



## PENERAPAN HUKUM TERMODINAMIKA PERTAMA DALAM PENGGUNAAN ENERGI PANEL SURYA TERHADAP PENERANGAN JALAN UMUM (PJU)

**Rieke Nur Fitria**

Program Studi Pendidikan Ilmu Pendidikan Alam, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

**Pramudya Aulia Fadila**

Program Studi Pendidikan Ilmu Pendidikan Alam, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

**Hanin Nabila**

Qurrotul A'yunin Nafi'ah

Program Studi Pendidikan Ilmu Pendidikan Alam, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

**Avina Putri Syahida**

Program Studi Pendidikan Ilmu Pendidikan Alam, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

**Sapti Puspitarini**

Program Studi Pendidikan Ilmu Pendidikan Alam, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya  
*correspondent author: rieke.22103@mhs.unesa.ac.id*

**ABSTRACT:** *In general, street lights that use solar power are converted to electricity. The conversion of solar heat into electrical energy that causes the street lights to turn on uses the principles of the First Law of Thermodynamics. This article aims to identify the process and challenges in applying the First Law of Thermodynamics to renewable energy technologies, especially in the context of using solar energy for street lighting. The method applied is Literature Review from various journals both at national and international levels. The first law of thermodynamics is related to the creation of renewable energy which is currently the focus of efforts to create sustainable energy. This topic discusses the concept of the first law of thermodynamics, and the mechanism of converting sunlight into electrical energy and then into street lighting. Various challenges are affected in the form of heat management, the use of environmentally unfriendly materials in solar panels, expensive investment costs, energy conversion efficiency. This article reinforces the importance of applying the first law of thermodynamics to the development of renewable energy, and the challenges resolved in its implementation.*

**Keywords:** *First law of thermodynamics, renewable energy, solar panels, public street lighting*

**ABSTRAK:** Pada umumnya pada lampu jalan yang menggunakan tenaga matahari yang diubah ke listrik. Perubahan panas matahari menjadi energi listrik yang menyebabkan nyalanya lampu jalan menggunakan prinsip - prinsip Hukum Termodinamika Pertama. Artikel ini

bertujuan untuk mengidentifikasi proses dan tantangan dalam penerapan Hukum Termodinamika Pertama pada teknologi energi terbarukan, khususnya dalam konteks penggunaan energi surya (matahari) untuk PJU. Metode yang diterapkan adalah *Literature Review* dari beragam jurnal baik di tingkat nasional maupun internasional. Hukum termodinamika pertama berkaitan dengan terciptanya energi terbarukan yang sekarang ini menjadi fokus dalam upaya terciptanya energi yang berkelanjutan. Pada topik ini dibahas konsep hukum termodinamika pertama, dan mekanisme perubahan sinar matahari menjadi energi listrik lalu ke PJU. Berbagai tantangan mempengaruhi yang berupa pengelolaan panas, penggunaan bahan yang tidak ramah lingkungan di panel surya, biaya investasi yang mahal, efisiensi konversi energi. Artikel ini memperkuat pemahaman pentingnya penerapan hukum termodinamika pertama pada pengembangan energi terbarukan, dan tantangan yang diselesaikan dalam pengimplementasiannya.

**Kata Kunci** : Hukum termodinamika pertama, energi terbarukan, panel surya, penerangan jalan umum

## **PENDAHULUAN**

Energi terbarukan telah menjadi fokus utama dalam upaya menciptakan masa depan energi yang berkelanjutan. Pemanfaatan sumber daya alam yang terbarukan menjadi krusial dalam mengatasi tantangan perubahan iklim dan kebutuhan akan energi yang terus meningkat (Haryanto, 2017). Di sisi lain, hukum termodinamika pertama menjadi landasan teoritis yang penting dalam merancang teknologi energi terbarukan yang efisien dan berkelanjutan. Meskipun begitu, penerapan hukum termodinamika pertama dalam konteks teknologi terbarukan masih memiliki sejumlah tantangan dan peluang yang perlu dipahami lebih dalam. Karakteristik model dan analisis peluang-tantangan industri 4.0 turut memberikan wawasan mengenai keterkaitan antara teknologi terbarukan dengan perkembangan industri modern. Implementasi energi terbarukan dalam pemanfaatan panas matahari terhadap teknologi terbarukan juga menjadi topik penting yang perlu dieksplorasi lebih lanjut (Haryanto, 2016).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dikenal sebagai sumber energi terbarukan karena mengandalkan energi matahari yang tak terbatas, tidak akan habis, dan secara alami diperbarui oleh alam. PLTS menggunakan panel surya yang terbuat dari material konduktor untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Energi listrik ini dapat langsung digunakan atau disimpan dalam baterai untuk penggunaan masa depan (Ramades, 2024). Matahari merupakan sumber energi yang jumlahnya tinggi serta bersifat terus menerus sampai siklus alam masih berlangsung. Penggunaan tenaga surya bisa dijalankan dengan metode mengubah sinar matahari dengan langsung sebagai energi panas menjadi listrik (Nardi, 2024).

