

## PENERAPAN TEKNOLOGI TEC-BOX UNTUK MENDINGINKAN MINUMAN KEMASAN DI DESA ULAK KEMBAHANG 2

I. Bizzy<sup>1\*</sup>, R. Sipahutar<sup>2</sup>, Darmawi<sup>3</sup>, M. Yanis<sup>4</sup>, M. Khoiri<sup>5</sup>, M. Reza<sup>6</sup>, M. Firdaus<sup>7</sup>, B.G. Afif R<sup>8</sup>, F.F. Rachman<sup>9</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup> Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Palembang

<sup>8</sup> Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah, Palembang

Corresponding author: irwin@unsri.ac.id

**ABSTRAK:** Usaha Mikro Kecil Menengah merupakan masyarakat yang berusaha skala kecil menengah untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-harinya. Salah satu usahanya adalah menjual minuman kemasan dingin dengan metode konvensional, mendinginkan minuman kemasan dengan memakai es batu. Kelemahan metode konvensional ini adalah es batu mudah mencair sehingga minuman kemasannya tidak dingin. Teknologi TEC-BOX menjadi alternatif solusi mendinginkan minuman kemasan memakai modul *Thermoelectric Cooler*, sumber energi dapat dari matahari atau listrik PLN. Penelitian menggunakan modul TEC1 12706 sebanyak 2 unit dengan ukuran kotak pendingin 31 cm x 19 cm x 26 cm. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan sistem TEC-BOX ini dapat digunakan untuk mendinginkan minuman kemasan bagi Usaha Mikro Kecil Menengah dalam memenuhi kebutuhan usahanya.

**Kata Kunci:** Energi, minuman kemasan, TEC-BOX, *thermoelectric cooler*.

**ABSTRACT.** *Micro, Small, and Medium Enterprises are people who are trying to fulfill their daily needs on a small and medium scale. One of his businesses is selling cold packaged drinks with conventional methods, cooling packaged drinks using ice cubes. The weakness of this conventional method is that the ice cubes melt easily so the packaged drinks are not cold. TEC-BOX technology is an alternative solution for cooling packaged drinks using a Thermoelectric Cooler module, the energy source can be from the sun or PLN electricity. The study used 2 units of the TEC1 12706 module with a cooling box size of 31 cm x 19 cm x 26 cm. The results show that the ability of the TEC-BOX system can be used to cool packaged drinks for Micro, Small, and Medium Enterprises in meeting their business needs.*

### PENDAHULUAN

Masyarakat Desa di Provinsi Sumatera Selatan umumnya bertani akan tetapi sebagian juga ada yang beternak, mencari ikan, dan membuka Usaha Mikro Kecil Menengah atau UMKM. Adapun usaha mikro menengah masyarakat desa ini cukup beragam, salah satunya membuka warung skala kecil menengah dengan berbagai macam produk yang dijual. Minuman kemasan yang dijual dalam bentuk yang beraneka kemasan, ada berbentuk kotak, kaleng, plastik, dan kaca. Sebagian minuman kemasan ini didinginkan menggunakan kotak pendingin diisi es batu. Minuman kemasan terasa dingin ketika diminum. Kelemahan sistem konvensional ini adalah es batu mudah mencair, akibatnya harus diganti dengan es batu yang baru untuk menjaga kondisi minuman kemasan tetap dingin.

Desa Ulak Kembahang 2 adalah salah satu desa dalam Kecamatan Pemulutan Barat Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan. Mata pencaharian masyarakatnya adalah petani. Berdasarkan data BPS Kabupaten Ogan Ilir tahun 2011 bahwa jumlah penduduk desa ini adalah 1.380 jiwa dengan luas wilayah 3,85 km<sup>2</sup>. Sedangkan, jarak dari kampus Palembang Universitas Sriwijaya ke Desa Ulak Kembahang 2 adalah 19,1 km. Desa ini merupakan salah satu desa binaan Universitas Sriwijaya di tahun 2022.

Sebagian rumah penduduk desa telah dialiri listrik PLN tetapi masih sering terjadi pemadaman listrik, bahkan ada sebagian yang belum dialiri listrik PLN. Salah satu potensi desa ini adalah disinari matahari hampir 12 jam sehari sepanjang tahun. Intensitas matahari yang dimiliki cukup besar untuk dapat dikonversikan menjadi energi listrik dengan panel photovoltaic atau PV.

