

PENAMBAHAN PENDINGIN PADA DINDING SEBAGAI PERMUKAAN KONDENSASI UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SOLAR STILL DOUBLE SLOPE

**Nova Risdiyanto Ismail¹, Purbo Suwandono², Dadang
Hermawan³, Frida Dwi Anggraeni⁴**

^{1,2,3} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama
Malang

⁴ Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas
Widyagama Malang

email: nova@widyagama.ac.id

A. Pendahuluan

Air tawar merupakan kebutuhan pokok bagi mahluk hidup, begitu juga manusia. Penduduk yang tinggal di daerah yang terdapat sumber air tawar tidak bermasalah untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sepanjang musim, namun untuk penduduk yang tinggal di daerah pesisir pantai dan kepulauan terkadang kesulitan air tawar pada musim hujan terlebih pada musim kemarau. Kondisi demikian memerlukan solusi untuk memenuhinya (Suwandono, Ismail, Hermawan, & Dwi, 2023).

Pada daerah pesisir pantai dan kepulauan terdapat sumber air yang sangat melimpah yaitu air laut. Indonesia merupakan Negara yang berada pada lintasan katulistiwa, sehingga terdapat energi matahari sepanjang tahun. Energi matahari yang tersedia di Indonesia berfluktuasi, di mana pada musim hujan nilai energi matahari relatif kecil dan pada musim kemarau relatif besar. Energi matahari pada musim kemarau yang relatif besar dan penduduk lebih sering mengalami kekurangan air tawar pada musim tersebut, dengan demikian tepat jika menggunakan energi matahari untuk destilasi air laut menjadi air tawar (Ismail, Suwandono, Hermawan, & Dwi, 2023).

Peralatan yang di gunakan untuk proses destilasi yang sederhana dan murah adalah menggunakan *solar still/distillation*. Cara kerja *solar still* konvensional yaitu energi matahari yang di terima kaca penutup sebagian besar ditransmisikan ke pelat penyerap melalui air laut. Pelat penyerap berwarna hitam akan merubah energi

pancaran radiasi matahari menjadi panas. Panas yang di terima pelat penyerap akan di transfer ke air yang berada di atasnya. Panas yang di terima air laut akan di gunakan untuk pemanasan air (*sensible heat*), kemudian untuk proses penguapan (*latent heat*). Uap air akan menuju kaca penutup dan mengalami proses kondensasi. Air hasil kondensasi akan mengalir ke talang air dan di tampung ke tempat penampungan (Mugisidi et al., 2022).



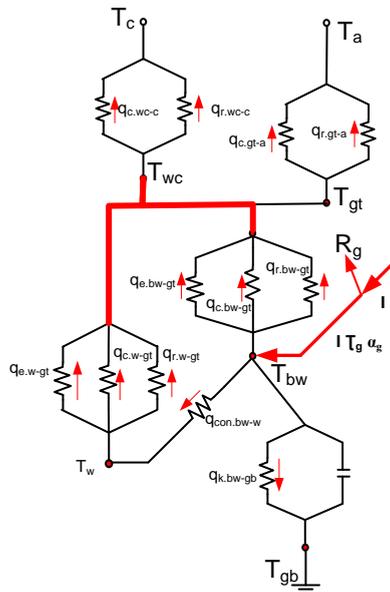
Gambar 1. *Solar still* konvensional (Sambada & Ananta, 2020)

Perkembangan peralatan ini terus dilakukan, mulai tipe yang di gunakan, seperti *solar still* tipe pasif dan aktif (Tiwari, Dimri, & Chel, 2009) (Mohaisen, Esfahani, & Ayani, 2021), material (Prajapati, Gupta, & Bhalavi, 2019) dan model pelat penyerap (Alfin amanda, Ismail, & Sahbana, 2020), jenis (Nurhadi, Ismail, & Fuhaid, 2016) dan model kaca penutup (Kalidasa Murugavel, Chockalingam, & Srithar, 2008), pendinginan kaca penutup (Ambarita, William, & Nababan, 2020), dan metode aliran air pendingin (Ambarita et al., 2020). Pada kajian ini menggunakan *solar still* tipe pasif, pelat penyerap dengan material mortar (pasir besi dan semen) dengan bentuk sirip, kaca penutup bentuk atap (*double slope*), dan menggunakan pendingin pada sisi samping. Pendingin yang di gunakan adalah pendingin air dan nitrogen dengan pengisian menggunakan metode flashing. Selain itu di lakukan perbandingan dengan tanpa pendingin. Dengan demikian kajian di lakukan secara harian pada kinerja *solar still double slope*

menggunakan media pendingin dan tanpa pendingin sebagai pembanding.