Selain itu, PLTS juga sering dilengkapi dengan sistem penyimpanan termal untuk efisiensi maksimum sehingga memberi kemudahan untuk mengimplementasikan menjadi Penerangan Jalan Umum (PJU). PLTS sendiri menggunakan sinar UV sebagai sumber tenaga listriknya, yang merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam, yaitu matahari. Energi ini dimanfaatkan untuk menyuplai listrik pada panel surya dengan menggunakan sel surya. Sel surya ini dapat menyerap energi secara total dari matahari tanpa batas dan tanpa memerlukan bahan bakar, serta tidak mengalami rotasi. Oleh karena itu, sistem sel surya sering dianggap lebih praktis daripada generator listrik (Nardi, 2024). Pencahayaan jalan umum atau

dapat disebut PJU adalah struktur jalan yang berfungsi untuk mendukung kegiatan masyarakat serta semua pengguna jalan, termasuk pejalan kaki, pengendara sepeda, dan orang yang menggunakan kendaraan lainnya. Kehadiran PJU sangat penting untuk meningkatkan tingkat keamanan dan kenyamanan, terutama saat malam hari. Dengan adanya PJU, pengguna jalan cenderung lebih waspada dan merasa lebih aman (Ramades, 2024).

Energi terbarukan atau *renewable energy* adalah energi yang berasal dari sumber daya terbarukan seperti sinar matahari. Studi terbaru mengenai analisis termodinamika dan energi terbarukan memberikan perspektif yang relevan dalam konteks penerapan hukum termodinamika pertama dalam teknologi energi terbarukan (Fadhilla, 2023). Dengan memahami beragam kontribusi penelitian terkait, kita dapat mengeksplorasi lebih dalam mengenai peluang dan tantangan dalam penerapan hukum termodinamika pertama yang berbunyi “energi tidak dapat dimusnahkan namun dapat diubah dalam bentuk lain” (Trisnowati et al., 2023) maka dalam hal ini kami mengambil kasus pemanfaatan energi sinar matahari sebagai energi terbarukan yang akan disimpan melalui panel surya untuk dimanfaatkan menjadi Penerangan Jalan Umum (PJU), maka dari itu tujuan dari pembuatan artikel ini adalah untuk mengidentifikasi proses dan tantangan dalam penerapan Hukum Termodinamika Pertama pada teknologi energi terbarukan, khususnya dalam konteks penggunaan energi surya (matahari) untuk PJU. (Darmawan, 2023).

## **METODE**

Dalam penelitian ini, metode yang diterapkan adalah *Literature Review* dari beragam jurnal baik di tingkat nasional maupun internasional. Sumber bacaan yang dikumpulkan kemudian dianalisis secara sistematis melalui proses literature review yang mencakup langkah-langkah pengumpulan, evaluasi, dan pengembangan penelitian dengan fokus khusus. Langkah awal melibatkan pengumpulan bahan bacaan yang relevan, diikuti dengan evaluasi mendalam terhadap isi dan metodologi yang digunakan dalam setiap jurnal yang terpilih. Selanjutnya, informasi yang diperoleh dari berbagai sumber dianalisis secara rinci untuk mengembangkan penelitian dengan pendekatan yang sesuai dengan tujuan dan fokus penelitian yang ditentukan.

## **PEMBAHASAN**

### **1. Hukum Termodinamika 1**

Bunyi hukum termodinamika pertama yaitu “Energi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan tetapi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain”. Perubahan total energi bersih yang terdapat di dalam sistem selama proses terjadi sama dengan total energi yang masuk ke sistem dikurangi total energi yang keluar sistem selama proses (Raihan et al., 2022).

Hukum termodinamika pertama adalah suatu persamaan terkait kekekalan energi yang menyatakan bahwa hanya energi dalam yang berubah pada suatu sistem. Dalam hal ini, tidak terdapat perpindahan energi berupa kalor dan usaha yang diberikan pada sistem bernilai nol, oleh sebab itu energi dalamnya konstan. Sehingga dapat disimpulkan pada keadaan ini energi dalam bersifat tetap atau konstan (Evalina et al., 2019).

