


Pembimbingan Dalam Pembuatan Prototipe Project D-Therwaste untuk Lomba IDEX 2023 yang diselenggarakan oleh *Anglo-Chinese School (Independent) Singapore*

¹⁾ Demas Sabatino, ²⁾ Iwan Setyawan, ³⁾ Sirilus Widi Surya Pranata

^{1,2,3} Fakultas Teknik Elektronika Dan Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia

Email Corresponding: demas.sabatino@uksw.edu

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Kata Kunci: IDEX 2023 energi bersih thermoelectric generator dc-to-dc converter</p>	<p>Inovasi adalah kunci negara maju, dan perlu dimulai sedini mungkin. SMP Kristen Gloria 2 Surabaya menerapkan hal tersebut melalui keikutsertaannya dalam IDEX 2023 yaitu kompetisi inovasi bagi kategori usia 13-18 tahun. Untuk mendapatkan hasil terbaik SMP Kristen Gloria 2 Surabaya bekerja sama dengan Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer Satya Wacana (FTEK UKSW) Salatiga dalam hal konsultasi dan pembimbingan tim yang mengikuti kompetisi tersebut. Metode pengabdian FTEK UKSW ke Mitra berupa konsultasi dan bimbingan tersebut dilakukan dari mulai pemilihan ide, pendalaman materi, pembuatan dan pengujian prototipe, hingga kompetisi berakhir. Ide yang dipilih yaitu melakukan konversi listrik dengan sumber energi panas yang terbuang dari kompor gas dengan menggunakan <i>thermoelectric generator</i> (TEG). Dimana kompor gas merupakan perangkat rumah tangga yang umum ditemui di rumah tangga dan penjual makanan/minuman. Prototipe yang dibuat dapat melakukan pengisian <i>power bank</i> dengan memanfaatkan modul <i>dc-to-dc converter</i> dengan masukan dari TEG. Inovasi yang dibuat oleh tim ini berhasil mendapatkan pengakuan berupa <i>silver medal</i> dan <i>James Dyson Foundation (Innovation Category)</i> pada ajang IDEX 2023 yang diselenggarakan oleh <i>Anglo-Chinese School (Independent) Singapore</i>.</p>
<p>Keywords: IDEX 2023 clean energy thermoelectric generator dc-to-dc converter</p>	<p>Innovation is the key to a developed country, and it needs to start as early as possible. SMP Kristen Gloria 2 Surabaya implements this through its participation in IDEX 2023, an innovation competition for the 13-18 year old category. To get the best results, SMP Kristen Gloria 2 Surabaya collaborated with the Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer Satya Wacana (FTEK UKSW) Salatiga in terms of consulting and mentoring the teams participating in the competition. The FTEK UKSW service method for partners in the form of consultation and guidance is carried out from selecting ideas, deepening material, making and testing prototypes, until the competition ends. The idea chosen is to convert electricity using a heat energy source that is wasted from a gas stove using a thermoelectric generator (TEG). Where the gas stove is a household appliance that is commonly found in households and food/beverage sellers. The prototype made can charge the power bank by utilizing the dc-to-dc converter module with input from TEG. The innovation made by this team won recognition in the form of a silver medal and the James Dyson Foundation (Innovation Category) at the IDEX 2023 event organized by Anglo-Chinese School (Independent) Singapore.</p> <p style="text-align: right;">This is an open access article under the CC-BY-SA license.</p> 

I. PENDAHULUAN

Kesadaran masyarakat akan inovasi untuk keberlanjutan umat manusia perlu diajarkan untuk semua kalangan, dari pendidikan dasar hingga kehidupan rumah tangga. Salah satu bentuk pengajaran dapat berupa kompetisi inovasi untuk kriteria umur tertentu, sehingga dengan pengetahuan yang telah mereka dapatkan, mereka dapat berkontribusi menjadi inovator bagi masyarakat luas. Salah satu dari kompetisi ini adalah IDEX 2023 yang diselenggarakan oleh *Anglo-Chinese School (Independent) Singapore*. Dan salah satu sekolah yang diundang untuk mengikuti kompetisi IDEX 2023 merupakan SMP Kristen Gloria 2 Surabaya, dimana salah satu tim yang dikirim tertarik untuk melakukan inovasi di bidang energi ramah lingkungan. Untuk mendukung

1755

tim dari SMP Kristen Gloria 2 Surabaya, kami dari Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga (FTEK UKSW) memberikan pembimbingan kepada siswi-siswi yang terlibat antara lain Emily Ivana Pangemanan, Jessica Ivana Oeidjaja, dan Kesya Gabriela Limantara dan difasilitasi oleh Ibu Lusya Stefani selaku Guru IPA. Hal ini juga sebagai bentuk pengabdian FTEK UKSW ke masyarakat.

Prototipe yang kami rancang dari hasil konsultasi harapannya dekat dengan kegiatan sehari-hari, aman dan mudah digunakan. Mengadopsi dari beberapa sumber bahwa panas dari kompor untuk kegiatan memasak merupakan sumber panas yang cukup untuk menghasilkan energi listrik untuk rumah tangga (Codecasa et al., 2015; Najjar & Kseibi, 2017; Sornek et al., 2019). Hal ini diperkuat dengan penelitian tentang *thermoelectric generator* yang dapat diaplikasikan pada banyak bidang industri yang menghasilkan panas (Champier, 2017). Berbekal dari artikel ini kami dari FTEK UKSW Salatiga memberikan bimbingan kepada siswi-siswi SMP Kristen Gloria 2 Surabaya untuk mengikuti IDEX 2023 dengan membuat inovasi berupa prototipe konversi energi panas dari kompor menjadi energi listrik sebagai pengisi daya peralatan elektronik berbasis USB.