Konsep inovasi *solar still double slope* menggunakan media pendingin

Konsep inovasi *solar still double slope* menggunakan media pendingin adalah untuk; 1. Memperluas dan mempercepat proses kondensasi dengan memanfaatkan dinding berpendingin sebagai permukaan kondensasi. 2. Menurunkan temperatur permukaan dinding kondensasi. Lebih detail konsepnya dapat di lihat pada gambar 2. Dari konsep tersebut, tujuan penulisan artikel ini adalah untuk melakukan kajian eksperimen penambahan pendingin pada dinding sebagai permukaan kondensasi untuk meningkatkan kinerja *solar still double slope*. Indikator kinerja *solar still double slope* adalah produktivitas air kondensat dan efisiensi *solar still*. Kajian eksperimen dilakukan secara harian.

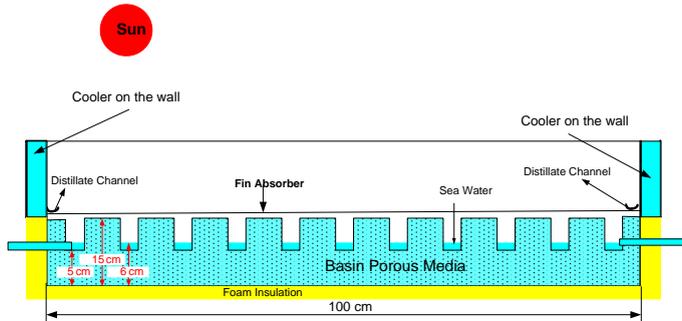


Gambar 2. Konsep *solar still double slope* menggunakan media pendingin

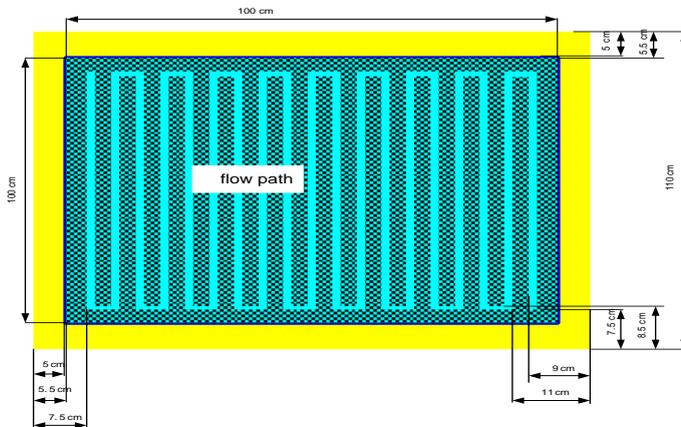
Aplikasi *solar still double slope* menggunakan media pendingin

1. Peralatan *solar still double slope* menggunakan media pendingin

Peralatan dapat dilihat pada gambar 3 dan 4, sebagai berikut:



Gambar 3. Peralatan *solar still double slope* menggunakan media pendingin pada dinding.



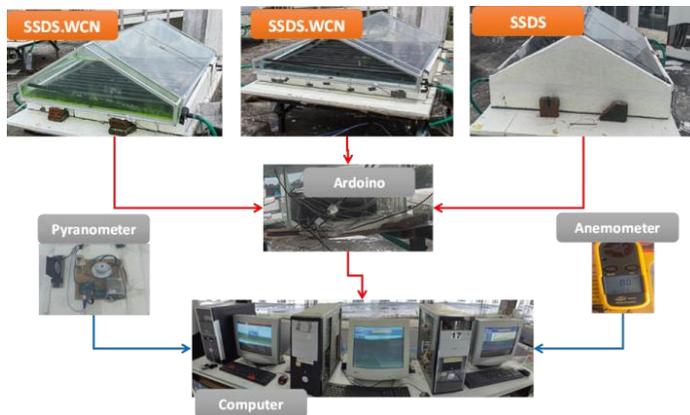
Gambar 4. Model pelat penyerap sirip tampak atas.