## 2. Panel Surya

Panel surya merupakan suatu perangkat alat yang terbuat dari bahan semikonduktor dan bertujuan untuk mengkonversi energi sinar matahari yang diperoleh menjadi energi listrik. Panel surya semikonduktor ini termasuk suatu perangkat yang cukup sederhana. Semikonduktor mempunyai kapasitas untuk menyerap cahaya dan menghantarkan sebagian energi dari foton yang diserap menuju ke pembawa arus listrik elektron dan lubang. Dioda semikonduktor memisahkan dan menyatukan pembawa arus listrik elektron dan mentransfer arus listrik yang dihasilkan secara istimewa ke suatu arah tertentu. Jadi, sel surya hanya terdiri dari satu buah dioda semikonduktor yang telah dirancang dan disusun dengan teliti untuk dapat menyerap dan mengkonversi dari energi cahaya matahari menjadi energi listrik secara efisien (Sari, 2022). Faktor-faktor yang mempengaruhi mekanisme atau cara kerja dari panel surya diantaranya adalah intensitas cahaya, temperatur lingkungan, keadaan cuaca, kondisi angin, serta posisi panel surya terhadap matahari (Abast, 2022).

Salah satu faktor utama mekanisme atau cara kerja panel surya yaitu temperatur lingkungan yang sangat mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh panel surya. Tingkat maksimum suatu panel surya dapat beroperasi yakni apabila temperaturnya tetap normal yaitu pada suhu 25° C, apabila temperatur mengalami kenaikan sehingga menjadi lebih tinggi dari temperatur normal, maka akan membuat nilai tegangan menurun. Setiap temperatur panel surya naik 10° Celsius dari 25° C atau temperatur normal, maka tegangan akan menurun sekitar 0,4 % dari total tegangan yang dihasilkan atau dengan makna lain total tegangan akan menurun dua kali lipat pada kenaikan temperatur panel setiap 100° C. Faktor utama lain pada cara kerja panel surya adalah intensitas cahaya matahari pada permukaan panel yang sangat mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh panel surya. Keduanya memiliki hubungan yang berbanding lurus, yaitu jika intensitas cahaya matahari yang diperoleh semakin besar, arus yang dihasilkan juga akan semakin besar (Abast, 2022).

Panel surya dapat dipengaruhi oleh keadaan angin di sekitarnya, apabila angin yang berhembus besar maka suhu pada permukaan Panel akan semakin kecil, hal ini mengakibatkan terjaganya tegangan Panel surya. Selain itu tegangan pada Panel surya juga dapat dipengaruhi oleh keadaan cuaca yang tidak menentu seperti mendung, cerah berawan dan lain sebagainya. Posisi Panel surya akan mempengaruhi besar kecilnya intensitas cahaya yang dapat diserap, sehingga Panel surya akan memiliki intensitas cahaya maksimum apabila posisinya tegak lurus dengan matahari. (Abast, 2022).

Berdasarkan bahan pembuatannya Panel surya dapat digolongkan menjadi tiga jenis diantaranya ada *monocrystalline*, *polycrystalline*, dan *thin film solar cell* (TFSC). *Monocrystalline* memiliki kinerja yang tinggi karena Panel surya yang dihasilkan identik satu sama lain yang berbahan dasar batangan kristal silikon murni yang teksturnya sangat tipis. *Polycrystalline* memiliki kinerja lebih rendah dari *monocrystalline* yang dibuat dengan cara meleburkan batang kristal silikon murni. *Thin Film Solar Cell* (TFSC) memiliki kinerja yang paling rendah diantara ketiganya yang dibuat dengan cara

menambahkan lapisan dasar dengan beberapa lapisan sel surya yang tipis sehingga hasil akhirnya akan tipis.

Panel surya menghasilkan daya yang sebanding dengan tegangan yang dipengaruhi oleh arus dalam Panel surya. Arus yang dihasilkan oleh Panel surya dapat berasal dari perbedaan tegangan. Oleh karena itu Panel surya memiliki perbedaan dengan baterai yang arusnya berasal dari tegangan sama.

### **3. Penerangan Jalan Umum**

Penerangan jalan umum biasanya menggunakan lampu solar panel. Lampu solar Panel merupakan lampu yang energinya berasal dari cahaya matahari serta tidak menimbulkan kerusakan dan polusi. Penggunaan lampu solar Panel sebagai penerangan jalan umum dapat menjaga kelestarian lingkungan serta menghemat penggunaan listrik sehingga ekonomi masyarakat sekitar akan terjaga. Pada daerah yang sulit dijangkau apabila kesulitan menggunakan listrik biasa maka dapat menerapkan lampu solar Panel karena mekanismenya tanpa membutuhkan sambungan listrik eksternal tetapi berdiri sendiri dengan rangkaian panel surya sehingga dapat diterapkan pada daerah - daerah terpencil (Hikmawan, 2018).

Sebelum memasang dan menggunakan lampu solar panel terdapat beberapa hal yang perlu untuk diperhatikan diantaranya adalah sebelum memasang lampu harus memastikan lokasi yang tepat agar panel surya selalu berhadapan langsung dengan matahari dan tidak tertutup oleh bayangan pohon atau yang lainnya selama sebagian besar hari agar panel surya dapat menyerap intensitas cahaya matahari secara maksimal. setelah menemukan lokasi yang tepat langkah selanjutnya pasang panel surya sekuat dan seaman mungkin agar tidak roboh atau melukai orang di sekitarnya, kemudian sambungkan kabel yang ada pada panel surya pada lampu penerangan jalan umum. setelah semua terpasang lakukan uji lampu terlebih dahulu apakah benar-benar berfungsi sebagaimana mestinya, kemudian biarkan panel surya mengumpulkan energi dari cahaya matahari untuk mengisi baterai agar dapat menyalakan lampu pada saat malam hari (Rosalina, 2023).

