

## **BAB V**

### **PENGUJIAN DAN ANALISA**

#### **5.1 Deskripsi Umum Pengujian**

##### **5.1.1 Lokasi dan Waktu Pengujian**

Lokasi yang digunakan pada saat pengujian yaitu di kediaman saya “Stay Home Kost Putri Exclusive” yang beralamat di Jalan Sumurboto Barat II, Sumurboto, Kecamatan Banyumanik, Kota Semarang, Jawa Tengah 50269. Dengan koordinat (-7.0531085, 110.4252550), waktu pengujian pada panel surya yaitu pada pukul 08.00 WIB – 17.00 WIB dengan adanya uji coba menggunakan siluet pada pukul 10.00 WIB – 14.00 WIB.

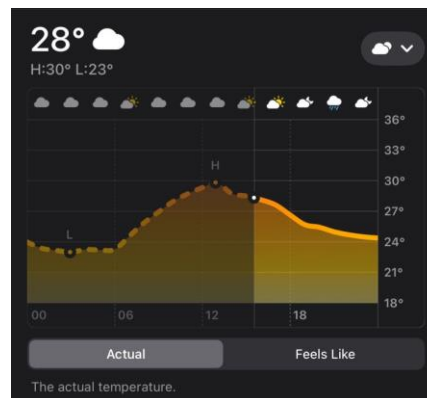
##### **5.1.2 Tujuan Pengujian**

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melakukan analisis komprehensif terhadap kinerja, daya tahan, dan efisiensi dari dua jenis panel surya yang berbeda. Pengujian ini dirancang untuk memperoleh data kuantitatif yang dapat digunakan sebagai dasar perbandingan dalam menentukan panel surya mana yang lebih optimal digunakan, khususnya dalam konteks lingkungan tropis serta kondisi operasional yang bervariasi

##### **5.1.3 Kondisi Cuaca Selama Masa Pengujian**

Kondisi cuaca selama masa pengujian selama 7 hari untuk menguji panel surya tanpa penghalang dapat dilihat pada gambar 5.1 sampai 5.10, untuk memastikan kondisi cuaca per hari nya dapat dipastikan lewat aplikasi *Weather* pada smartphone iOS, bisa juga menggunakan aplikasi lain seperti *Ventusky*, *Cuaca Live*, dan lain – lain. Kemudian diaplikasi *Weather* yang digunakan disertakan juga rata – rata suhu dalam per hari nya dan juga bisa dilihat grafik cuaca selama seharian, untuk kondisi cuaca selama masa pengujian dapat dilihat pada gambar 5.4 sampai 5.10 sebagai berikut :

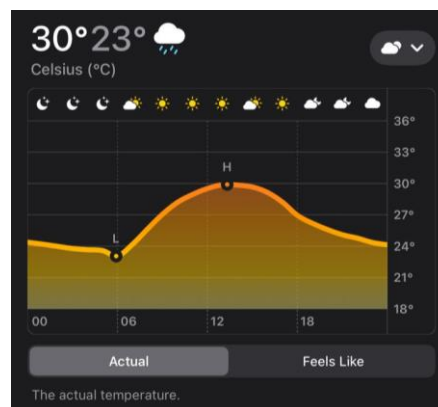
- Minggu, 15 Juni 2025



Gambar 5. 1 Kondisi Cuaca Hari Pertama

Gambar diatas menunjukkan kondisi cuaca selama masa percobaan hari pertama, yang dimana dapat dirata-ratakan suhu selama sehari yaitu 28°.

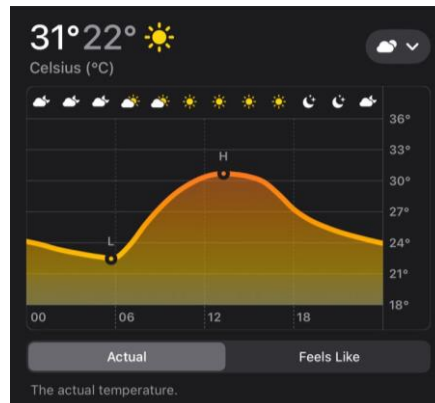
- Senin, 16 Juni 2025



Gambar 5. 2 Kondisi Cuaca Hari Kedua

Gambar diatas menunjukkan kondisi cuaca selama masa percobaan hari kedua, yang dimana dapat dirata-ratakan suhu selama sehari yaitu 30°.

- Selasa, 17 Juni 2025



Gambar 5. 3 Kondisi Cuaca Hari Ketiga

Gambar diatas menunjukkan kondisi cuaca selama masa percobaan hari ketiga, yang dimana dapat dirata-ratakan suhu selama sehari yaitu 31°.

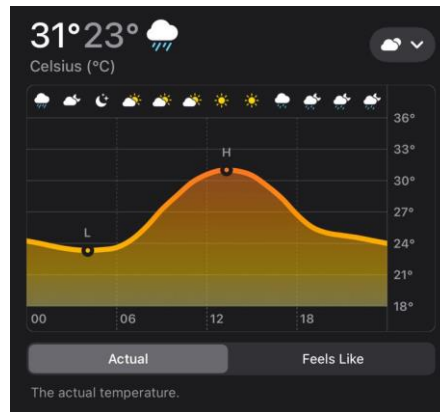
- Rabu, 18 Juni 2025



Gambar 5. 4 Kondisi Cuaca Hari Keempat

Gambar diatas menunjukkan kondisi cuaca selama masa percobaan hari keempat, yang dimana dapat dirata-ratakan suhu selama sehari yaitu 31°.

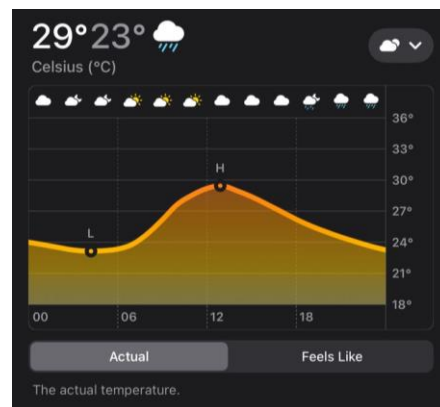
- Kamis, 19 Juni 2025



Gambar 5. 5 Kondisi Cuaca Hari Kelima

Gambar diatas menunjukkan kondisi cuaca selama masa percobaan hari kelima, yang dimana dapat dirata-ratakan suhu selama sehari yaitu 31°.

- Jumat, 20 Juni 2025



Gambar 5. 6 Kondisi Cuaca Hari Keenam

Gambar diatas menunjukkan kondisi cuaca selama masa percobaan hari keenam, yang dimana dapat dirata-ratakan suhu selama sehari yaitu 29°.

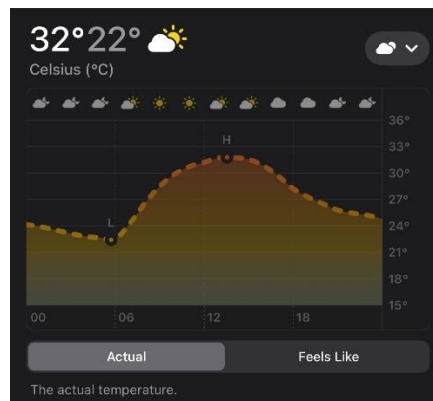
- Sabtu, 21 Juni 2025



Gambar 5. 7 Kondisi Cuaca Hari ketujuh

Gambar diatas menunjukkan kondisi cuaca selama masa percobaan hari ketujuh, yang dimana dapat dirata-ratakan suhu selama sehari yaitu 25°.

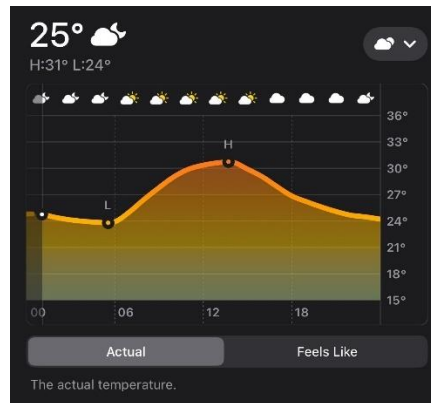
- Rabu, 25 Juni 2025



Gambar 5. 8 Kondisi Cuaca Hari kedelapan

Gambar diatas menunjukkan kondisi cuaca selama masa percobaan hari kedelapan, yang dimana dapat dirata-ratakan suhu selama sehari yaitu 28°.

- Kamis, 26 Juni 2025



Gambar 5. 9 Kondisi Cuaca Hari Kesembilan

Gambar diatas menunjukkan kondisi cuaca selama masa percobaan hari kesembilan, yang dimana dapat dirata-ratakan suhu selama sehari yaitu 25°.