2. Spesifikasi alat

Dimensi peralatan dapat di lihat pada gambar 3 dan 4. Pelat penyerap sirip *solar still* menggunakan material mortar yang merupakan campuran pasir besi dan semen (Ismail, Soeparman, Widhiyanuriyawan, & Wijayanti, 2018) (Ismail, Soeparman, Widhiyanuriyawan, & Wijayanti, 2019). Kaca penutup, dinding sisi utara dan selatan menggunakan kaca tebal 3 mm. Untuk dinding sisi timur dan barat menggunakan kaca tebal 5 mm, alas menggunakan kaca tebal 8 mm.

Air laut berasal dari Kabupaten Lamongan dengan kadar garam sekitar 3.5 %. Air laut di isi setiap pagi hari antara jam 06.00 sampai dengan jam 06.45 WIB. Saluran air distilasi terbuat dari aluminium yang dipasang pada dinding di bawah kaca penutup untuk mengalirkan air ke penampungan.

Kajian eksperimen dilaksanakan di Laboratorium Tenaga Surya dan Energi Alternatif Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang, Jawa Timur, Indonesia. Kondisi geografis kota Malang memiliki Latitude -7.266667 dan Longitude 112.716667 atau dengan koordinat $7^{\circ}16'$ Lintang Selatan dan $112^{\circ}43'$ Bujur Timur.



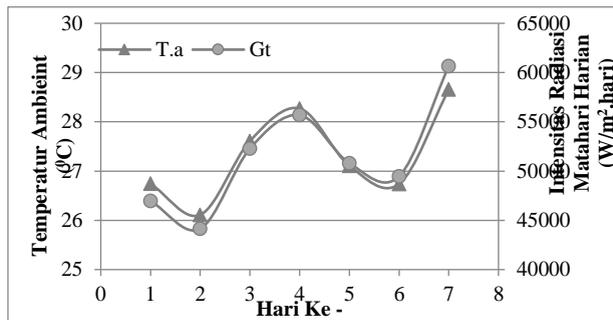
Gambar 5. Set Up peralatan *solar still*

3. Hasil inovasi *solar still double slope* menggunakan media pendingin

Inovasi peralatan *solar still double slope* dengan menambahkan pendingin air (SSDS.WCW) dan nitrogen (SSDS.WCN) pada dinding sebelah utara dan selatan. Ketiga peralatan ini di lakukan pengujian eksperimen dan hasilnya akan di lakukan perhitungan efisiensi *solar still*.

Intensitas radiasi matahari dan temperatur lingkungan/ambient di ukur dan di sajikan pada gambar 6. Dimana intensitas radiasi matahari mempengaruhi temperatur lingkungan. Intensitas radiasi matahari yang di terima kaca penutup sebagian kecil di serap, di refleksikan dan sebagian besar akan di transfer ke pelat penyerap. Intensitas radiasi matahari yang di terima pelat penyerap sirip

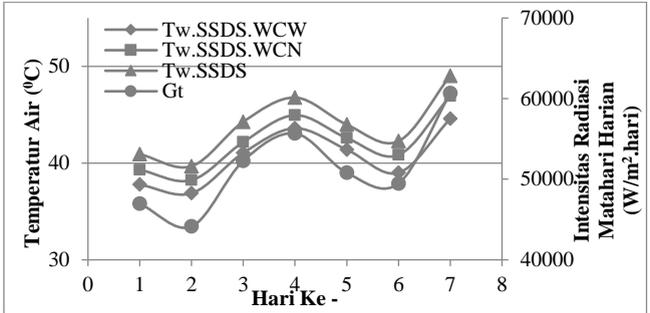
akan digunakan untuk proses evaporasi, konveksi, radiasi ke kaca penutup, dan sebagian di transfer ke air laut/basin. Pelat penyerap sirip mortar memiliki pori-pori sebagai media alir air secara kapiler, sehingga evaporasi terjadi pada sirip dan juga dari air basin. Air basin pada penelitian ini di asumsikan tidak menerima paparan radiasi matahari secara langsung.



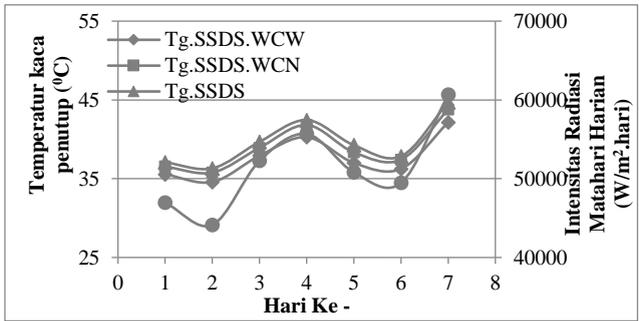
Gambar 6. Intensitas radiasi matahari dan Temperatur ambient.