### **4. Penerapan Hukum Termodinamika 1**

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) maka penggunaan dan pemanfaatan energi untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat juga semakin diupayakan. Salah satunya adalah kebutuhan akan pemanasan dan pendinginan. Salah satu solusi hemat energi yang ramah lingkungan seiring perkembangan IPTEK terkait kebutuhan akan pemanasan dan pendinginan adalah penggunaan dispenser. Dispenser merupakan suatu alat yang mampu menerapkan hukum termodinamika pertama karena menggunakan prinsip perubahan dari suhu normal menjadi suhu yang lebih panas maupun lebih dingin di dalam komponennya. Terjadinya perubahan tersebut disebabkan oleh arus listrik yang terhubung pada dispenser. Arus listrik yang mengalir dari kabel pada dispenser membuat elemen di dalamnya bekerja sesuai dengan fungsinya (Fatiatun et al., 2022).

Hukum termodinamika juga diterapkan pada prinsip kerja kulkas yang mengatur perpindahan panas dari tempat yang lebih dingin menuju ke tempat yang lebih panas. Mekanisme atau cara kerja kulkas berhubungan dengan siklus termodinamika yang melibatkan suhu, perubahan tekanan, serta wujud fisik zat di dalamnya. Mesin kulkas

memanfaatkan suatu energi untuk menjadikan aliran panas berlawanan, yaitu dari bagian dalam kulkas (yang seharusnya tetap dingin) ke bagian luar kulkas (yang lebih panas). Prinsip hukum termodinamika membuktikan bahwa walaupun bagian dalam kulkas menjadi lebih dingin, namun siklus tetap terjaga dan berjalan dengan baik karena energi yang dihasilkan dari listrik. Hingga akhirnya, proses pendinginan di dalam kulkas dapat terjadi (Apriliyani et al., 2024).

Hukum termodinamika pertama juga dapat diterapkan pada proses yang berhubungan dengan kearifan lokal yaitu dalam proses pembuatan kerupuk. Terdapat 2 tahapan dalam proses produksi kerupuk yang menerapkan konsep hukum termodinamika pertama yaitu tahap pengeringan, dan penggorengan. Tahap pertama produksi kerupuk yaitu pengeringan dilakukan dengan penjemuran kerupuk yang menerapkan konsep hukum termodinamika pertama, karena sesuai dengan bunyi hukum termodinamika pertama yang menyatakan bahwa energi tidak dapat dimusnahkan namun dapat diubah ke dalam bentuk yang lain, sehingga dalam hal ini terjadi konversi dari energi sinar matahari menjadi energi panas. Perpindahan kalor pada proses ini dilakukan secara radiasi, yaitu perpindahan kalor yang terjadi ketika panas berpindah dari suatu tempat menuju ke tempat yang lain tanpa adanya medium perantara atau dengan kata lain dilakukan secara langsung (Suhadi et al., 2022).

Proses produksi kerupuk yang kedua yaitu penggorengan juga menerapkan hukum termodinamika pertama. Ketika proses penggorengan, kerupuk akan menerima kalor yang berasal dari panas api, sehingga suhunya akan meningkat dan kerupuk menjadi panas serta mengembang (Hadilla et al. 2023). Proses penggorengan ini berlaku hukum termodinamika pertama karena di dalam komponennya terjadi prinsip perubahan suhu dan perpindahan kalor yang diberikan dari lingkungan menuju ke sistem akan menjadikan suhu dan volume dari sistem akan meningkat (Fatiatun et al. 2022). Dalam hal ini komponen yang menjadi sistem adalah kerupuk, komponen yang menjadi lingkungan adalah api dan udara luar, sedangkan wajan berperan sebagai pembatas. Kalor akan mengalir dari api (lingkungan) menuju kerupuk (sistem) ketika terjadi perubahan suhu sehingga kerupuk menjadi mengembang. Hal ini berarti kerupuk yang berperan sebagai sistem sedang melakukan kerja terhadap api yang berperan sebagai lingkungan. Perubahan wujud kerupuk menjadi mengembang adalah akibat dari perpindahan energi yang terjadi antara lingkungan dan sistem sehingga terjadi perubahan wujud (Trisnowati et al., 2023).