- Jumat, 27 Juni 2025



Gambar 5. 10 Kondisi Cuaca Hari Kesepuluh

Gambar diatas menunjukkan konndisi cuaca selama masa percobaan hari kesepuluh, yang dimana dapat dirata-ratakan suhu selama sehari yaitu 25°.

## 5.2 Pengujian Fungsional

Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui perbandingan kinerja antara dua jenis panel surya, yaitu panel surya monocrystalline dan panel surya

polycrystalline. Kegiatan pengujian ini bertujuan untuk memperoleh data yang akurat terkait performa kedua panel surya dalam kondisi lingkungan yang sama.

Dalam pelaksanaannya, pengujian ini dilakukan dengan mengukur sejumlah parameter penting yang dapat mempengaruhi kinerja panel surya. Parameter-parameter yang diamati dalam penelitian ini antara lain tegangan (voltase), arus listrik, daya listrik yang dihasilkan, serta efisiensi kerja panel surya. Selain itu, beberapa parameter lingkungan yang berpotensi mempengaruhi hasil pengujian juga turut diukur, seperti intensitas cahaya matahari, suhu lingkungan, serta kelembapan udara. Tidak hanya itu, data koordinat lokasi pengujian juga dicatat dengan menggunakan sensor GPS berupa informasi latitude dan longitude. Pencatatan lokasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh pengujian dilakukan di titik yang sama sehingga hasil yang diperoleh lebih valid dan dapat dipertanggungjawabkan.

Secara umum, seluruh data yang diperoleh dari hasil pengujian ini akan digunakan untuk menganalisis serta membandingkan kinerja kedua jenis panel surya secara komprehensif, baik dari segi keluaran daya maupun efisiensi kerjanya pada berbagai kondisi lingkungan. Pada Tabel 5.1 ditunjukkan hasil pengukuran pada hari pertama.

Tabel 5. 1 Perbandingan Hari Pertama

| Waktu              | Jenis           | Tegangan<br>(V) | Arus<br>(I) | Daya<br>(W) | Efisiensi<br>(%) | Suhu<br>(°C) | Kelembapan<br>(%) | Intensitas<br>Cahaya | Latitude   | Longitude   |
|--------------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|------------------|--------------|-------------------|----------------------|------------|-------------|
| 6/15/2025 08:00:30 | Monocrystalline | 19,27           | 1,41        | 27,25       | 91,39            | 27,4         | 66                | 13735                | -6.988.287 | 110.417.945 |
|                    | Polycrystalline | 18,99           | 1,12        | 21,27       | 51,58            |              |                   |                      |            |             |
| 6/15/2025 09:00:31 | Monocrystalline | 19,16           | 0,73        | 13,92       | 11,72            | 30,4         | 73,5              | 54612,5              | -7.001.112 | 110.417.325 |
|                    | Polycrystalline | 16,3            | 0,67        | 10,92       | 6,65             |              |                   |                      |            |             |
| 6/15/2025 10:00:32 | Monocrystalline | 19,2            | 0,99        | 19,08       | 23,46            | 31,6         | 69,7              | 37407,5              | -7.005.214 | 110.418.760 |
|                    | Polycrystalline | 19,16           | 0,83        | 15,90       | 14,14            |              |                   |                      |            |             |
| 6/15/2025 11:00:33 | Monocrystalline | 19,09           | 0,65        | 12,41       | 46,7             | 33,4         | 61,9              | 12236,67             | -6.993.258 | 110.416.890 |
|                    | Polycrystalline | 18,88           | 0,54        | 10,19       | 27,72            |              |                   |                      |            |             |
| 6/15/2025 12:00:34 | Monocrystalline | 18,24           | 1,15        | 20,92       | 17,64            | 34           | 67                | 54612,5              | -7.002.240 | 110.417.540 |
|                    | Polycrystalline | 12,96           | 0,5         | 6,44        | 3,93             |              |                   |                      |            |             |
| 6/15/2025 13:00:35 | Monocrystalline | 16,76           | 0,99        | 16,66       | 14,05            | 37,1         | 52,4              | 28360,83             | -7.210.092 | 110.419.120 |
|                    | Polycrystalline | 13              | 0,77        | 10,01       | 11,75            |              |                   |                      |            |             |
| 6/15/2025 14:00:36 | Monocrystalline | 19,07           | 0,61        | 11,66       | 13,11            | 36,1         | 50,9              | 40947,5              | -7.005.441 | 110.417.888 |
|                    | Polycrystalline | 18,69           | 0,84        | 15,71       | 12,78            |              |                   |                      |            |             |
| 6/15/2025 15:00:37 | Monocrystalline | 17,76           | 0,99        | 17,58       | 32,24            | 35,1         | 58,4              | 25138,33             | -7.101.681 | 110.418.301 |
|                    | Polycrystalline | 17,04           | 0,96        | 16,28       | 21,56            |              |                   |                      |            |             |
| 6/15/2025 16:00:38 | Monocrystalline | 18,14           | 0,38        | 6,93        | 10,75            | 31,4         | 72,5              | 29708,33             | -6.988.287 | 110.417.945 |
|                    | Polycrystalline | 17,58           | 0,34        | 6,05        | 6,78             |              |                   |                      |            |             |
| 6/15/2025 17:00:39 | Monocrystalline | 17,76           | 0,27        | 4,75        | 8,7              | 29,5         | 78                | 25138,33             | -7.109.781 | 110.418.702 |
|                    | Polycrystalline | 17,04           | 0,21        | 3,58        | 4,74             |              |                   |                      |            |             |



### 5.3 Pengujian Harian

Pada tahap pengujian harian, dilakukan pencatatan data secara berkala untuk masing-masing jenis panel surya yang digunakan, baik monocrystalline maupun polycrystalline. Data yang dikumpulkan mencakup nilai daya minimum (minimum power), daya maksimum (maximum power), serta rata-rata daya (average power) yang dihasilkan panel selama periode pengamatan. Selain itu, turut dihitung nilai efisiensi (efficiency) dari masing-masing panel surya, yang menggambarkan seberapa efektif panel tersebut dalam mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Pengambilan data ini bertujuan untuk mengevaluasi performa harian panel dalam kondisi lingkungan sebenarnya, serta menjadi dasar perbandingan antara dua jenis panel dalam hal stabilitas dan efektivitasnya dalam menghasilkan daya listrik.

Tabel 5. 2 Data Pengujian Harian Hari Pertama

|                    |                 |        |
|--------------------|-----------------|--------|
| Minimum Power      | Monocrystalline | 4,75   |
|                    | Polycrystalline | 3,58   |
| Maximum Power      | Monocrystalline | 27,25  |
|                    | Polycrystalline | 21,27  |
| Average Power      | Monocrystalline | 15,116 |
|                    | Polycrystalline | 11,64  |
| Average Efficiency | Monocrystalline | 26,976 |
|                    | Polycrystalline | 16,163 |

Tabel 5. 3 Data Pengujian Harian Hari Kedua

|                    |                 |       |
|--------------------|-----------------|-------|
| Minimum Power      | Monocrystalline | 0,92  |
|                    | Polycrystalline | 0,92  |
| Maximum Power      | Monocrystalline | 19,33 |
|                    | Polycrystalline | 18,78 |
| Average Power      | Monocrystalline | 11,73 |
|                    | Polycrystalline | 10,78 |
| Average Efficiency | Monocrystalline | 20,9  |

|  |                 |       |
|--|-----------------|-------|
|  | Polycrystalline | 13,88 |
|--|-----------------|-------|

Tabel 5. 4 Data Pengujian Harian Hari Ketiga

|                    |                 |        |
|--------------------|-----------------|--------|
| Minimum Power      | Monocrystalline | 0      |
|                    | Polycrystalline | 0      |
| Maximum Power      | Monocrystalline | 21,09  |
|                    | Polycrystalline | 19,79  |
| Average Power      | Monocrystalline | 12,66  |
|                    | Polycrystalline | 10,63  |
| Average Efficiency | Monocrystalline | 18,752 |
|                    | Polycrystalline | 10,7   |

Tabel 5. 5 Data Pengujian Harian Hari Keempat

|                    |                 |        |
|--------------------|-----------------|--------|
| Minimum Power      | Monocrystalline | 5,3    |
|                    | Polycrystalline | 2,04   |
| Maximum Power      | Monocrystalline | 36,86  |
|                    | Polycrystalline | 34,91  |
| Average Power      | Monocrystalline | 20,401 |
|                    | Polycrystalline | 17,15  |
| Average Efficiency | Monocrystalline | 41,853 |
|                    | Polycrystalline | 24,377 |

