FRONT SURFACE SPRAY COOLING*
MEDIA *WATER COOLANT***

Nama Mahasiswa : Nanda Jamalulail

NIM : 1910816210018

KOMITE PEMBIMBING

Pembimbing : Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng.

KOMITE PENGUJI

Dosen Penguji I : Andy Nugraha, S.T., M.T.

Dosen Penguji II : Aqli Mursadin, Ph. D.

Dosen Penguji III : M. Nizar Ramadhan, S.T., M.T.

Waktu dan Tempat Ujian Skripsi

Seminar Proposal : 9 Mei 2023

Seminar Hasil : 26 Juni 2023

Ujian Akhir : 3 Juli 2023








Tempat : Ruang Sidang Lab Atas PSTM

SK Penguji : -

HALAMAN KONSULTASI








Nama Mahasiswa : Nanda Jamalulail

NIM : 1910816210011

No	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1	15 Maret 2023	Judul dan arah penelitian	
2	30 Maret 2023	Penentuan judul skripsi	
3	15 April 2023	Perbaikan rumusan masalah	
4	20 April 2023	Tujuan penelitian BAB 1	
5	23 April 2023	Tinjauan Pustaka BAB II	
6	29 April 2023	Metode Penelitian BAB III	
7	5 Mei 2023	ACC BAB I, II dan III	

Banjarbaru, 2023
Dosen Pembimbing

Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng
NIP. 199210182019031010

No	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
8	10 Maret 2023	ACC Revisi Proposal	
9	21 Mei 2023	Metode pengambilan data	
10	30 Mei 2023	Pengambilan Data	
11	12 Juni 2023	Memasukkan dan pengolahan data	
12	18 Juni 2023	Kesimpulan dan Saran	
13	23 Juni 2023	ACC BAB IV dan V	
14	28 Juni 2023	Revisi Seminar Hasil	

Banjarbaru,
Dosen Pembimbing

2023

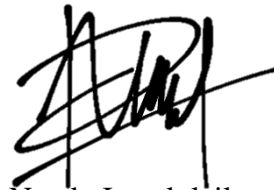
Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng
NIP. 199210182019031010

ORISINALITAS PENELITIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Penelitian Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi, terkecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan Skripsi, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diprotes sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Banjarbaru, 3 Juli 2023



Nanda Jamalulail
NIM. 191081621018

RIWAYAT HIDUP

Nanda Jamalulail lahir di Sampit, 18 September 2001, Putra Pertama dari bapak Mahyudin dan ibu Wiwi Rukiah. Bersekolah di SDN 3 Pematang Panjang (2007-2013), kemudian di SMPN 2 Kuala Pembuang (2013-2016), dilanjutkan di SMAN 1 Kuala Pembuang (2016-2019). Berkuliah di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan pada tahun 2019.

Banjarbaru,

2023



Nanda Jamalulail
NIM. 191081621018

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji Syukur atas kehadiran Tuhan yang Maha Esa sehingga atas izin-Nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Peningkatan Daya *Output* Panel Surya Dengan Metode *Back And Front Surface Spray Cooling Media Water Coolant*.”

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya Skripsi ini tak terlepas dari campur tangan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala bentuk kasih sayang, ilmu, dan limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
2. Orang tua penulis (H. Mahyudin dan Hj. Wiwi Rukiah) yang selalu dan tidak pernah putus dalam memanjatkan doa serta harapan untuk penulis hingga kapanpun..
3. Bapak Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing dalam penyelesaian Skripsi, yang telah mendorong, membimbing dan memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
4. Segenap dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak sekali memberikan ilmu kepada penulis.

Akhir kata, penulis mengucapkan permohonan maaf atas segala kekurangan dan kekhilafan. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat dan masukan bagi pembacanya.

Banjarbaru, 2023



Nanda Jamalulail
NIM. 191081621018

RINGKASAN

Nanda Jamalulail, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Juli 2023. Peningkatan Daya Output Panel Surya Dengan Metode *Back And Front Surface Spray Cooling* Media *Water Coolant*.; Komisi Pembimbing: Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng. Ketua : Andy Nugraha, S.T.,M.T. Anggota I :. Aqli Mursadin, Ph. D Anggota II : M. Nizar Ramadhan, S.T., M.T.