## **5. Energi Cahaya Matahari Menjadi Energi Listrik**

Energi terbarukan merupakan energi yang dihasilkan dari sumber maupun proses baru yang kemudian dilengkapi dengan proses yang berkesinambungan dan terkendali. Beberapa contoh dari energi terbarukan antara lain yaitu energi matahari, energi angin, energi air, dan energi hidrogen. Negara Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis dengan distribusi penyinaran antara 4,5 hingga 5,1 kWh.m<sup>-2</sup>/hari sehingga menjadikan Indonesia sebagai negara yang memiliki energi dari cahaya matahari dengan ketersediaan yang melimpah (Azhar & Satriawan, 2018). Teknik Pemanfaatan energi yang berasal dari matahari dapat digolongkan menjadi dua teknik, yaitu dengan dijadikan panel surya atau kolektor surya. Panel surya atau dengan istilah lain solar panel merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik

secara langsung. Sel surya yang terbuat dari lapisan unsur silikon tipis yang terpasang pada panel inilah yang berfungsi menjalankan proses perubahan energi tersebut. Lapisan silikon pada sel surya akan mengalami pemisahan elektron dari atom silikon apabila terkena cahaya matahari, sehingga dapat tercipta suatu arus listrik. Terdapat dua bentuk energi foton yang berasal dari matahari, yaitu energi panas dan energi cahaya. Foton akan diserap oleh elektron dan akan menjadikannya memiliki kelebihan energi sehingga dapat terlepas dari atom silikon. Panel surya mengalami efek *photovoltaic* yaitu efek yang terjadi ketika panel surya menghasilkan energi listrik dengan cara melakukan konversi dari foton menjadi listrik.

Efek *photovoltaic* menyebabkan arus mengalir di antara lapisan N dan P yang memiliki muatan berlawanan, hal ini dapat terjadi jika suatu bahan menyerap foton dengan energi di atas suatu batas tertentu (Lubis, 2022).



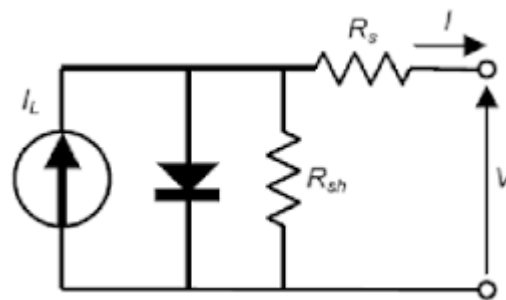
Gambar 1. Proses panel listrik tenaga surya

Cahaya sinar matahari yang datang langsung ke arah bagian depan panel surya. cahaya jatuh antara garis jaringan pada semikonduktor kemudian diubah menjadi energi listrik di sebuah kotak logam yang akhirnya menghasilkan satu listrik dioda. jumlah cahaya yang ditransmisikan akan meningkat ke semikonduktor karena terdapat lapisan anti refleksi antara garis jaringan (Idris, 2019). pembuatan dioda semikonduktor bisa terjadi apabila bersatunya semikonduktor tipe-n dan semikonduktor tipe-p yang kemudian membentuk sambungan metalurgi, hal ini bisa terjadi melalui proses deposisi, difusi atau implantasi pengotor tertentu (dopan). pada bagian belakang sel surya beberapa kotak listrik dioda terbentuk oleh lapisan logam. foton merupakan sebuah partikel yang selalu ada dalam semua radiasi elektromagnetik pada panel surya. sejumlah energi dibawa oleh foton berdasarkan sifat spektral sumbernya. selain itu gelombang dan juga panjang gelombang berkaitan dengan foton (Suwanti, 2018).

Sebuah sistem yang mampu mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan prinsip *photovoltaic* disebut sebagai pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Pembangkit listrik tenaga surya akan menghasilkan sebuah energi listrik yang kemudian disimpan dalam baterai untuk menyalakan lampu atau alat elektronik lainnya pada saat malam hari.

Perubahan energi cahaya matahari menjadi energi listrik pada pembangkit listrik tenaga surya terjadi berdasarkan prinsip efek fotolistrik (efek *photovoltaic*) (Iskandar,

2020). Perbedaan panjang gelombang foton dan energi foton yang lebih besar dari semikonduktor mengakibatkan terjadinya efek fotolistrik (efek *photovoltaic*). elektron menerima energi foto kemudian dalam elektron pita valensi (N) berpindah kepada pita konduksi (P) yang akhirnya mengakibatkan hole pada pita valensi berpisah, selanjutnya dibangkitkan dua buah muatan, yaitu pasangan elektron-hole. ketika pasangan elektron-hole berhubungan dengan listrik pada kawat penghantar maka akan mengalir sebuah arus listrik. kemudian arus listrik tersebut akan dikontrol oleh *Solar Charge Controller* yang berfungsi untuk mengatur jalannya arus ke baterai, dan jalannya arus dari baterai menuju beban agar tidak *overloading*. rangkaian panel surya apabila digambarkan seperti pada gambar 2. Rangkaian ekivalen panel surya. Penggambaran rangkaian ini sangat bermanfaat agar memudahkan pembaca untuk mengetahui bagaimana rancangan panel surya yang sebenarnya.