Menurut Bizzy et al. (2013) yang meneliti mendinginkan minuman kaleng dengan modul *Thermoelectric Cooler* (TEC) telah menghasilkan temperatur fluida dalam kaleng yang rendah  $6^{\circ}\text{C}$ - $8^{\circ}\text{C}$ . Sumber listrik DC yang digunakan dari kendaraan roda empat. Demikian pula, Bizzy et al. (2022) meneliti modul TEC dengan pendinginan udara dan air di sisi permukaan panas TEC. Hasil penelitian bahwa temperatur rata-rata kotak pendingin dengan media pendingin udara adalah  $23,36^{\circ}\text{C}$ , pendinginan air adalah  $24,50^{\circ}\text{C}$ , dan udara-air adalah  $22,76^{\circ}\text{C}$ . Bervariasinya temperatur kotak pendingin ini dipengaruhi media pendingin sisi panas, volume kotak pendingin, dan kapasitas modul TEC yang digunakan. Peneliti lain, Mirmanto et al. (2021) meneliti kotak pendingin dengan empat kasus, yaitu A, B, C, dan D. Kasus A, kotak pendingin kosong, Kasus B, kotak pendingin diisi air 3000 ml, kasus C, kotak pendingin diisi air 6000 ml, dan kasus D kotak pendingin diisi air 9000 ml. COP maksimum yang dihasilkan adalah 0,51 kotak pendingin diisi air 9000 ml. Sedangkan, peneliti Aziz et al. (2015) juga meneliti kotak pendingin dengan menggunakan modul TEC, dihasilkan temperatur  $14,3^{\circ}\text{C}$  tanpa beban (tanpa diisi air), dan  $16,4^{\circ}\text{C}$  dengan beban (diisi air 1 liter) dalam waktu 150 menit. Menurut Mainil et al. (2018) bahwa meningkatnya beban pendinginan yang diberikan pada kotak pendingin, semakin lama pula kestabilan temperatur kotak pendingin yang dapat dicapai, berarti semakin besar energi yang dibutuhkan untuk menurunkan temperatur kotak pendingin. Untuk pemanfaatan modul TEC pada bidang elektronika telah dianalisis oleh Zhu et. al. (2013), rasio alokasi luasan perpindahan kalor merupakan karakteristik yang dapat diterapkan dari desain optimal untuk sistem TEC dan dapat dijadikan pedoman dalam perancangan dan penerapan praktis sistem pendingin termoelektrik bidang elektronika. Demikian pula, analisis termal telah dilakukan terhadap *showcase mini* memakai modul TEC oleh (Helmy, 2021) dengan hasil tertinggi dari perhitungan beban perpindahan kalor konduksi tanpa beban pendingin dan memakai beban pendingin masing-masing adalah 0,013 W dan 0,010 W serta COP adalah 4,823.

Sumber energi listrik yang digunakan dapat bersumber dari matahari maupun PLN. Untuk di desa yang belum memiliki fasilitas listrik PLN dapat menggunakan listrik dari matahari dengan bantuan panel fotovoltaik. Sebagaimana diketahui, panel fotovoltaik (Panel PV) telah banyak diproduksi dengan berbagai tipe dan bentuk serta harganya pun telah terjangkau oleh masyarakat dibandingkan pada awal penemuan dan produksi panel fotovoltaik. Efisiensi panel pun terus ditingkatkan dengan salah satu cara mencari material dan tipe yang baik agar efisiensi Panel PV semakin meningkat

(Luceño-s dan Mar, 2019). Kendala lain adalah pada intensitas matahari yang tinggi yang diterima oleh Panel PV menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi. Untuk itu, perlu didinginkan agar efisiensinya meningkat. Saat ini, ada dua metode pendinginan Panel PV yang digunakan, yaitu pendinginan aktif dan pasif. Pendinginan aktif memakai daya tambahan, seperti fan, blower, dan pompa, perpindahan kalornya adalah konveksi paksa. Sebaliknya, pendinginan pasif tidak memakai daya tambahan, perpindahan kalornya adalah konveksi bebas. Pendinginan aktif akan meningkatkan laju perpindahan kalor konveksi lebih besar dibandingkan pendinginan pasif tetapi membutuhkan daya yang lebih besar pula.

Kinerja panel PV lebih meningkat apabila temperaturnya dapat diturunkan. Pengaruh temperatur panel PV terhadap tegangan dan daya output sebagaimana dijelaskan oleh Adeeb, Farhan, dan Al-salaymeh (2019).