Cahaya matahari mampu diubah menjadi energi listrik melalui sebuah teknologi yang disebut panel surya. Namun ada permasalahan yang dapat timbul dalam kinerja sebuah panel surya, salah satunya temperatur panel surya dapat meningkat hingga melewati temperatur kerja dari panel surya itu sendiri. Temperatur yang tinggi dapat mengurangi performa dari panel surya. Oleh karena itu untuk mengatasi penurunan performa, temperatur panel surya perlu dijaga. Dalam penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui pengaruh delay timing *Back and front surface spray Cooling* terhadap temperatur rata-rata, Daya Output, dan Pengoptimalan Energi panel surya. Hasil dari pengujian ini adalah Penurunan temperatur panel surya paling besar pada saat delay timing spray 10 menit dengan temperatur rata-rata 58,95°C, saat delay timing spray 20 menit temperatur rata-rata 70,78°C, sedangkan pada saat delay timing spray 30 menit menghasilkan temperatur rata-rata 78,63°C. Metode pendinginan yang dilakukan selama 1 menit dengan variasi delay timing spray 10 menit, 20 menit ,dan 30, energi akhir tertinggi yang didapat adalah 30982,06 J atau $8,61 \times 10^{-3}$ kWh pada saat delay timing spray 10 menit, pada saat delay timing spray 20 menit didapat energi akhir sebesar 28890,32 J atau $8,03 \times 10^{-3}$ kWh dan terendah pada saat delay timing spray 30 menit dengan nilai sebesar energi akhir sebesar 27408,06 J atau $7,61 \times 10^{-3}$ kWh, sehingga pengoptimalan penggunaan energi terbaik ada pada saat *delay timing spray* 10 menit yaitu sebesar 30982,06 J atau $8,61 \times 10^{-3}$ kWh. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah Delay timing yang paling baik pada saat delay timing 10 menit dengan temperatur rata-rata 58,95°C, dan pengoptimalan Energi terbaik dengan total Energi 30982,06 J atau $8,61 \times 10^{-3}$ kWh.

Kata Kunci : Panel Surya, Pendinginan, water coolant, water spray cooling, efisiensi energi.

SUMMARY

Nanda Jamalulail, *Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University, July 2023. Increasing the Output Power of Solar Panels Using the Back And Front Surface Spray Cooling Media Water Coolant Method; Advisory Commission: Pathur Razi Ansyah, ST, M.Eng. Chairman : Andy Nugraha, ST,MT Member I :. Aqli Mursadin, Ph. D Member II : M. Nizar Ramadhan, ST, MT*

Sunlight can be converted into electrical energy through a technology called solar panels. However, there are problems that can arise in the performance of a solar panel, one of which is that the temperature of the solar panel can increase beyond the working temperature of the solar panel itself. High temperatures can reduce the performance of solar panels. Therefore, to overcome the decrease in performance, the temperature of the solar panels needs to be maintained. In this study the aim is to increase the output power of solar panels with the Back and Front Surface Spray Cooling Media Water Coolant method with a variation of Delay Timing. From the test results, it was found that the temperature decrease in solar panel temperature was greatest when the delay timing spray was 10 minutes with an average temperature of 58.95°C, when the delay timing spray was 20 minutes the average temperature was 70.78°C, whereas when the delay timing spray is 30 minutes it produces an average temperature of 78.63°C. The cooling method was carried out for 1 minute with variations of the delay timing spray of 10 minutes, 20 minutes and 30 and each test was limited to one hour showing that the highest final energy obtained was 30982.06 J or kWh when the delay timing spray was 10 minutes. , when the delay timing spray is 20 minutes, the final energy is 28890.32 J or kWh and the lowest is when the delay timing spray is 30 minutes with a final energy value of 27408.06 J or $8,61 \times 10^{-3}$ kWh, $8,03 \times 10^{-3}$ kWh, $7,61 \times 10^{-3}$ kWh, so that the best optimization of energy use is when the spray timing delay is 10 minutes, which is 30982.06 J or 8.61×10^{-3} kWh.