Gambar 2. Rangkaian Ekivalen Panel Surya

Panel surya terbentuk atas beberapa sel surya yang tersusun secara seri dan paralel yang berfungsi untuk menghasilkan arus dan tegangan yang sesuai (Abast, 2022).

## 6. Energi Listrik Menjadi Energi Cahaya dalam Penerangan Jalan Umum

Lampu yang menggunakan bahan dasar energi dari panel surya dengan cara mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dinamakan lampu solar panel. Lampu solar panel sering digunakan sebagai alternatif lampu untuk penerangan jalan umum (Alamtsa, 2021). Cara kerja panel surya adalah dengan menyerap energi cahaya matahari kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang akan disimpan dalam sebuah baterai untuk menyalakan lampu penerang jalan pada malam hari. baterai yang digunakan untuk menyimpan energi listrik dari panel surya merupakan media penyimpanan energi listrik yang memiliki arus searah (DC) yang belum bisa digunakan untuk pengoperasian alat elektronik, oleh karena itu diperlukan adanya inventer yang memiliki fungsi mengubah arus searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC) sehingga energi listrik yang tersimpan dapat mengoperasikan berbagai alat elektronik (Dahri., dkk, 2023).

## 7. Tantangan Penerapan Hukum Termodinamika 1 pada Panel Surya

Penerapan hukum termodinamika pertama pada panel surya dihadapkan pada sejumlah tantangan yang perlu diatasi agar konversi energi matahari menjadi listrik memperoleh hasil yang efisien dan semaksimal mungkin. Berikut adalah beberapa tantangan yang dihadapi dalam penerapan hukum termodinamika pertama pada panel surya:

- a. Meskipun harga panel surya telah banyak mengalami penurunan, namun biaya investasi keseluruhan panel surya masih tergolong mahal.

- b. Saat terjadi perpindahan kalor baik secara konduksi, konveksi, maupun radiasi, panel surya dapat kehilangan panas, karena berdasarkan hukum termodinamika pertama yang menyatakan bahwa energi tidak bisa diciptakan ataupun dihancurkan, tetapi energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Oleh karena itu, sangat penting untuk dapat mengelola panas yang diciptakan oleh panel surya agar konversi energi matahari menjadi listrik memperoleh hasil semaksimal mungkin.
- c. Jumlah sinar matahari yang terbuang dan menjadi panas masih cukup besar, sehingga perlu dilakukan peningkatan efisiensi panel surya secara signifikan. Faktor yang mempengaruhi efisiensi perubahan energi matahari menjadi energi listrik antara lain material semikonduktor yang digunakan, desain panel, dan panjang gelombang dari cahaya yang diserap. Diperlukan upaya pada penerapan hukum termodinamika pertama terkait proses konversi energi agar menjadi optimal sehingga energi matahari dapat dikonversi menjadi energi listrik sebanyak mungkin dan tanpa banyak kehilangan energi dalam bentuk panas.
- d. Beberapa bahan yang terdapat pada panel surya tergolong sebagai bahan yang tidak ramah lingkungan. Contoh beberapa bahan tersebut antara lain:
  1. Kadmium Telurida (CdTe): Salah satu jenis lapisan pada panel surya yang paling murah dan banyak diproduksi menggunakan bahan kadmium telurida (CdTe). Padahal, kadmium adalah logam beracun yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan apabila limbahnya tidak dikelola dengan baik.
  2. Telurium (Te): Beberapa jenis panel surya, seperti pada panel surya film tipis menggunakan bahan Telurium yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air dan udara yang ada di sekitar.
  3. Polisilikon (Si): Polisilikon banyak digunakan dalam pembuatan jenis panel surya kristal silikon. Proses pembuatannya membutuhkan energi yang besar serta dapat menimbulkan emisi gas rumah kaca.
  4. Arsenida Galium (GaAs): Arsenida Galium (GaAs) tersusun dari arsenik yang merupakan zat beracun, namun umumnya diaplikasikan pada panel surya yang membutuhkan efisiensi tinggi, seperti dalam industri dirgantara.
  5. Kromium (Cr): Kromium banyak digunakan sebagai lapisan pelindung pada beberapa panel surya, namun bahan ini menyebabkan dampak buruk terhadap lingkungan, terlebih jika limbahnya tidak dikelola dengan baik dan bertanggung jawab.Walaupun banyak dari bahan ini yang digunakan dalam jumlah kecil pada pembuatan panel surya dan selama masa pakai panel kemungkinan akan tetap terjaga dengan baik, namun tetap perlu diperhatikan dalam pengelolaan limbahnya serta untuk industri energi surya dapat lebih melakukan pengembangan bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Upaya ini selain dapat mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan, juga dapat meningkatkan penggunaan energi terbarukan yang lebih berkelanjutan.
- e. Efisiensi panel surya salah satunya juga dipengaruhi oleh perubahan suhu, karena perubahan suhu juga dapat mempengaruhi perpindahan energi yang pada akhirnya berdampak pada kinerja panel surya. Maka tantangan yang dihadapi adalah melakukan pengelolaan efek suhu sebaik mungkin.