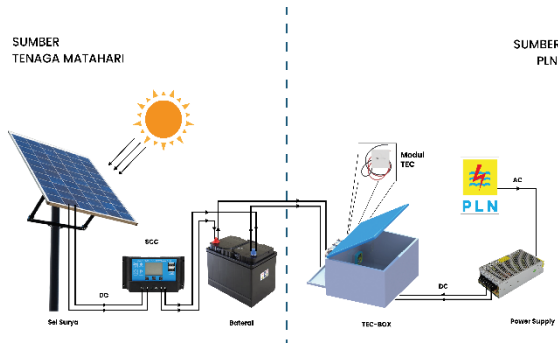
Selanjutnya, salah satu pemanfaatan pemasangan Panel PV *On-Grid* ini di desa Kembahang 2 pada tahun 2021 adalah untuk mendinginkan kotak pendingin dengan modul *Thermoelectric Cooler* (TEC). Modul ini memanfaatkan Efek Peltier, di mana Efek Peltier ini merupakan kebalikan dari Efek Seebeck. Efek Peltier ini di temukan oleh Jean Peltier pada tahun 1834, yaitu fenomena energi panas dapat diserap pada salah satu sambungan semi konduktor dan dilepaskan pada sambungan semi konduktor lainnya ketika arus listrik dialirkan pada modul ini.

Hasil penelitian kotak pendingin TEC-BOX mini ini disosialisasi ke masyarakat desa Kembahang 2 khususnya bagi usaha mikro kecil menengah merupakan penelitian dosen dan mahasiswa bimbingan tugas akhir di tahun 2021 dan 2022. Penelitian menggunakan modul TEC1-12706 sebanyak 2 unit dengan ukuran kotak pendingin 31 cm x 19 cm x 26 cm.

## METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Kegiatan ini bertujuan untuk mensosialisasikan kotak pendingin TEC-BOX mini untuk minuman kemasan bagi Usaha Mikro Kecil Menengah. Kegiatan ini adalah lanjutan dari sistem *On-Grid* PLN dengan sumber energi matahari di tahun 2021. PLTS *On-Grid* adalah sistem instalasi PLTS yang tergabung dengan jaringan sistem pembangkit lainnya, seperti jaringan listrik PLN. Bila dibandingkan dengan sistem *Off-Grid*, lebih murah dan disarankan memakai baterai (Tiwari dan Swapnil, 2010). Sebaliknya, sistem *Off-Grid* adalah sistem yang mampu membangkitkan energi listrik dan memberikan daya untuk beban secara mandiri, tidak membutuhkan koneksi dengan jaringan pembangkit lain, seperti jaringan PLN.

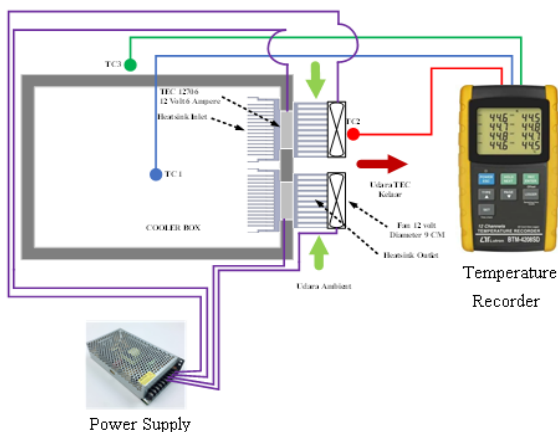
Adapun skema pemanfaatan listrik dari matahari dan PLN untuk diaplikasikan pada kotak pendingin TEC-BOX mini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Kotak Pendingin TEC BOX Mini Sumber Listrik PLTS atau PLN

Cahaya matahari diterima oleh permukaan Panel PV dan diubah menjadi tegangan dan arus listrik DC. Sebelum disimpan di baterai, dikontrol oleh peralatan SCC (*Solar Charge Control*), kemudian listrik DC dialirkan ke kotak pendingin TEC-BOX. Bila tidak ada PLTS *On-Grid* dapat menggunakan jaringan listrik PLN. Listrik PLN adalah listrik AC sehingga sebelum digunakan di TEC-BOX mini dialirkan ke power supply yang dapat mengubah listrik AC menjadi listrik DC. Kotak pendingin TEC-BOX mini ini hanya membutuhkan 2 Fan dengan spesifikasi 12-15V dan ukuran 9 cm x 9 cm, modul TEC 2 unit: TEC1-12706 dengan ukuran 40 mm x 40 mm, *Heatsink* 1: 98 mm x 98 mm x 25 mm dan *Heatsink* 2: 40 mm x 60 mm x 18 mm.