Keywords: Solar Panels, Cooling, water coolant, water spray cooling, energy efficiency

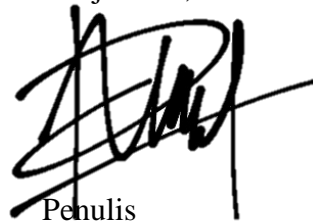
KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi berjudul “Peningkatan Daya Output Panel Surya Dengan Metode *Back And Front Surface Spray Cooling Media Water Coolant*” ini sesuai dengan waktu yang ditentukan. Selama pelaksanaan dan penulisan Skripsi ini, tentunya tak lepas dari bantuan banyak pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Lambung Mangkurat.
2. Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pembelajaran.
3. Andy Nugraha, S.T., M.T., Aqli Mursadin, Ph. D. dan M. Nizar Ramadhan, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin ULM yang telah memberikan pengajaran ilmu selama perkuliahan dan sebagai penunjang dalam penulisan skripsi ini.
5. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan banyak doa, dukungan, semangat cinta kasih, motivasi, dan inspirasi.
6. Rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik yang telah memberikan dorongan dan semangat untuk menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari kemungkinan masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan. Oleh karena itu, saran & kritik yang sifatnya membangun akan selalu penulis terima dengan tangan terbuka. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Banjarbaru, 2023



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
IDENTITAS.....	iii
HALAMAN KONSULTASI.....	iv
ORISINALITAS PENELITIAN SKRIPSI.....	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	viii
RINGKASAN	ix
<i>SUMMARY</i>	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR SIMBOL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Energi Matahari	13

2.3	Energi Listrik.....	15
2.4	Potensi Energi Surya diwilayah Indonesia	16
2.5	Panel Surya.....	19
2.2.1	Sejarah Panel Surya.....	20
2.2.2	Spesifikasi Panel Sel Surya.....	21
2.2.3	Klasifikasi Panel surya	21
2.2.4	Prinsip Kerja Panel Surya	23
2.2.5	Struktur Panel Surya	26
2.3	Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya	27
2.4	Pendinginan Panel Surya.....	30
2.4.1.	Jenis Pendinginan Panel Surya.....	30
2.4.2.	Teknik Pendinginan Sel Surya.....	33
2.5	Luminous Efficacy	34
2.6	Analisis Performa Panel Surya.....	35
2.7	Total Energi Panas Yang Dibuang	35
2.8	Analisis Perhitungan Pompa	36
2.9	Pengoptimalan energi	36
BAB III	37
3.1	Waktu, Tempat dan Jadwal Penelitian	37
3.2	Alat dan Bahan	37
3.2.1.	Alat.....	37
3.2.2.	Bahan.....	40
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	37
3.4	Metode Penelitian.....	43
3.5	Variabel Penelitian	44
3.6	Persiapan Pengujian	45

3.7	Prosedur Pengujian	45
3.8	Analisis Data	46
BAB IV		47
4.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	47
4.2.	Pengaruh Kenaikan Temperatur Panel Surya Terhadap Daya Output Panel Surya 48	
4.3.	Pengaruh <i>Delay timing spray</i> Terhadap Kenaikan Dan Penurunan Temperatur Panel Surya	50
4.3.1.	Pengaruh Delay timing spray Terhadap Kenaikan Dan Penurunan Temperatur Permukaan Atas Panel Surya	51
4.3.2.	Pengaruh Delay timing spray Terhadap Kenaikan Dan Penurunan Temperatur Permukaan Bawah Panel Surya	52
4.4.	Pengaruh <i>Delay timing spray</i> Terhadap Temperatur Rata-Rata Panel Surya Selama 1 jam	53
4.5.	Energi Panas yang dibuang	55
4.6.	Pengaruh Delay timing spray Terhadap Daya Output Dan Efisiensi Yang Dihasilkan Oleh Panel Surya.....	61
4.7.	Pengoptimalan Energi (kWh).....	70
4.8.	Uji Multivariat Analysis Of Variance (MANOVA).....	71
BAB V.....		73
5.1.	Kesimpulan.....	73
5.2.	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN.....		77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya.....	9
Tabel 3. 1 Property Multitester ZOTEK102	37
Tabel 3. 2 Properti Water coolant	41
Tabel 4. 1 Hasil Penelitian	47
Tabel 4. 2 Hubungan Temperatur dengan daya output pada panel surya dengan delay timing spray 30 menit.....	48
Tabel 4. 3 perbandingan delay timing spray dengan temperatur rata-rata pada panel surya	53
Tabel 4. 4 perbandingan delay timing spray dengan temperatur rata-rata pada panel permukaan atas panel surya	54
Tabel 4. 5 perbandingan delay timing spray dengan temperatur rata-rata pada panel permukaan bawah panel surya	55
Tabel 4. 6 Total energi panas yang dibuang pada Delay timing spray 10 menit..	56
Tabel 4. 7 Total energi panas yang dibuang pada Delay timing spray 20 menit..	56
Tabel 4. 8 Total energi panas yang dibuang pada Delay timing spray 30 menit..	56
Tabel 4. 9 Perbandingan delay timing spray dengan total energi panas yang dibuang pada panel surya.....	57
Tabel 4. 10 ΔT_{Lm} pada Delay timing spray 10 menit.....	58
Tabel 4. 11 ΔT_{Lm} pada Delay timing spray 20 menit.....	59
Tabel 4. 12 ΔT_{Lm} pada Delay timing spray 30 menit.....	59
Tabel 4. 13 Koefisien perpindahan panas pada delay timing spray 10 menit.....	59
Tabel 4. 14 Koefisien perpindahan panas pada delay timing spray 20 menit.....	60
Tabel 4. 15 Koefisien perpindahan panas pada delay timing spray 30 menit.....	60
Tabel 4. 16 Perbandingan delay timing spray dengan rata-rata koefisien perpindahan panas.....	60
Tabel 4. 17 Daya panel surya pada saat delay timing spray 10 menit	62
Tabel 4. 18 Daya panel surya pada saat delay timing spray 20 menit	64
Tabel 4. 19 Daya panel surya pada saat delay timing spray 30 menit	66
Tabel 4. 20 Total energi yang dihasilkan panel surya.....	69
Tabel 4. 21 Data hasil perhitungan total daya output dan efisiensi listrik panel surya	69