- f. Panel surya hanya menghasilkan listrik saat terdapat sinar matahari, sehingga listrik ini perlu disimpan untuk dapat dimanfaatkan ketika tidak tersedia sinar matahari, seperti pada saat malam hari maupun saat cuaca sedang mendung. Maka tantangan yang harus dipecahkan adalah dengan adanya pengembangan sistem untuk menyimpan energi yang efisien dan berkelanjutan (Lubis, 2022).

## **PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Hukum termodinamika pertama penerapannya berkaitan dengan teknologi energi terbarukan yang sedang berkembang di era sekarang ini utamanya dalam konteks panel surya menjadi penerangan lampu jalan. Hal ini menyatakan bahwa energi yang berasal dari cahaya matahari tidak diciptakan atau dimusnahkan, namun diubah oleh sel surya yang ada pada panel menjadi energi listrik yang kemudian menjadi energi cahaya. Panel surya bekerja dengan pemanfaatan efek fotolistrik, saat sinar matahari jatuh di sel surya terjadi pemisahan elektron dari atom silikon dan menghasilkan arus listrik yang kemudian energi listrik tersebut disimpan di baterai dan di interver oleh alat sehingga energi listrik dapat mengoperasikan alat - alat listrik. Namun dalam penerapannya terdapat tantangan berupa biaya investasi keseluruhan pada panel surya masih mahal, efisiensi pengkonversian energi matahari menjadi energi listrik dari panel surya perlu ditingkatkan, bahan - bahan yang digunakan pada pembuatan panel surya berdampak negatif pada lingkungan, perubahan suhu, dan pengembangan pada sistem penyimpan energi yang lebih efisien dan berkelanjutan ketika mendung, dan pengelolaan panas yang berasal dari panel surya dalam mengoptimalkan konversi matahari ke listrik.

### **B. Saran**

Adapun dalam pembuatan artikel terkait pemanfaatan energi alternatif selain mengumpulkan data melalui jurnal atau artikel, sebaiknya juga mengumpulkan data dari pihak terkait yang pernah atau tengah menggunakan baik panel surya maupun kolektor surya dalam memanfaatkan energi panas matahari menjadi energi listrik. Hal ini berguna untuk melengkapi data yang mungkin belum ada dalam jurnal atau artikel terkait.

Kemudian dalam menghadapi tantangan penerapan Hukum Termodinamika 1 pada panel surya, sebaiknya dihadapi dengan memikirkan rencana secara berkelanjutan mengenai untung-rugi dalam penggunaannya. Seperti dalam berinvestasi di dalamnya, perlu dihitung lebih besar manfaat atau kerugiannya dan bagaimana cara mengoptimalkan penerapan Hukum Termodinamika 1 sehingga meminimalisir jumlah energi yang terbuang.

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Dalam pembuatan artikel ini, kami telah banyak memperoleh petunjuk dan bantuan dari berbagai pihak mulai dari dimulainya pengerjaan artikel ini hingga selesai, maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini.
2. Ibu Dr. Sapti Puspitarini, S.Si., M.Si. selaku Dosen mata kuliah Fluida yang telah memberikan banyak inspirasi, motivasi, serta kritik dan saran.
3. Orang tua kami yang selalu memberika nasihat serta dukungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abast, V. F., Sumarauw, H., & Kewas, J. C. (2022). ANALISA SUHU PERMUKAAN TERHADAP DAYA OUTPUT SOLAR CELL 10 WP TIPE MONOCRYSTALLINE. *ACTUATOR: Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 1-8.
- Alamtsa, N. F., Taher, M. H., Hafid, A., & Faharuddin, A. (2021). Analisis Teknis dan Ekonomis Plts untuk Sistem Penerangan Jalan Poros Kab. Pangkep. *VERTEX ELEKTRO*, 13(2), 43-47.
- Apriliyani, D., Dharen, H., Junjuran, B. A., & Aswaeni, M. (2024). Analisis Bahan Material Komponen Dan Pemanfaatan Hukum Termodinamika Dalam Desain Kulkas Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Matematika*, 2(1), 184–201. <https://doi.org/https://doi.org/10.61132/arjuna.v2i1.487>.
- Azhar, M., & Satriawan, D.A., (2018). Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. *Adm. Law Gov. J.* 1, 398–412. <https://doi.org/10.14710/alj.v1i4.398-412>.
- Dahri, A. T., Sa'diyah, A., Nurherdiana, S. D., Wibowo, B., Satriawan, D., Dewadi, F. M., Santoso, H. (2023). *Konversi Energi dan Sistem Pembangkit*. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi.
- Darmawan, A. (2023). Inovasi Teknik Mesin untuk Meningkatkan Efisiensi Energi. *Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik*. <http://coursework.uma.ac.id/index.php/teknik/article/view/305%0Ahttp://coursework.uma.ac.id/index.php/teknik/article/download/305/226>.
- Evalina, N., Riza, M. K., A, A., & Rimbawaty. (2019). Pemanfaatkan Bahan Bakar Sampah Plastik Dengan Menggunakan Pembangkit Listrik Hot Air Stirling Engine. *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU*, 2(1), 71–76. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1357>.
- Fadhilla. (2023). ANALISIS TERMODINAMIKA DAN TEKNO-EKONOMI PRODUKSI HIDROGEN DARI HIDROGEN SULFIDA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI Tesis. *Jurnal Ilmu Pendidikan*.
- Fatiatun, F., Pratiwi, A. D., Wirdati, A. C., & Avifatun, N. (2022). Penerapan Termodinamika Heating Dan Colling Pada Dispenser. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 9(2), 146–150. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v9i2.2658>.
- Fauzan. (2018). Karakteristik Model dan Analisa Peluang-Tantangan Industri 4.0. *Jurnal Teknik Informatika Politeknik Hasnur*, 4(1), 1–11. <http://ejournal.polihasnur.ac.id/index.php/pha/article/view/271>.