Temperatur hasil pengujian di sajikan pada gambar 7 sampai dengan 10. Pada gambar 7 terlihat temperatur air rata-rata harian menggunakan SSDS.WCW lebih rendah dibandingkan dengan SSDS.WCN dan SSDS. Kondisi ini disebabkan energi yang di terima pelat penyerap sirip lebih banyak di gunakan untuk evaporasi di bodi sirip, sehingga panas yang di transfer ke air basin lebih kecil. Evaporasi yang banyak dan cepat pada bodi sirip di sebabkan oleh temperatur kaca penutup yang lebih kecil.

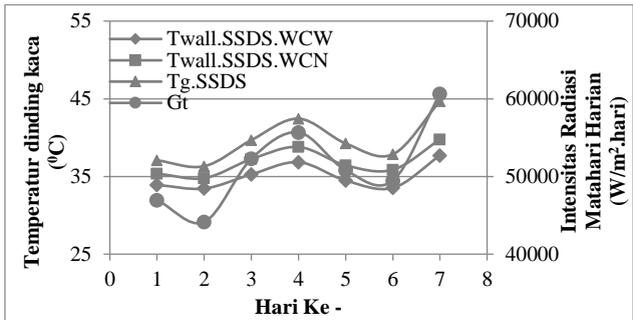
Pada gambar 8 terlihat temperatur kaca penutup SSDS.WCW lebih rendah di bandingkan temperatur SSDS.WCN dan SSDS, kondisi ini mengindikasikan keberhasilan pada penelitian ini yang mempunyai konsep menurunkan temperatur dinding kondensasi dan memperluas permukaan kondensasi yang berefek pada menurunnya temperatur kaca penutup. Pada gambar 9 terlihat temperatur dinding yang di berikan media pendingin air SSDS.WCW lebih rendah dibandingkan dengan SSDS.WCN dan SSDS. Dinding berpendingin yang berfungsi sebagai permukaan kondensasi dan memperluas permukaan kondensasi dapat berpengaruh terhadap temperatur kaca penutup.