Tabel 5. 6 Data Pengujian Harian Hari Kelima

|               |                 |       |
|---------------|-----------------|-------|
| Minimum Power | Monocrystalline | 0,91  |
|               | Polycrystalline | 0,77  |
| Maximum Power | Monocrystalline | 34,67 |
|               | Polycrystalline | 34,6  |
| Average Power | Monocrystalline | 17,55 |
|               | Polycrystalline | 16,05 |

|                    |                 |        |
|--------------------|-----------------|--------|
| Average Efficiency | Monocrystalline | 31,041 |
|                    | Polycrystalline | 21,144 |

Tabel 5. 7 Data Pengujian Harian Hari Keenam

|                    |                 |        |
|--------------------|-----------------|--------|
| Minimum Power      | Monocrystalline | 1,07   |
|                    | Polycrystalline | 0,67   |
| Maximum Power      | Monocrystalline | 27,17  |
|                    | Polycrystalline | 26,73  |
| Average Power      | Monocrystalline | 14,32  |
|                    | Polycrystalline | 13,95  |
| Average Efficiency | Monocrystalline | 24,015 |
|                    | Polycrystalline | 10,448 |

Tabel 5. 8 Data Pengujian Harian Hari Ketujuh

|                    |                 |        |
|--------------------|-----------------|--------|
| Minimum Power      | Monocrystalline | 0,89   |
|                    | Polycrystalline | 0,67   |
| Maximum Power      | Monocrystalline | 27,08  |
|                    | Polycrystalline | 28,95  |
| Average Power      | Monocrystalline | 15,858 |
|                    | Polycrystalline | 14,39  |
| Average Efficiency | Monocrystalline | 52,104 |
|                    | Polycrystalline | 34,134 |

Berdasarkan data hasil pengujian, panel surya monocrystalline menunjukkan kinerja yang lebih unggul dibandingkan polycrystalline dalam hal daya dan efisiensi. Daya maksimum yang dihasilkan oleh panel monocrystalline mencapai 36,86 Watt dengan efisiensi tertinggi sebesar 52,104%. Sementara itu, panel polycrystalline menghasilkan daya maksimum sebesar 34,6 Watt dengan efisiensi tertinggi sebesar 34,134%.

Rata-rata daya yang dihasilkan oleh monocrystalline sebesar 15,12 Watt dengan efisiensi rata-rata 31,61%, sedangkan pada polycrystalline rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 11,64 Watt dengan efisiensi rata-rata 17,62%. Hal ini menunjukkan bahwa panel monocrystalline lebih efektif dalam mengubah energi cahaya menjadi listrik.

Selain itu, pada waktu-waktu dengan intensitas cahaya yang tinggi, panel monocrystalline tetap menghasilkan daya dan efisiensi yang lebih baik. Performa panel juga dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan, namun monocrystalline tetap lebih stabil.

Secara keseluruhan, panel monocrystalline lebih unggul dalam hal daya keluaran dan efisiensi dibandingkan polycrystalline, sehingga lebih cocok untuk digunakan pada kondisi pengujian ini.

#### **5.4 Pengujian Pengaruh Siluet**

##### **1. Mika warna muda (hijau)**

Mika warna hijau muda digunakan sebagai bahan uji untuk menghalangi sebagian cahaya matahari. Warna ini dipilih karena memiliki tingkat transparansi sedang, sehingga dapat mensimulasikan kondisi reduksi cahaya yang alami. Objek dapat dilihat pada gambar 5.11.



Gambar 5. 11 Mika Warna Muda

Gambar 5.11 merupakan mika warna muda berwarna hijau yang digunakan untuk menguji pengaruh siluet pada kedua buah panel.



Gambar 5. 12 Mika Warna Muda Setelah Dipasang

Pada gambar 5.12 Pengujian panel surya monocrystalline dan polycrystalline dengan penutup mika warna hijau muda yang dipasang 50% sebagai media penghalang cahaya.

Tabel 5. 9 Perbandingan Mika Warna Muda

| Waktu                 | Jenis           | Tegangan<br>(V) | Arus<br>(I) | Daya<br>(W)   | Efisiensi<br>(%) | Suhu<br>(°C) | Kelembapan<br>(%) | Intensitas<br>Cahaya | Latitude | Longitude |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-------------|---------------|------------------|--------------|-------------------|----------------------|----------|-----------|
| 6/25/2025<br>08:00:30 | Monocrystalline | 15,11           | 1,47        | 22,21         | 66,47            | 27,5         | 84,1              | 15385                | -7,05314 | 110,42523 |
|                       | Polycrystalline | 14,84           | 1,45        | 21,55         | 46,65            |              |                   |                      |          |           |
| 6/25/2025<br>09:00:31 | Monocrystalline | 18,97           | 1,32        | 25,03         | 30,12            | 30,4         | 73,5              | 38265                | -7,05319 | 110,42523 |
|                       | Polycrystalline | 18,86           | 1,18        | 25,75         | 22,41            |              |                   |                      |          |           |
| 6/25/2025<br>10:00:32 | Monocrystalline | 19,06           | 1,27        | 24,2          | 42,11            | 32,4         | 64,4              | 26466,67             | -7,0532  | 110,42524 |
|                       | Polycrystalline | 18,77           | 1,11        | 20,8          | 26,17            |              |                   |                      |          |           |
| 6/25/2025<br>11:00:33 | Monocrystalline | 18,59           | 1,62        | 30,11         | 50,95            | 34,2         | 59,7              | 27105,83             | -7,05315 | 110,42523 |
|                       | Polycrystalline | 18,3            | 1,57        | 28,67         | 35,24            |              |                   |                      |          |           |
| 6/25/2025<br>12:00:34 | Monocrystalline | 19,01           | 1,4         | 26,61         | 66,29            | 34,1         | 57,9              | 18495                | -7,05311 | 110,42527 |
|                       | Polycrystalline | 18,83           | 1,38        | 25,9          | 46,65            |              |                   |                      |          |           |
| 6/25/2025<br>13:00:35 | Monocrystalline | 18,39           | 1,51        | 27,76         | 47,22            | 35,1         | 56,7              | 27079,17             | -7,05316 | 110,42523 |
|                       | Polycrystalline | 18,24           | 1,45        | 26,49         | 32,6             |              |                   |                      |          |           |
| 6/25/2025<br>14:00:36 | Monocrystalline | 15,7            | 0,93        | 14,6          | 49,17            | 33,1         | 62,1              | 13664,17             | -7,05321 | 110,42526 |
|                       | Polycrystalline | 15,08           | 0,84        | 12,68         | 30,9             |              |                   |                      |          |           |
| 6/25/2025<br>15:00:37 | Monocrystalline | 18,3            | 1,03        | 18,88         | 50,75            | 33,9         | 60,8              | 17132,5              | -7,05325 | 110,42523 |
|                       | Polycrystalline | 13,22           | 0,54        | 7,07          | 13,75            |              |                   |                      |          |           |
| 6/25/2025<br>16:00:38 | Monocrystalline | 11,45           | 0,2         | 2,29          | 11,04            | 31,5         | 67,6              | 9557,5               | -7,05322 | 110,4252  |
|                       | Polycrystalline | 11,09           | 0,15        | 1,7           | 5,91             |              |                   |                      |          |           |
| 6/25/2025<br>17:00:39 | Monocrystalline | 8,48            | 0,24        | 2,03          | 36,45            | 29,7         | 79,3              | 2564,17              | -7,05317 | 110,42522 |
|                       | Polycrystalline | 8,35            | 0,19        | 1,6           | 20,72            |              |                   |                      |          |           |
| <b>Minimal</b>        | Monocrystalline |                 |             | <b>2,03</b>   |                  |              |                   |                      |          |           |
|                       | Polycrystalline |                 |             | <b>1,6</b>    |                  |              |                   |                      |          |           |
| <b>Maksimal</b>       | Monocrystalline |                 |             | <b>30,11</b>  |                  |              |                   |                      |          |           |
|                       | Polycrystalline |                 |             | <b>28,67</b>  |                  |              |                   |                      |          |           |
| <b>Rata - rata</b>    | Monocrystalline |                 |             | <b>19,372</b> |                  |              |                   |                      |          |           |
|                       | Polycrystalline |                 |             | <b>17,22</b>  |                  |              |                   |                      |          |           |

#### Hasil Analisa :

Berdasarkan data hasil pengujian dengan penutup mika warna muda (hijau), panel surya monocrystalline menunjukkan kinerja yang lebih unggul dibandingkan polycrystalline dalam hal daya dan efisiensi. Daya maksimum yang dihasilkan oleh panel monocrystalline mencapai 30,11 Watt dengan efisiensi tertinggi sebesar 66,47%. Sementara itu, panel polycrystalline menghasilkan daya maksimum sebesar 28,67 Watt dengan efisiensi tertinggi sebesar 46,65%.

Rata-rata daya yang dihasilkan oleh monocrystalline sebesar 19,37 Watt dengan efisiensi rata-rata 45,05%, sedangkan pada polycrystalline rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 17,22 Watt dengan efisiensi rata-rata yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun panel ditutup mika warna muda, monocrystalline tetap lebih efektif dalam mengubah energi cahaya menjadi listrik.