- Hadilla., Syaidatul., Rahmita, A., & Nurmasiyah. (2023). Kajian Konsep Termodinamika Pada Tungku Pemanas Anti Nyamuk. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(02): 153–66.
- Haryanto, A. (2016). *Termodinamika* (2nd ed.). Innosain.
- Haryanto, A. (2017). Energi Terbarukan. In *Innosain* (1st ed.). Innosain.
- Hikmawan, S. R., & Suprayitno, E. A. (2018). Rancang Bangun Lampu Penerangan Jalan Umum (Pju) Menggunakan Solar Panel Berbasis Android (Aplikasi Di Jalan Parkiran Kampus 2 Umsida). *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 3(1), 9-17.
- Idris, M. (2019). Rancang panel surya untuk instalasi penerangan rumah sederhana daya 900 watt. *Jurnal Elektronika Listrik Dan Teknologi Informasi Terapan*, 1(1), 17-22.
- Iskandar, H. R. (2020). *Praktis Belajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Deepublish.
- Lubis, S., S. (2022). Pengaruh Posisi *Heat Sink Microchannel* Terhadap Efisiensi pada Panel Surya dengan Variasi Sudut dan *Thermoelectric Cooler* Menggunakan Metode CFD. Skripsi. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Nardi, A. W. (2024). Analisa Pembangunan Pembangkit PLTS Desa Tanamalala. *Jurnal Multidisiplin Sainstek*, 2(7), 69–89.
- Raihan, Maulis, Subekti, P., & Suropto, H. (2022). Article Review: Konsep Dasar Termodinamika. *ENOTEK: Jurnal Energi Dan Inovasi Teknologi*, 1(2), 25–27. <https://doi.org/10.30606/enotek.v1i2.1274>.
- Ramades, R. (2024). *PERENCANAAN PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS TENAGA SURYA YANG TERSEBAR DI AREA KAMPUS PINANG MASAK UNIVERSITAS JAMBI*. Tesis S1, UNIVERSITAS JAMBI.
- Rosalina, R., Pratiwi, N., Ariyansyah, R., Wiranata, A. D., dkk (2023). Pemberdayaan Masyarakat Dan Pemasangan Lampu Pju Di Keramba Ikan Menggunakan Solar Panel. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, 4(3), 2452-2458.
- Sari, I. P. (2022). *Analisa Pengaruh Suhu Panel Surya Terhadap Tegangan Output Panel Surya Yang Telah Terpakai Dengan Yang Baru Di Politeknik Negeri Sriwijaya* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Suhadi., Anggi, T. K. D. U., Muhammad, J., & Jamiatul K. P. (2022). Pembuatan Alat Praktikum Termoskop Menggunakan Teknologi Sederhana Untuk Pembelajaran Fisika Materi Radiasi Kalor. *Jurnal Al'Ilmi*, 11(1): 1–5.
- Suwarti, W., & Prasetyo, B. (2018). Analisis pengaruh intensitas matahari, suhu permukaan & sudut pengarah terhadap kinerja panel surya. *Jurnal Teknik Energi*, 14(3), 78-85.
- Trisnowati, E., Putri, D. R., Qurrota, S. S. A., Nikmah, F. K., & Mulyaningrum, D. (2023). Analisis Konsep Termodinamika pada Produksi Kerupuk Sebagai Bentuk Kearifan Lokal di Magelang Jawa Tengah. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(1), 268–273. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.795>.