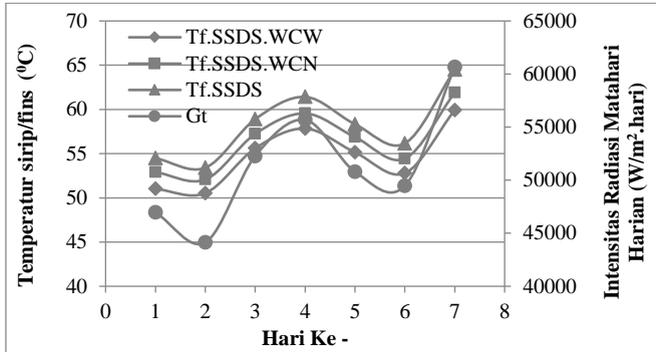
Gambar 7. Temperatur air basin



Gambar 8. Temperatur kaca penutup

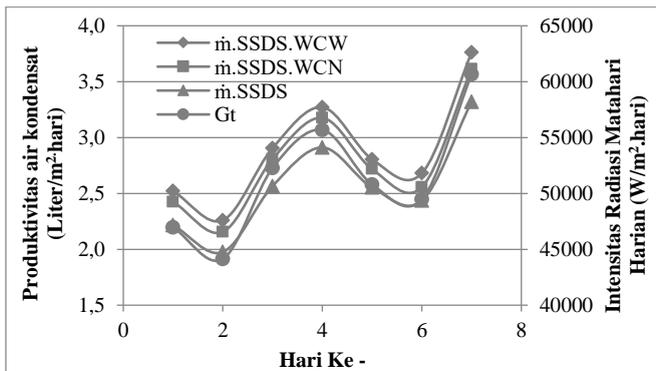


Gambar 9. Temperatur dinding kaca pendingin



Gambar 10. Temperatur pelat penyerap sirip/fins

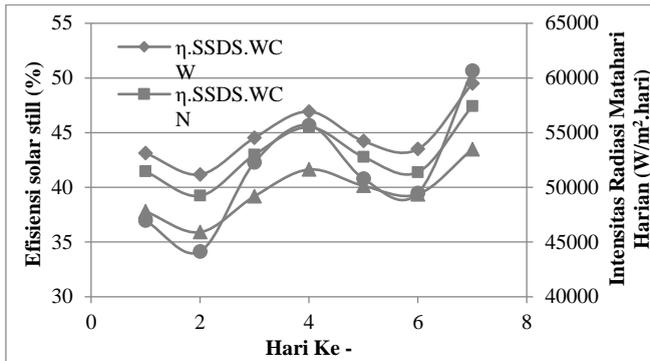
Pada gambar 10 terlihat temperatur pelat penyerap sirip menggunakan SSDS.WCW lebih rendah dibandingkan dengan SSDS.WCN dan SSDS, kondisi ini disebabkan karena intensitas radiasi matahari yang di terima dan di ubah menjadi panas lebih banyak di gunakan untuk proses evaporasi, sehingga produktivitas air kondensat/tawar meningkat.



Gambar 11. Produktivitas air kondensat/tawar

Dari data produktivitas *solar still* yang di peroleh selama 7 hari, kemudian dapat di buat gambar 11. Pada gambar tersebut terlihat produktivitas *solar still* harian tertinggi menggunakan SSDS.WCW sebesar 3.76 liter/m².hari di bandingkan dengan SSDS.WCN 3.61 liter/m².hari dan SSDS 3.32 liter/m².hari pada akumulasi intensitas radiasi matahari sebesar 60657.30 W/m². Kondisi ini di sebabkan oleh penurunan temperatur kaca penutup dan penambahan

permukaan kondensasi dengan media pendingin air yang dapat mempercepat proses kondensasi, sehingga dapat meningkatkan produktivitas air tawar.



Gambar 12. Efisiensi solar still

Dari hasil penelitian, memanfaatkan dinding dengan penambahan pendingin air sebagai permukaan kondensasi dapat menurunkan temperatur dinding kondensasi, temperatur kaca penutup, dapat meningkatkan evapoasi dan kondensasi, kemudian dapat meningkatkan produktivitas air kondensat. Peningkatan produktivitas air kondensat dapat meningkatkan pula nilai efisiensi solar still. Efisiensi solar still tertinggi selama tujuh hari menggunakan SSDS.WCW sebesar 49.49% dibandingkan dengan SSDS.WCN sebesar 47.43% dan SSDS sebesar 43.49 pada akumulasi intensitas radiasi matahari sebesar 60657.30 W/m².

Simpulan

Penelitian solar still menggunakan pelat penyerap sirip, kaca penutup double slope dan pendingin pada dinding yang di bandingkan dengan tanpa pendingin menghasilkan:

1. Dari konsep penelitian dan kajian eksperimen menghasilkan, dinding dengan penambahan pendingin air sebagai permukaan kondensasi dapat menurunkan temperatur dinding kondensasi, temperatur kaca penutup, dapat meningkatkan evapoasi dan kondensasi, sehingga dapat meningkatkan produktivitas air kondensat

2. **Produktivitas** air kondensat menggunakan pendingin air pada dinding (SSDS.WCW) sebesar 3.76 liter/m².hari lebih besar di bandingkan dengan SSDS.WCN 3.61 liter/m².hari dan SSDS 3.32 liter/m².hari pada intensitas radiasi matahari sebesar 60657.30 W/m².
3. **Efisiensi solar still** menggunakan pendingin air pada dinding (SSDS.WCW) mempunyai nilai tertinggi sebesar 49.49% dibandingkan dengan SSDS.WCN sebesar 47.43% dan SSDS sebesar 43.49 pada intensitas radiasi matahari sebesar 60657.30 W/m².
4. *Solar still* menggunakan pendingin air pada dinding dapat meningkatkan produktivitas air kondensat dan efisiensi *solar still* di bandingkan dengan pendingin nitrogen dan tanpa pendingin.

Ucapan terimakasih

Kami selaku Tim Peneliti mengucapkan terimakasih kepada BRIN dan LPDP yang telah membiayai kegiatan penelitian dengan kontrak Nomor : 53/IV/KS/06/2022 dan Nomor : 009/Kontrak-KS/PTS.030.7/PN/VI/2022.