Selain itu, pada waktu-waktu dengan intensitas cahaya tinggi, panel monocrystalline tetap mampu menghasilkan daya dan efisiensi yang lebih baik dibandingkan polycrystalline. Meskipun terdapat penurunan kinerja akibat penutup mika, panel monocrystalline tetap menunjukkan performa yang lebih stabil terhadap variasi suhu, kelembapan, serta intensitas cahaya.

Secara keseluruhan, panel monocrystalline tetap lebih unggul dalam hal daya keluaran dan efisiensi dibandingkan panel polycrystalline pada pengujian menggunakan mika warna muda (hijau), sehingga lebih direkomendasikan untuk digunakan dalam kondisi serupa.

## 2. Mika warna tua (hijau)

Mika warna hijau muda digunakan sebagai bahan uji untuk menghalangi sebagian cahaya matahari. Warna ini dipilih karena memiliki tingkat transparansi rendah, sehingga dapat mensimulasikan kondisi reduksi cahaya yang alami. Objek dapat dilihat pada gambar 5.13.



Gambar 5. 13 Mika Warna Tua

Gambar 5.13 merupakan mika warna tua berwarna hijau yang digunakan untuk menguji pengaruh siluet pada kedua buah panel.



Gambar 5. 14 Mika Warna Tua Setelah Dipasang

Pada gambar 5.14 Pengujian panel surya monocrystalline dan polycrystalline dengan penutup mika warna hijau tua yang dipasang 50% sebagai media penghalang cahaya.



Tabel 5. 10 Perbandingan Mika Warna Tua

| Waktu                 | Jenis           | Tegangan (V) | Arus (I) | Daya (W)      | Efisiensi (%) | Suhu (°C) | Kelembapan (%) | Intensitas Cahaya | Latitude | Longitude |
|-----------------------|-----------------|--------------|----------|---------------|---------------|-----------|----------------|-------------------|----------|-----------|
| 6/26/2026<br>08:00:30 | Monocrystalline | 18,7         | 1,18     | 22,16         | 21,84         | 28,4      | 68,2           | 46730             | -7,05313 | 110,4252  |
|                       | Polycrystalline | 18,48        | 1,11     | 20,48         | 14,6          |           |                |                   |          |           |
| 6/26/2026<br>09:00:31 | Monocrystalline | 19,01        | 1,26     | 23,97         | 20,21         | 32,4      | 58,4           | 54612,5           | -7,05312 | 110,42524 |
|                       | Polycrystalline | 18,5         | 1,18     | 21,92         | 13,36         |           |                |                   |          |           |
| 6/26/2026<br>10:00:32 | Monocrystalline | 18,75        | 1,73     | 32,44         | 27,35         | 32,8      | 56,5           | 54612,5           | -7,05318 | 110,42522 |
|                       | Polycrystalline | 18,15        | 1,72     | 31,21         | 19,03         |           |                |                   |          |           |
| 6/26/2026<br>11:00:33 | Monocrystalline | 18,42        | 1,12     | 20,63         | 17,4          | 34,1      | 53,3           | 54612,5           | -7,0532  | 110,42518 |
|                       | Polycrystalline | 18,29        | 1,03     | 18,87         | 11,51         |           |                |                   |          |           |
| 6/26/2026<br>12:00:34 | Monocrystalline | 18,36        | 1,38     | 25,26         | 21,3          | 35,3      | 49             | 54612,5           | -7,05316 | 110,42522 |
|                       | Polycrystalline | 17,84        | 1,38     | 24,54         | 14,96         |           |                |                   |          |           |
| 6/26/2026<br>13:00:35 | Monocrystalline | 18,52        | 0,96     | 17,69         | 14,92         | 36,3      | 48,6           | 54612,5           | -7,05317 | 110,42521 |
|                       | Polycrystalline | 18           | 0,84     | 15,14         | 9,23          |           |                |                   |          |           |
| 6/26/2026<br>14:00:36 | Monocrystalline | 18,01        | 1,25     | 22,51         | 18,98         | 35,5      | 50,3           | 54612,5           | -7,05314 | 110,42519 |
|                       | Polycrystalline | 17,14        | 1,15     | 19,65         | 11,98         |           |                |                   |          |           |
| 6/26/2026<br>15:00:37 | Monocrystalline | 13,19        | 0,34     | 4,54          | 22,37         | 35,5      | 51,3           | 9339,17           | -7,05315 | 110,42523 |
|                       | Polycrystalline | 8,88         | 0,19     | 1,7           | 6,05          |           |                |                   |          |           |
| 6/26/2026<br>16:00:38 | Monocrystalline | 8,07         | 0,18     | 1,45          | 13,83         | 32,3      | 57,7           | 4825,83           | -7,05314 | 110,42527 |
|                       | Polycrystalline | 7,92         | 0,15     | 1,21          | 8,36          |           |                |                   |          |           |
| 6/26/2026<br>17:00:39 | Monocrystalline | 8,18         | 0,17     | 1,39          | 16,97         | 31,8      | 60,3           | 3773,33           | -7,05311 | 110,42526 |
|                       | Polycrystalline | 7,97         | 0,15     | 1,22          | 10,75         |           |                |                   |          |           |
| <b>Minimal</b>        | Monocrystalline |              |          | <b>1,39</b>   |               |           |                |                   |          |           |
|                       | Polycrystalline |              |          | <b>1,21</b>   |               |           |                |                   |          |           |
| <b>Maksimal</b>       | Monocrystalline |              |          | <b>32,44</b>  |               |           |                |                   |          |           |
|                       | Polycrystalline |              |          | <b>31,21</b>  |               |           |                |                   |          |           |
| <b>Rata - rata</b>    | Monocrystalline |              |          | <b>17,204</b> |               |           |                |                   |          |           |
|                       | Polycrystalline |              |          | <b>15,59</b>  |               |           |                |                   |          |           |

#### Hasil Analisa :

Berdasarkan data hasil pengujian dengan menggunakan mika warna tua (hijau) sebagai penutup panel, panel surya monocrystalline tetap menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan polycrystalline dalam hal daya dan efisiensi. Daya maksimum yang dihasilkan oleh panel monocrystalline mencapai 32,44 Watt dengan efisiensi tertinggi sebesar 27,35%. Sementara itu, panel polycrystalline menghasilkan daya maksimum sebesar 31,21 Watt dengan efisiensi tertinggi sebesar 19,03%.

Rata-rata daya yang dihasilkan oleh panel monocrystalline sebesar 17,20 Watt dengan efisiensi rata-rata 19,51%, sedangkan pada panel polycrystalline rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 15,59 Watt dengan efisiensi rata-rata 11,98%. Meskipun selisihnya tidak terlalu besar karena adanya penurunan intensitas cahaya akibat penggunaan mika, panel monocrystalline tetap lebih unggul dalam mengubah energi cahaya menjadi listrik.

Selain itu, pada beberapa waktu dengan intensitas cahaya tinggi, panel monocrystalline masih mampu menghasilkan daya dan efisiensi yang lebih baik dibandingkan polycrystalline. Faktor suhu dan kelembapan juga turut memengaruhi performa panel, namun panel monocrystalline tetap menunjukkan performa yang lebih stabil.

Secara keseluruhan, pada pengujian dengan mika warna tua ini, panel monocrystalline tetap lebih unggul dibandingkan polycrystalline dalam hal daya keluaran dan efisiensi, sehingga lebih direkomendasikan untuk digunakan dalam kondisi serupa.

### 3. Kardus

Kardus digunakan sebagai media penghalang cahaya yang bersifat opa atau tidak tembus cahaya. Penggunaan kardus bertujuan untuk mensimulasikan kondisi tertutup total, di mana seluruh cahaya terhalang dan tidak mengenai permukaan panel surya. Objek dapat dilihat pada gambar 5.15.



Gambar 5. 15 Kardus

Gambar 5.15 merupakan kardus yang digunakan untuk menguji pengaruh siluet pada kedua buah panel.



Gambar 5. 16 Kardus Setelah Dipasang

Pada gambar 5.16 Pengujian panel surya monocrystalline dan polycrystalline dengan penutup kardus yang dipasang 50% sebagai media penghalang cahaya.