Set up peralatan uji kotak pendingin TEC-BOX ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Skema peralatan uji dan peralatan ukur kotak pendingin TEC-BOX

Beberapa titik diukur temperaturnya menggunakan kawat termokopel tipe K dan data disimpan ke dalam peralatan

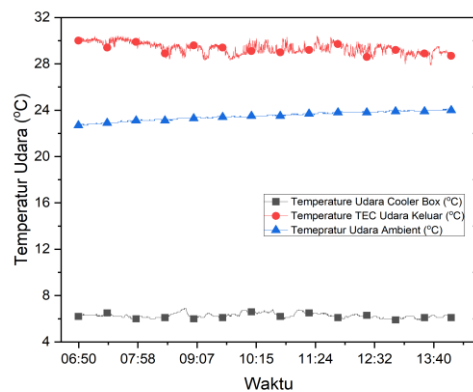
*Temperature Recorder*, kecepatan fan diukur menggunakan anemometer, dan arus listrik DC diukur dengan *Current Tester*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan ini di Balai Desa Ulak Kembahang 2 Tahun 2022. Jumlah yang hadir terdiri dari bapak dan ibu rumah tangga, para UMKM. Peserta dibagikan masker dengan protokol kesehatan sesuai aturan sebelum dimulai pelaksanaan kegiatan mengingat masih dalam kondisi pandemi.

Respon dan tanggapan masyarakat terhadap kegiatan ini baik terutama para UMKM mengingat terdapat alternatif teknologi pendinginan minuman kemasan pengganti air es.

Berikut kurva-kurva hasil data penelitian pada kotak pendingin TEC-BOX mini sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3 dan 4.

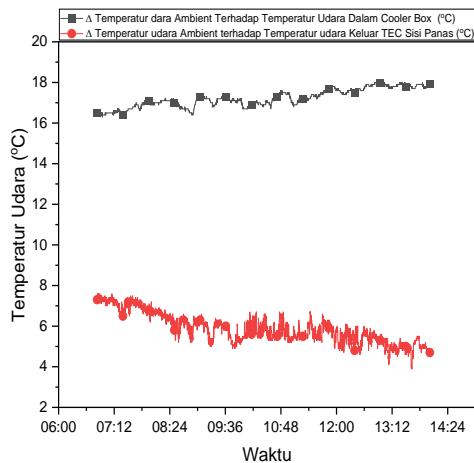


Gambar 3. Kurva temperatur udara dan waktu Kotak Pendingin TEC-BOX

Gambar 3 memperlihatkan bahwa temperatur udara kotak pendingin rata-rata 5°C, temperatur udara ke luar kotak pendingin rata-rata 30°C, dan temperatur ambien mencapai 24°C. Temperatur udara kotak pendingin cukup rendah dengan bantuan permukaan dalam kotak pendingin diisolasi memakai aluminium foil. Aluminium foil mencegah terjadinya ke luar dan masuk energi panas dari kotak pendingin.

Gambar 4 memperlihatkan beda temperatur antara udara ambien dan udara kotak pendingin, temperatur udara ke luar kotak pendingin dan temperatur ambien. Bertambahnya udara panas yang dapat dikeluarkan dari kontak pendingin meningkatkan laju pendinginan dalam kotak pendingin.

Gama



Gambar 4. Beda temperatur ambien dan temperatur udara dalam dan ke luar kotak pendingin terhadap waktu

Harapan masyarakat saat sosialisasi teknologi ini kepada Tim pengabdian adalah kiranya Pemerintah Daerah terus bekerjasama dengan Perguruan Tinggi untuk menciptakan teknologi yang mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat dalam berbagai sektor.