Referensi

- Alfin amanda, A. A., Ismail, N. R., & Sahbana, M. A. (2020). Analisa bentuk permukaan pelat penyerap sponge terhadap kinerja *solar still double slope* tipe v. *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 3(01), 17–22. <https://doi.org/10.33795/jetm.v3i01.51>
- Ambarita, H., William, & Nababan, J. P. (2020). Effect of cooling water on the glass cover of the *double slope solar still*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1542(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1542/1/012058>
- Ismail, N. R., Soeparman, S., Widhiyanuriyawan, D., & Wijayanti, W. (2018). The influence of pores size and type of aggregate on liquid mass transfer in porous media. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(17), 7171–7178. <https://doi.org/10.3923/jeasci.2018.7171.7178>
- Ismail, N. R., Soeparman, S., Widhiyanuriyawan, D., & Wijayanti, W. (2019). The influence of pores size and type of aggregate

- on capillary heat and mass transfer in porous. *Journal of Applied Engineering Science*, 17(1), 8–17.
<https://doi.org/10.5937/jaes17-18090>
- Ismail, N. R., Suwandono, P., Hermawan, D., & Dwi, F. (2023). *Pemanfaatan dinding sebagai permukaan kondensasi untuk meningkatkan kinerja solar still double slope*. 12(1), 70–79.
- Kalidasa Murugavel, K., Chockalingam, K. K. S. K., & Srithar, K. (2008). An experimental study on single basin *double slope* simulation solar still with thin layer of water in the basin. *Desalination*, 220(1–3), 687–693.
<https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.01.063>
- Mohaisen, H. S., Esfahani, J. A., & Ayani, M. B. (2021). Improvement in the performance and cost of passive solar stills using a finned-wall/built-in condenser: An experimental study. *Renewable Energi*, 168, 170–180.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.12.056>
- Mugisidi, D., Fajar, A., Heriyani, O., Mesin, D. T., Teknik, F., & Prof, U. M. (2022). *Peningkatan efisiensi dan efektivitas kondensor pada*. 12(1), 19–31.
- Nurhadi, E., Ismail, N. R., & Fuhaid, N. (2016). Pengaruh jenis kaca penutup dengan variasi laju aliran terhadap efisiensi solar water heater sederhana. *Widya Teknika*, 24(1), 17–26.
- Prajapati, U. K., Gupta, B., & Bhalavi, J. (2019). *Performance improvement of double slope solar still using aluminium fins and phase change material*. (June).
- Sambada, F. R., & Ananta, F. (2020). Peningkatan efisiensi distilasi air energi surya menggunakan pengapung. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 13(2), 70.
<https://doi.org/10.24843/jem.2020.v13.i02.p05>
- Suwandono, P., Ismail, N. R., Hermawan, D., & Dwi, F. (2023). Simulasi CFD pada solar still double slope dengan kolektor pasir besi. *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 06(01).
- Tiwari, G. N., Dimri, V., & Chel, A. (2009). Parametric study of an active and passive solar distillation system: Energi and exergy analysis. *Desalination*, 242(1–3), 1–18.
<https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.03.027>



Dr. Nova Risdiyanto Ismail, ST., MT. menyelesaikan program Sarjana Teknik di Teknik Mesin, Universitas Widyagama Malang, pada tahun 2000, mendapatkan gelar Magister Teknik dari Teknik Mesin Universitas Brawijaya pada tahun 2006, dan menyelesaikan program doktor dari Teknik Mesin Universitas Brawijaya pada tahun 2021. Mengajar di Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang mulai tahun 2002. Minat pada bidang penelitian konversi energi dan *solar energi*.



Purbo Suwandono, ST., MT. telah menyelesaikan program Sarjana di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Brawijaya pada tahun 2011. Kemudian menyelesaikan program Magister di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Brawijaya pada tahun 2015. Saat ini mengajar di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Widyagama Malang sejak tahun 2017 dengan minat Konversi Energi dan Manufaktur



Dadang Hermawan, ST, MT, menyelesaikan program Sarjana Teknik di Teknik Mesin Universitas Widyagama, pada tahun 2003, mendapatkan gelar Magister Teknik dari Teknik Mesin, Universitas Brawijaya Malang, pada tahun 2016, Mengajar di D3 Otomotif dan Teknik Mesin, Universitas Widyagama, Malang mulai tahun 2005. Minat pada bidang penelitian Konversi Energi dan Material.



Frida Dwi Anggraeni, STP., MSc. telah menyelesaikan program Sarjana di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tahun 2006. Kemudian menyelesaikan program Magister di Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Gadjah Mada pada tahun 2009. Saat ini mengajar di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Widyagama Malang sejak tahun 2013 dengan minat Kimia Pangan dan Teknologi Hasil Pertanian