Tabel 5. 11 Perbandingan Kardus

| Waktu                 | Jenis           | Tegangan<br>(V) | Arus<br>(I) | Daya<br>(W) | Efisiensi<br>(%) | Suhu<br>(°C) | Kelembapan<br>(%) | Intensitas<br>Cahaya | Latitude | Longitude |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|------------------|--------------|-------------------|----------------------|----------|-----------|
| 6/27/2027<br>08:00:30 | Monocrystalline | 6,6             | 0,88        | 5,8         | 6,75             | 29,4         | 70,9              | 39628,33             | -7,0532  | 110,42524 |
|                       | Polycrystalline | 7,13            | 1,18        | 8,44        | 7,1              |              |                   |                      |          |           |
| 6/27/2027<br>09:00:31 | Monocrystalline | 6,52            | 0           | 0           | 0                | 32,5         | 59,8              | 20994,17             | -7,05313 | 110,42525 |
|                       | Polycrystalline | 6,93            | 0           | 0           | 0                |              |                   |                      |          |           |
| 6/27/2027<br>10:00:32 | Monocrystalline | 6,67            | 0           | 0           | 0                | 31,9         | 60,3              | 54612,5              | -7,05313 | 110,42523 |
|                       | Polycrystalline | 7,2             | 0,34        | 2,48        | 1,51             |              |                   |                      |          |           |
| 6/27/2027<br>11:00:33 | Monocrystalline | 6,52            | 0           | 0           | 0                | 34,2         | 54,7              | 54612,5              | -7,05328 | 110,42515 |
|                       | Polycrystalline | 7,04            | 0,15        | 1,08        | 0,66             |              |                   |                      |          |           |
| 6/27/2027<br>12:00:34 | Monocrystalline | 6,65            | 0           | 0           | 0                | 35,5         | 52,5              | 54612,5              | -7,05317 | 110,42524 |
|                       | Polycrystalline | 7,11            | 0           | 0           | 0                |              |                   |                      |          |           |
| 6/27/2027<br>13:00:35 | Monocrystalline | 6,38            | 0           | 0           | 0                | 33,3         | 56,9              | 26158,33             | -7,05317 | 110,4252  |
|                       | Polycrystalline | 6,95            | 0,54        | 3,72        | 4,73             |              |                   |                      |          |           |
| 6/27/2027<br>14:00:36 | Monocrystalline | 6,64            | 0           | 0           | 0                | 35           | 56                | 54612,5              | -7,05317 | 110,42522 |
|                       | Polycrystalline | 7,13            | 0           | 0           | 0                |              |                   |                      |          |           |
| 6/27/2027<br>15:00:37 | Monocrystalline | 6,52            | 0           | 0           | 0                | 35,9         | 54,3              | 40362,5              | -7,05316 | 110,42522 |
|                       | Polycrystalline | 7,04            | 0           | 0           | 0                |              |                   |                      |          |           |
| 6/27/2027<br>16:00:38 | Monocrystalline | 5,63            | 0           | 0           | 0                | 32,5         | 61,7              | 9936,67              | -7,05321 | 110,42517 |
|                       | Polycrystalline | 6,85            | 0           | 0           | 0                |              |                   |                      |          |           |
| 6/27/2027<br>17:00:39 | Monocrystalline | 3,13            | 0,15        | 0,48        | 28,09            | 30,8         | 69,1              | 784,17               | -7,05315 | 110,42528 |
|                       | Polycrystalline | 5,87            | 0           | 0           | 0                |              |                   |                      |          |           |
| Minimal               | Monocrystalline |                 |             | 0           |                  |              |                   |                      |          |           |
|                       | Polycrystalline |                 |             | 0           |                  |              |                   |                      |          |           |
| Maksimal              | Monocrystalline |                 |             | 5,8         |                  |              |                   |                      |          |           |
|                       | Polycrystalline |                 |             | 8,44        |                  |              |                   |                      |          |           |
| Rata - rata           | Monocrystalline |                 |             | 0,628       |                  |              |                   |                      |          |           |
|                       | Polycrystalline |                 |             | 1,57        |                  |              |                   |                      |          |           |

#### Hasil Analisa :

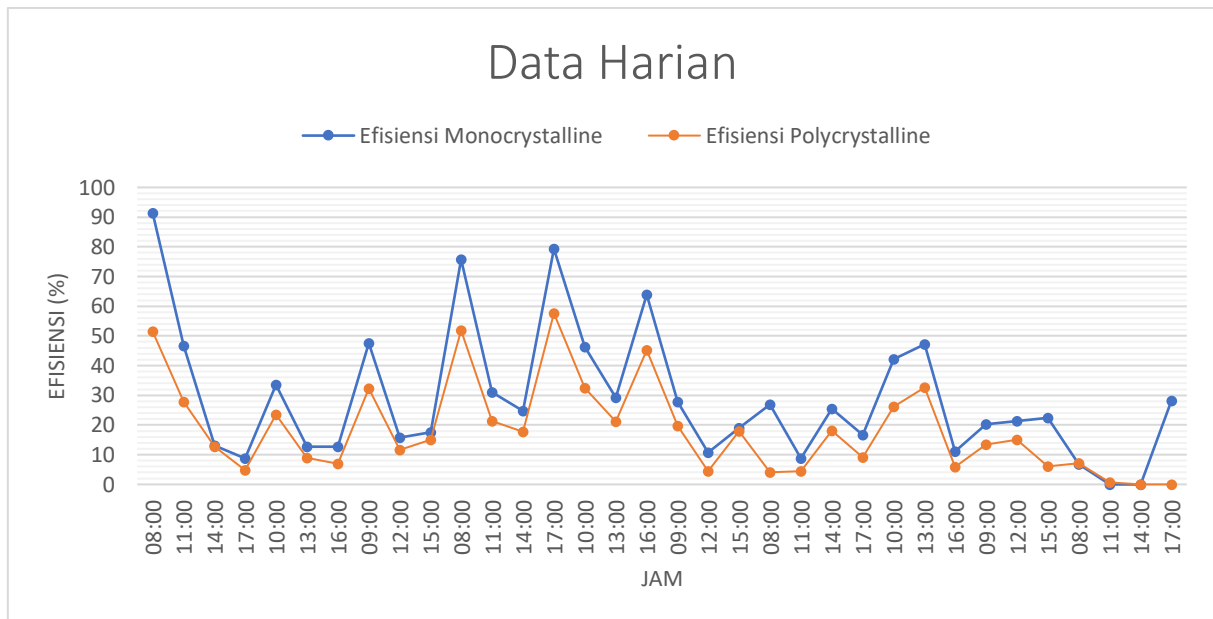
Berdasarkan data hasil pengujian dengan menggunakan setengah penutup kardus, performa panel surya mengalami penurunan yang signifikan, baik pada jenis monocrystalline maupun polycrystalline. Daya maksimum yang mampu dihasilkan oleh panel monocrystalline hanya sebesar 5,8 Watt dengan efisiensi tertinggi 28,09%, sedangkan panel polycrystalline menghasilkan daya maksimum 8,44 Watt dengan efisiensi tertinggi 7,1%.

Rata-rata daya yang dihasilkan oleh panel monocrystalline sebesar 0,63 Watt dengan efisiensi rata-rata yang sangat rendah. Sementara itu, panel polycrystalline juga menunjukkan rata-rata daya hanya 1,57 Watt, yang juga sangat rendah.

Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan kardus sebagai penutup sangat menghambat masuknya cahaya ke permukaan panel, sehingga kinerja kedua jenis panel menjadi sangat menurun. Efek penutupan ini menyebabkan panel tidak mampu mengubah energi cahaya menjadi energi listrik secara optimal, bahkan banyak titik pengujian yang menghasilkan daya nol.

Secara keseluruhan, baik panel monocrystalline maupun polycrystalline mengalami penurunan kinerja yang signifikan pada pengujian dengan setengah penutup kardus ini. Panel polycrystalline sedikit lebih unggul dalam daya maksimum, namun secara umum kedua panel tidak efektif untuk menghasilkan daya dalam kondisi ini.

## 5.5 Grafik Pengujian



Gambar 5. 17 Grafik Data Pengujian Harian

Hasil Analisa :

Hasil pengujian efisiensi panel surya Monocrystalline dan Polycrystalline pada gambar 5.17 menunjukkan adanya perbedaan performa yang cukup signifikan di antara keduanya. Secara konsisten, Monocrystalline memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan Polycrystalline. Hal ini terlihat dari kemampuan Monocrystalline yang beberapa kali mampu mencapai lonjakan efisiensi hingga 70–80% pada interval waktu tertentu, khususnya antara pukul 11:00 hingga 16:00. Sementara itu, Polycrystalline hanya mampu menghasilkan lonjakan efisiensi pada kisaran 30–50% pada periode yang sama. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa Monocrystalline lebih responsif terhadap kondisi cahaya yang optimal, sehingga mampu memaksimalkan kinerja panel ketika intensitas cahaya cukup baik.