#### KESIMPULAN

Penerapan Teknologi TEC-BOX untuk pendinginan minuman kemasan di Desa Ulak Kembahang 2 ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Peralatan teknologi TEC-BOX ini dirancang sederhana dengan bahan konstruksi cukup mudah dibeli di pasar agar masyarakat dapat membuat sendiri.
2. Peserta yang disosialisasikan merasa mendapat ilmu pengetahuan mengenai cara membuat TEC-BOX mini untuk mendinginkan minuman kemasan dalam mendukung usahanya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Sriwijaya atas pendanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dibiayai oleh Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya Tahun anggaran 2022.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adeeb, J., Farhan, A., & Al-salaymeh, A. (2019). Temperature Effect on Performance of Different Solar Cell Technologies. *Journal of Ecological Engineering*, 20(5), 249–254.
- Amelia, A. R., Irwan, Y. M., Leow, W. Z., Irwanto, M., Safwati, I., & Zhafarina, M. (2016). Investigation of the Effect Temperature on Photovoltaic (PV) Panel

Output Performance. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 6(5), 682–688. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.6.5.938>

- Aziz, A., Subroto, J., & Silpana, V. (2015). Aplikasi modul pendingin termoelektrik sebagai media pendingin kotak minuman. *Technology*, 1–7.
- Bizzy, I., & Apriansyah, R. (2013). Kaji Eksperimental Kotak Pendingin Minuman Kaleng Dengan Termoelektrik Bersumber Dari Arus DC Kendaraan dalam Rangkaian Seri dan Paralel. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII (SNTTM XII)*, (Snttm XII), 23–24.
- Bizzy, I., Firdaus, A., Apriyan, D., & Rachman, F. (2022). Pengaruh Temperatur Kotak Pendingin terhadap Waktu dan Arus Listrik Modul TEC dengan Arduino Mega 2560, 17(1), 31–36.
- Dincer, F., & Meral, M. E. (2010). Critical Factors that Affecting Efficiency of Solar Cells. *Smart Grid and Renewable Energy*, 01(01), 47–50. <https://doi.org/10.4236/sgre.2010.11007>
- Donne, A. Le, Scaccabarozzi, A., Tombolato, S., Binetti, S., Acciarri, M., & Abbotto, A. (2013). Solar Photovoltaics: A Review. *Reviews in Advanced Sciences and Engineering*, 2(3), 170–178. <https://doi.org/10.1166/rase.2013.1030>
- Guillemin, N., Heurtault, B. J. B., Geerligs, L. J., & Weeber, A. W. (2011). Development towards 20% efficient Si MWT solar cells for low-cost industrial production. *Energy Procedia*, 8(August 2014), 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.06.094>
- Helmy, M. (2021). Design and Analysis of Thermal Showcase Mini As a Beverage Cooler Using a Thermoelectric Module. *Journal of Renewable Energy and Mechanics*, 4(01), 14–22. <https://doi.org/10.25299/rem.2021.vol4.no01.5577>
- Luceño-s, A., & Mar, A. (2019). Materials for Photovoltaics: State of Art and Recent Developments. *International Journal of Molecular Sciences*, 20, 1–42. <https://doi.org/10.3390/ijms20040976>
- Mainil, A. K., Aziz, A., & Akmal, M. (2018). Portable Thermoelectric Cooler Box Performance with Variation of Input Power and Cooling Load. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 7(2), 85–92. <https://doi.org/10.13170/aijst.7.2.8722>
- Mirmanto, M., Syahrul, S., Wirawan, M., & Saputra, Z. (2021). Performance of a Thermoelectric Cooler Box Powered Using Solar Panels with a Mini Pin Fin Heat Removal Unit. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 6(3), 355–360. <https://doi.org/10.25046/aj060341>
- Sarhan, W. M., Alkhateeb, A. N., Omran, K. D., & Hussein, F. H. (2006). Effect of temperature on the efficiency of the thermal cell. *Asian Journal of Chemistry*, 18(2), 982–990.
- Sofijan, A. (2019). The solar renewable energy system study with a capacity of 1300 W utilizing

polycrystalline photovoltaic, 6(1), 5–11.

- Stuart R, W., Martin A, G., Muriel E, W., & Richard, C. (2013). *Applied Photovoltaics*. TJ International Ltd, Padstow, Cornwall. <https://doi.org/10.4324/9781849776981>
- Tiwari, G. N., & Swapnil, D. (2010). *Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- Wawer, P., Müller, J., Fischer, M., Engelhart, P., Mohr, A., & Petter, K. (2011). Latest trends in development and manufacturing of industrial, crystalline silicon solar-cells. *Energy Procedia*, 8, 2–8. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.06.093>
- Zhu, L., Tan, H., & Yu, J. (2013). Analysis on optimal heat exchanger size of thermoelectric cooler for electronic cooling applications. *Energy Conversion and Management*, 76, 685–690. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.08.014>