Tabel 4. 22 Total energi yang didapat selama 1 jam	71
Tabel 4. 23 Tabel variabel independent dan dependent.....	71
Tabel 4. 24 Multivariate Test	72
Tabel 4. 25 Tests of Between-Subjects Effects.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Wilayah Indonesia.....	16
Gambar 2. 2 Monocrystalline.....	22
Gambar 2. 3 Polycrystalline.....	22
Gambar 2. 4 Thin Film photovoltaic.....	23
Gambar 2. 5 Prinsip Kerja Panel Surya	25
Gambar 2. 6 Struktur Panel Surya.....	26
Gambar 2. 7 Spektrum Cahaya	28
Gambar 2. 8 Hukum Kosinus Lambert	30
Gambar 3. 1 Sensor Termokopel	37
Gambar 3. 2 Multitester ZOTEK ZT102	38
Gambar 3. 3 Digital Luxmeter AS803	39
Gambar 3. 4 Data Logger graptech GL840.....	39
Gambar 3. 5 Pompa air DC.....	40
Gambar 3. 6 Panel Surya 100 WP.....	40
Gambar 3. 7 Lampu Sorot Halogen 500 Watt.....	41
Gambar 3. 8 Desain Panel Surya.....	44
Gambar 4. 1 Hubungan Temperatur dengan daya output pada panel surya saat delay timing spray 30 menit	49
Gambar 4. 2 Hubungan kenaikan dan penurunan temperatur saat delay timing spray 10 menit, 20 menit, dan 30 menit.....	50
Gambar 4. 3 Hubungan kenaikan dan penurunan temperatur permukaan atas saat delay timing spray 10 menit, 20 menit, dan 30 menit.....	51
Gambar 4. 4 Hubungan kenaikan dan penurunan temperatur permukaan bawah saat delay timing spray 10 menit, 20 menit, dan 30 menit.....	52
Gambar 4. 5 perbandingan temperatur permukaan atas dan bawah panel saat delay timing spray 10 menit, 20 menit, dan 30 menit	53
Gambar 4. 6 Hubungan Temperatur rata-rata panel surya dengan delay timing spray	54
Gambar 4. 7 Perbandingan delay timing spray dengan total energi panas yang....	57
Gambar 4. 8 Hubungan delay timing spray dengan rata-rata koefisien perpindahan panas.....	61

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
q	Energi panas yang dibuang	J
A_p	Luas permukaan panel surya m	m^2
T_p	Temperatur panel	K
T_{out}	Temperatur fluida out	K
T_{in}	Temperatur fluida in	K
L_v	Luminous Intensity	lm/m^2
K	Luminous Efficacy	lm/W
ρ_{fluida}	Densitas fluida	kg/m^3
V_{fluida}	Kecepatan aliran fluida	m/s
η	Efisiensi listrik rangkaian panel surya	%
V	Tegangan V I Arus	A
E	Intensitas radiasi	W/m^2
Q	Debit fluida	$m^3/detik$

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel A. 1 Variasi 10 menit	78
Tabel A. 2 Variasi 20 menit	79
Tabel A. 3 Variasi 30 Menit.....	81