Selain itu, pola yang terbentuk juga memperlihatkan bahwa kedua jenis panel tidak mampu mempertahankan efisiensi tinggi secara stabil sepanjang hari. Meski demikian, Monocrystalline tetap menunjukkan performa yang lebih unggul karena masih dapat menghasilkan nilai efisiensi yang relatif tinggi pada titik-titik tertentu. Sebaliknya, Polycrystalline cenderung memiliki kinerja yang lebih datar, tetapi jauh

lebih rendah dari Monocrystalline. Menjelang sore, kedua jenis panel mengalami penurunan efisiensi yang signifikan, dengan Polycrystalline lebih cepat mengalami penurunan hingga mendekati nol, sementara Monocrystalline masih mampu mempertahankan efisiensi dalam kisaran rendah hingga menengah.

Jika dilihat dari nilai statistiknya, panel Monocrystalline memiliki efisiensi minimum sebesar 0, maksimum mencapai 288,78, dengan rata-rata sebesar 28,3696. Sementara itu, Polycrystalline juga memiliki efisiensi minimum 0, maksimum sebesar 197,95, dan rata-rata 17,5621. Data ini semakin memperkuat kesimpulan bahwa Monocrystalline mampu memberikan efisiensi yang lebih tinggi secara keseluruhan dibandingkan Polycrystalline, baik dari sisi pencapaian maksimal maupun rata-rata kinerjanya.

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa Monocrystalline lebih sesuai digunakan ketika dibutuhkan efisiensi tinggi dan pemanfaatan optimal dari intensitas cahaya yang bervariasi sepanjang hari. Sedangkan Polycrystalline, meskipun lebih stabil, tidak mampu memberikan performa yang sama dan cenderung kurang menguntungkan dari sisi output energi secara keseluruhan. Oleh karena itu, Monocrystalline lebih direkomendasikan sebagai pilihan utama untuk kondisi pengoperasian yang menuntut efisiensi tinggi, sedangkan Polycrystalline hanya dapat dipertimbangkan apabila prioritas utamanya adalah kestabilan dengan biaya yang lebih rendah.

## **5.6 Pengaruh Suhu dan Kelembapan Terhadap Keluaran Daya**

Pengambilan data untuk menguji pengaruh suhu terhadap keluaran daya pada panel surya dilakukan selama 10 hari masa pengamatan. Namun, untuk keperluan analisis pengaruh suhu secara lebih spesifik, hanya digunakan data pada tiga hari tertentu dengan rentang waktu pengambilan data terbatas, yaitu dari pukul 08.00 hingga 12.00 WIB. Oleh karena itu, nilai daya minimum, maksimum, dan rata-rata yang dianalisis dalam konteks pengaruh suhu tersebut disesuaikan dengan jumlah data yang tersedia dalam rentang waktu tersebut.

### 5.6.1 Data Pengecekan Suhu dan Kelembapan

Tabel 5. 12 Data pada Hari Ketiga

| Waktu                 | Panel Surya     | Efisiensi (%)   | Suhu (°C) | Kelembapan (%) |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------|----------------|
| 08.00                 | Monocrystalline | 27,18           | 28,6      | 80,9           |
|                       | Polycrystalline | 4,93            |           |                |
| 09.00                 | Monocrystalline | 47,55           | 29,6      | 79             |
|                       | Polycrystalline | 32,3            |           |                |
| 10.00                 | Monocrystalline | 28,52           | 30,1      | 75,7           |
|                       | Polycrystalline | 18,55           |           |                |
| 11.00                 | Monocrystalline | 12,51           | 33        | 68,1           |
|                       | Polycrystalline | 6,25            |           |                |
| 12.00                 | Monocrystalline | 15,75           | 32,4      | 69,2           |
|                       | Polycrystalline | 11,65           |           |                |
|                       |                 |                 |           |                |
| Efisiensi Minimum     |                 | Monocrystalline | 12,51     |                |
|                       |                 | Polycrystalline | 4,93      |                |
| Efisiensi Maksimum    |                 | Monocrystalline | 47,55     |                |
|                       |                 | Polycrystalline | 32,2      |                |
| Efisiensi Rata – rata |                 | Monocrystalline | 26,302    |                |
|                       |                 | Polycrystalline | 14,736    |                |

Tabel 5. 13 Data pada Hari Kesembilan

| Waktu | Panel Surya     | Efisiensi (%) | Suhu (°C) | Kelembapan (%) |
|-------|-----------------|---------------|-----------|----------------|
| 08.00 | Monocrystalline | 21,84         | 28,4      | 68,2           |
|       | Polycrystalline | 14,6          |           |                |
| 09.00 | Monocrystalline | 20,21         | 32,4      | 58,4           |
|       | Polycrystalline | 13,36         |           |                |
| 10.00 | Monocrystalline | 27,35         | 32,8      | 56,5           |



|                       |                 |                 |        |      |
|-----------------------|-----------------|-----------------|--------|------|
|                       | Polycrystalline | 19,03           |        |      |
| 11.00                 | Monocrystalline | 17,4            | 34,1   | 53,3 |
|                       | Polycrystalline | 11,51           |        |      |
| 12.00                 | Monocrystalline | 21,3            | 35,3   | 49   |
|                       | Polycrystalline | 14,96           |        |      |
|                       |                 |                 |        |      |
| Efisiensi Minimum     |                 | Monocrystalline | 17,4   |      |
|                       |                 | Polycrystalline | 11,51  |      |
| Efisiensi Maksimum    |                 | Monocrystalline | 27,35  |      |
|                       |                 | Polycrystalline | 19,03  |      |
| Efisiensi Rata – rata |                 | Monocrystalline | 21,62  |      |
|                       |                 | Polycrystalline | 14,692 |      |

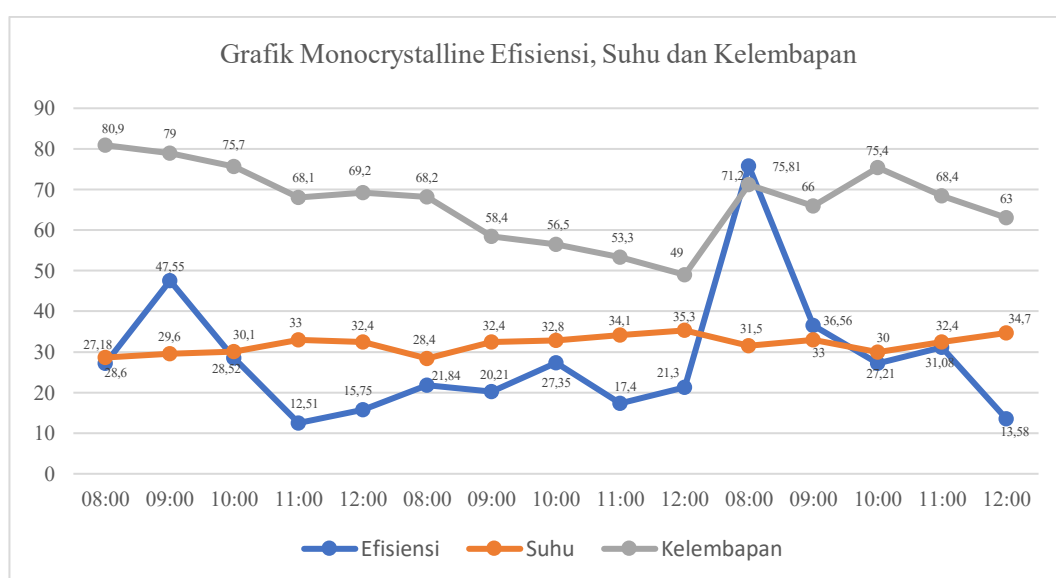
Tabel 5. 14 Data pada Hari Keempat

| Waktu             | Panel Surya     | Efisiensi (%)   | Suhu (°C) | Kelembapan (%) |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------|----------------|
| 08.00             | Monocrystalline | 75,81           | 31,5      | 71,2           |
|                   | Polycrystalline | 51,9            |           |                |
| 09.00             | Monocrystalline | 36,56           | 33        | 66             |
|                   | Polycrystalline | 23,13           |           |                |
| 10.00             | Monocrystalline | 27,21           | 30        | 75,4           |
|                   | Polycrystalline | 18,38           |           |                |
| 11.00             | Monocrystalline | 31,08           | 32,4      | 68,4           |
|                   | Polycrystalline | 21,29           |           |                |
| 12.00             | Monocrystalline | 13,58           | 34,7      | 63             |
|                   | Polycrystalline | 4,4             |           |                |
|                   |                 |                 |           |                |
| Efisiensi Minimum |                 | Monocrystalline | 13,58     |                |
|                   |                 | Polycrystalline | 4,4       |                |

|                       |                 |               |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Efisiensi Maksimum    | Monocrystalline | <b>75,81</b>  |
|                       | Polycrystalline | <b>51,9</b>   |
| Efisiensi Rata – rata | Monocrystalline | <b>36,846</b> |
|                       | Polycrystalline | <b>23,82</b>  |

## 5.6.2 Grafik Suhu Dan Kelembapan

### 1. Suhu dan Kelembapan Monocrystalline



Gambar 5. 18 Grafik Efisiensi, Suhu dan Kelembapan Monocrystalline

Berdasarkan gambar 5.18 diatas efisiensi, suhu, dan kelembapan pada monocrystalline yang diamati selama tiga hari dari pukul 08:00 hingga 12:00, terlihat bahwa efisiensi mengalami fluktuasi yang cukup signifikan dibandingkan variabel lainnya. Efisiensi mencapai puncaknya pada pukul 09:00 hari pertama dengan nilai 47,55 dan meningkat tajam pada pukul 08:00 hari ketiga dengan nilai 71,28. Namun, setelah itu efisiensi cenderung menurun drastis, khususnya pada pukul 11:00 dengan nilai 21,72, bahkan mencapai titik terendah pada pukul 12:00 hari ketiga dengan nilai 13,58. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal, terutama kondisi lingkungan.

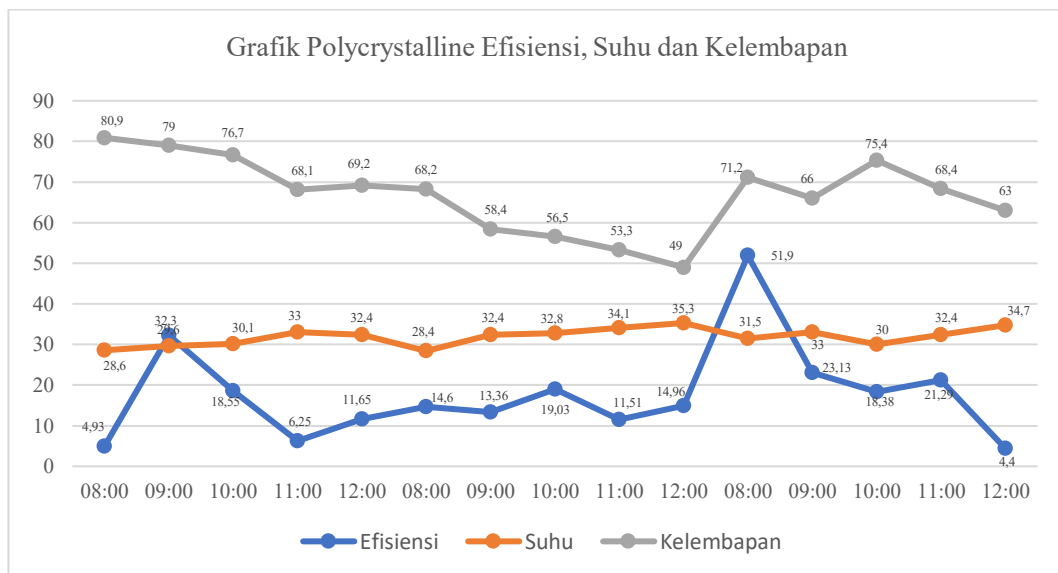
Suhu cenderung stabil dengan kisaran antara 30 hingga 35 derajat Celsius. Nilai terendah tercatat pada 09:00 hari pertama sebesar 30,1 derajat, sementara nilai

tertinggi tercapai pada 10:00 hari ketiga yaitu 36,56 derajat. Meskipun relatif stabil, terlihat bahwa ketika suhu meningkat di atas 34 derajat, efisiensi cenderung menurun. Sebaliknya, saat suhu berada pada kisaran 30 hingga 32 derajat, efisiensi relatif lebih terjaga.

Kelembapan menunjukkan pola yang lebih fluktuatif dibandingkan suhu. Pada awal pengamatan, kelembapan cukup tinggi yaitu 80,9% pada pukul 08:00 hari pertama, lalu menurun hingga mencapai titik terendah sekitar 49% pada pukul 12:00 hari kedua. Menariknya, pada hari ketiga kelembapan meningkat kembali hingga mencapai 75,4% pada pukul 10:00, sebelum kembali menurun menjadi 63% pada pukul 12:00. Kenaikan kelembapan yang tinggi ini ternyata berkorelasi positif dengan efisiensi, terbukti dari lonjakan efisiensi yang sangat signifikan pada pukul 08:00 hari ketiga ketika kelembapan masih berada di atas 70%.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa efisiensi lebih dipengaruhi oleh kelembapan dibandingkan suhu. Semakin tinggi kelembapan, efisiensi cenderung meningkat, sementara suhu berperan sebagai faktor sekunder yang menekan efisiensi ketika nilainya melebihi 34 derajat. Waktu terbaik untuk mencapai efisiensi optimal adalah pada pagi hari antara pukul 08:00 hingga 09:00, ketika kelembapan masih tinggi dan suhu relatif rendah. Sebaliknya, menjelang siang, khususnya mendekati pukul 12:00, efisiensi menurun drastis akibat suhu yang meningkat dan kelembapan yang menurun.

## 2. Suhu dan Kelembapan Polycrystalline



Gambar 5. 19 Grafik Efisiensi, Suhu dan Kelembapan Polycrystalline

Berdasarkan gambar 5.19 grafik, efisiensi mengalami fluktuasi yang cukup tajam dan tidak stabil dibandingkan suhu maupun kelembapan. Pada pukul 08:00 hari pertama, efisiensi bernilai negatif (-4,93), kemudian melonjak drastis hingga 32,3 pada pukul 09:00. Namun setelah itu, nilai efisiensi cenderung menurun, bahkan mencapai titik terendah 6,25 pada pukul 11:00. Di hari kedua pola serupa terjadi, dengan kenaikan besar pada pukul 08:00 hari ketiga mencapai 51,9 ketika kelembapan tinggi, tetapi kembali menurun tajam hingga hanya 4,4 pada pukul 12:00. Pola ini menegaskan bahwa efisiensi sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama kelembapan.

Suhu relatif lebih stabil dengan kisaran 28,6°C hingga 35,3°C. Suhu terendah tercatat pada pukul 08:00 (28,6°C), sedangkan suhu tertinggi terjadi pada pukul 12:00 (34,7°C). Secara umum, kenaikan suhu yang mendekati 35°C beriringan dengan penurunan efisiensi. Hal ini menunjukkan bahwa suhu tinggi cenderung mengurangi kinerja, meskipun pengaruhnya tidak sebesar kelembapan.

Kelembapan mengalami tren penurunan dari 80,9% pada pukul 08:00 menjadi 49% pada pukul 12:00 hari kedua, kemudian naik kembali hingga 75,4% pada pukul 10:00 hari ketiga, sebelum turun lagi ke 63% pada pukul 12:00. Kenaikan kelembapan di atas 70% tampak berbanding lurus dengan meningkatnya efisiensi,

misalnya pada pukul 08:00 hari ketiga (kelembapan 71,2% → efisiensi 51,9). Sebaliknya, ketika kelembapan rendah di bawah 55%, efisiensi cenderung jatuh ke angka yang sangat rendah.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa efisiensi lebih dipengaruhi oleh kelembapan dibanding suhu. Kondisi kelembapan tinggi mendorong peningkatan efisiensi, sementara suhu tinggi justru menekan kinerja. Waktu terbaik untuk mencapai efisiensi optimal adalah di pagi hari (08:00–09:00) saat kelembapan masih cukup tinggi dan suhu relatif rendah. Sedangkan kondisi terburuk biasanya terjadi mendekati siang (11:00–12:00), ketika suhu naik dan kelembapan turun sehingga efisiensi berada pada titik terendah.

### 5.6.3 Korelasi Suhu

Hari Ketiga

#### 1. Data Monocrystalline :

- Suhu : [28.6, 29.6, 30.1, 33, 32.4]
- Efisiensi Mono: [27.18, 47.55, 28.52, 12.51, 15.75]

Hasil perhitungan korelasi :

$$r \approx -0.724$$

-0.724 (Korelasi negatif cukup kuat)

Artinya : Saat suhu naik, efisiensi panel monocrystalline cenderung menurun.

#### 2. Data Polycrystalline :

- Suhu: [28.6, 29.6, 30.1, 33, 32.4]
- Efisiensi Poly: [4.93, 32.3, 18.55, 6.25, 11.65]

Hasil perhitungan korelasi :

$$r \approx -0.112$$

-0.112 (Korelasi negative sangat lemah)

Artinya : Efisiensi polycrystalline tidak terlalu terpengaruh oleh suhu dalam data ini.

Pengambilan Data Mika Warna Tua

#### 1. Data Monocrystalline :

- Suhu: [28.4, 32.4, 32.8, 34.1, 35.3]

- Efisiensi Mono: [21.84, 20.21, 27.35, 17.4, 21.3]

Hasil perhitungan korelasi :

$$r \approx -0.289$$

-0.289 (Korelasi negative lemah)

Artinya : Ada kecenderungan efisiensi panel monocrystalline menurun saat suhu naik, namun pengaruhnya tidak terlalu kuat.

## 2. Data Polycrystalline :

- Suhu: [28.4, 32.4, 32.8, 34.1, 35.3]
- Efisiensi Poly: [14.6, 13.36, 19.03, 11.51, 14.96]

Hasil perhitungan korelasi :

$$r \approx -0.070$$

-0.070 (Korelasi sangat lemah)

Artinya : Hampir tidak ada hubungan antara suhu dan efisiensi pada panel polycrystalline dalam data ini.

## Hari Keempat

### 1. Data Monocrystalline :

- Suhu: [31.5, 33, 30, 32.4, 34.7]
- Efisiensi Mono: [75.81, 36.56, 27.21, 31.08, 13.58]

Hasil perhitungan korelasi :

$$r \approx -0.916$$

-0.916 (Korelasi negatif sangat kuat)

Artinya : Semakin tinggi suhu, efisiensi panel monocrystalline menurun drastis.

### 2. Data Polycrystalline :

- Suhu: [31.5, 33, 30, 32.4, 34.7]
- Efisiensi Poly: [51.9, 23.13, 18.38, 21.29, 4.4]

Hasil perhitungan korelasi :

$$r \approx -0.942$$

-0.942 (Korelasi negatif sangat kuat)

Artinya : Panel polycrystalline juga menunjukkan penurunan efisiensi yang sangat signifikan saat suhu meningkat.

### 5.6.4 Korelasi Kelembapan

Hari Ketiga

#### 1. Data Monocrystalline :

- Kelembapan : [80.9, 79, 75.7, 68.1, 69.2]
- Efisiensi Mono : [27.18, 47.55, 28.52, 12.51, 15.75]

Hasil perhitungan korelasi :

$$r \approx 0.532$$

+0.532 (Korelasi positif sedang)

Artinya : Efisiensi panel monocrystalline cenderung naik saat kelembapan tinggi, namun pengaruhnya tidak terlalu kuat.

#### 2. Data Polycrystalline :

- Kelembapan : [80.9, 79, 75.7, 68.1, 69.2]
- Efisiensi Poly: [4.93, 32.3, 18.55, 6.25, 11.65]

Hasil perhitungan korelasi :

$$r \approx 0.516$$

+0.516 (Korelasi positif sedang)

Artinya : Efisiensi panel polycrystalline juga cenderung naik saat kelembapan meningkat, meskipun pengaruhnya tidak terlalu kuat.

Pengambilan Data Mika Warna Tua

#### 1. Data Monocrystalline :

- Kelembapan : [68.2, 58.4, 56.5, 53.3, 49]
- Efisiensi Mono: [21.84, 20.21, 27.35, 17.4, 21.3]

Hasil perhitungan korelasi :

$$r \approx 0.586$$

+0.586 (Korelasi positif sedang)

Artinya : Efisiensi panel monocrystalline cenderung meningkat saat kelembapan lebih tinggi, tapi pengaruhnya masih sedang.

#### 2. Data Polycrystalline :

- Kelembapan : [68.2, 58.4, 56.5, 53.3, 49]
- Efisiensi Poly: [14.6, 13.36, 19.03, 11.51, 14.96]

Hasil perhitungan korelasi :

$$r \approx 0.707$$

+0.707 (Korelasi positif cukup kuat)

Artinya : Efisiensi panel polycrystalline menunjukkan kecenderungan lebih meningkat saat kelembapan tinggi dibanding monocrystalline dalam data ini.

Hari Keempat

1. Data Monocrystalline :

- Kelembapan : [71.2, 66, 75.4, 68.4, 63]
- Efisiensi Mono: [75.81, 36.56, 27.21, 31.08, 13.58]

Hasil perhitungan korelasi :

$$r \approx 0.673$$

+0.673 (Korelasi positif cukup kuat)

Artinya : Efisiensi panel monocrystalline cenderung meningkat saat kelembapan lebih tinggi pada data ini.

2. Data Polycrystalline :

- Kelembapan : [71.2, 66, 75.4, 68.4, 63]
- Efisiensi Poly: [51.9, 23.13, 18.38, 21.29, 4.4]

Hasil perhitungan korelasi :

$$r \approx 0.734$$

+0.734 (Korelasi positif kuat)

Artinya : Efisiensi panel polycrystalline menunjukkan hubungan cukup kuat dengan kelembapan; semakin tinggi kelembapan, efisiensi cenderung meningkat.

### 5.6.5 Kesimpulan Korelasi Suhu dan Kelembapan Terhadap Keluaran Daya

Berdasarkan hasil analisis korelasi antara suhu dan efisiensi panel surya monocrystalline dan polycrystalline selama pengujian, diperoleh bahwa suhu memiliki pengaruh negatif terhadap efisiensi kedua jenis panel. Semakin tinggi suhu yang diterima panel, efisiensi cenderung mengalami penurunan.

Pada panel monocrystalline, korelasi antara suhu dan efisiensi bervariasi dari lemah hingga sangat kuat. Sementara itu, panel polycrystalline juga menunjukkan kecenderungan yang sama, di mana efisiensi cenderung menurun



seiring peningkatan suhu. Secara umum, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa kenaikan suhu berdampak negatif terhadap efisiensi kedua jenis panel surya.

Hasil analisis korelasi antara kelembapan dan efisiensi panel surya menunjukkan adanya hubungan positif pada kedua jenis panel. Artinya, efisiensi panel cenderung meningkat saat kelembapan udara lebih tinggi, meskipun tingkat kekuatan hubungan tersebut bervariasi pada setiap hari pengujian.

Pada panel monocrystalline, korelasi antara kelembapan dan efisiensi berkisar dari sedang hingga cukup kuat. Efisiensi panel ini cenderung mengalami peningkatan saat kelembapan lebih tinggi, namun pengaruhnya tidak selalu signifikan. Sementara itu, panel polycrystalline juga menunjukkan hal yang serupa, bahkan dengan tingkat korelasi yang umumnya sedikit lebih tinggi dibandingkan panel monocrystalline. Secara umum, kelembapan memiliki pengaruh positif terhadap efisiensi kedua jenis panel surya. Panel polycrystalline menunjukkan respon yang sedikit lebih kuat terhadap kelembapan dibandingkan panel monocrystalline.

## **5.7 Kendala Saat Pengujian**

### **5.7.1 Saat Pengujian Tanpa Penghalang**

Selama proses pengujian sistem monitoring panel surya yang dilakukan pada tanggal 15–27 Juni 2025, terdapat beberapa kendala teknis dan lingkungan yang memengaruhi kelancaran pengambilan data. Berikut ini merupakan ringkasan kendala harian yang terjadi :

- Minggu, 15 Juni 2025

Terjadi gangguan pada sensor GPS NEO-6M yang menyebabkan kesulitan dalam mengunci sinyal satelit. Komponen perlu dicek ulang beberapa kali agar dapat memperoleh koordinat lokasi dengan akurat.

- Senin, 16 Juni 2025

Sensor suhu dan kelembapan DHT22 mengalami eror pada pertengahan pengujian, sehingga perlu dilakukan penggantian sensor untuk melanjutkan proses pengambilan data.

- Selasa, 17 Juni 2025

Sensor intensitas cahaya BH1750 tidak dapat mendeteksi nilai lux secara konsisten, yang menyebabkan data pencahayaan tidak terekam dengan baik pada beberapa interval waktu.

- Rabu, 18 Juni 2025  
Kondisi cuaca yang kurang mendukung (berawan atau mendung) menyebabkan nilai arus yang dihasilkan oleh panel surya sangat rendah. Hal ini turut mempengaruhi nilai daya dan efisiensi yang tercatat.
- Kamis, 19 Juni 2025  
Sensor DHT22 kembali mengalami eror dan tidak dapat memberikan pembacaan suhu dan kelembapan yang valid.
- Jumat, 20 Juni 2025  
Mikrokontroler ESP32 mengalami overhear (terlalu panas), sehingga pada beberapa kali pengujian tidak terdeteksi oleh komputer. Untuk mengatasinya, dilakukan pengujian manual dengan menggunakan adaptor daya eksternal.
- Sabtu, 21 Juni 2025  
Tidak terdapat kendala selama proses pengambilan data.

### **5.7.2 Saat Pengujian Dengan Penghalang**

- Rabu, 25 Juni 2025  
Sensor BH1750 kembali mengalami ketidakstabilan dalam mendeteksi nilai lux, meskipun sebelumnya sempat berjalan normal.
- Kamis, 26 Juni 2025  
Tidak terdapat gangguan atau kendala selama proses pengambilan data.
- Jumat, 27 Juni 2025  
Pengambilan data berjalan dengan baik tanpa kendala yang berarti.