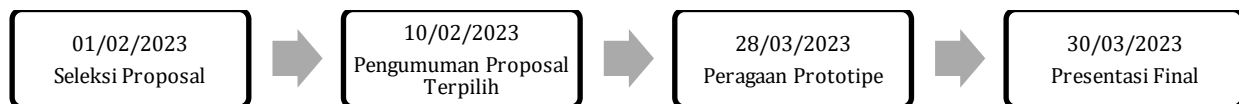
II. MASALAH

SMP Kristen Gloria 2 Surabaya diundang untuk mengikuti suatu kompetisi inovasi bagi siswa dengan kriteria usia antara 13-18 tahun yang diselenggarakan oleh *Anglo-Chinese School (Independent) Singapore* bernama “IDEX 2023: *Technology for Humanity*”. Fokus dari tema ini adalah menghadirkan yang terbaik dari manusia melalui inovasi/teknologi dimana teknologi tidak hanya untuk meningkatkan kehidupan orang lain tetapi juga untuk memunculkan kebaikan manusia melalui teknologi (Anglo-Chinese School (Independent), n.d.).



Gambar 1 Lokasi SMP Kristen Gloria 2, Jl. Kalisari Selatan 1 No. 3 Pakuwon City Surabaya.

Core value dari SMP Kristen Gloria 2 Surabaya adalah *Godliness, life long learning, obedience, responsibility, integrity, adaptability*. Sekolah ini juga berpegang kepada pilar-pilar pendidikan yaitu *academic, character, life skill, dan physical* (Yayasan Pendidikan Kristen Gloria, n.d.). Merujuk dari *core value* tersebut SMP Kristen Gloria 2 Surabaya selalu mendorong siswa-siswinya untuk tampil dan berprestasi di semua ajang kompetisi yang diikutinya. Demikian juga saat mengikuti IDEX 2023, siswi-siswi SMP Kristen Gloria 2 Surabaya yaitu Emily Ivana Pangemanan, Jessica Ivana Oeidjaja, dan Kesya Gabriela Limantara difasilitasi oleh Ibu Lusya Stefani selaku Guru IPA mengajukan bantuan pembimbingan kepada Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana (FTEK UKSW) Salatiga.



Gambar 2 Tahapan Kompetisi IDEX 2023.

III. METODE

Berdasarkan hasil diskusi awal dengan siswa dan guru dari SMP Kristen Gloria 2 Surabaya, didapatkan harapan siswa untuk dapat membuat suatu prototipe perangkat konversi energi dengan sumber yang bersih. Hasil brainstorming yang telah kami lakukan memperoleh ide untuk mengkonversi energi panas yang terbuang

dari kompor gas menjadi energi listrik. Kemudian kami sepakati metode pemberian konsultasi dan bimbingan dalam proyek ini. Adapun tahapan pengabdian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Tahapan pengabdian

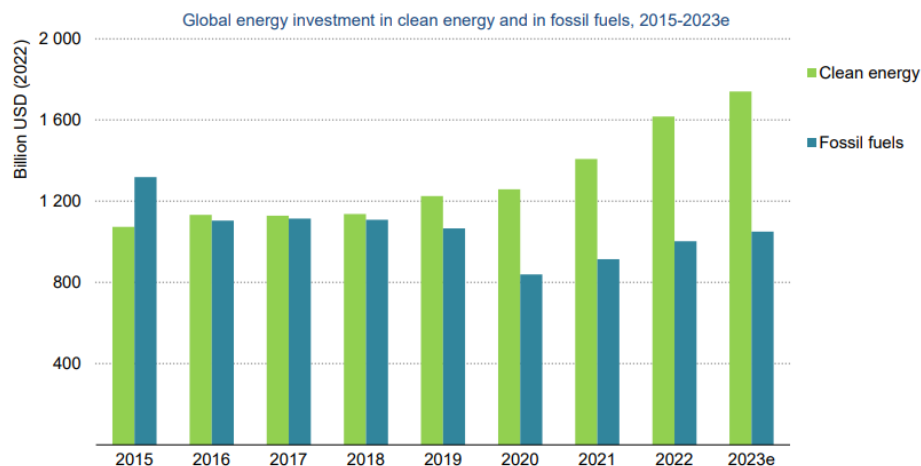
Ide ini didasari dengan fakta bahwa setelah pandemi, lebih banyak lebih memilih untuk orang memasak dirumah dibandingkan dengan membeli keluar rumah (Eden Creative, n.d.). Selain itu jumlah UMKM yang menjual makanan dan minuman di Indonesia sebanyak 4 juta pedagang (Badan Pusat Statistik, 2021) dan sebagian besar dari mereka menggunakan kompor untuk menghangatkan/memasak makanan yang dijual. Dari kedua kategori pengguna kompor masak ini semuanya masih mengandalkan kompor gas untuk memasak, meskipun sebagian kecil sudah beralih ke kompor induksi/kompor listrik.

Padahal kompor gas memiliki efisiensi transfer energi panas yang tidak maksimal saat memasak karena panas dari kompor masih ada yang terbang ke sisi-sisi kompor. Hal inilah yang mendasari ide kami untuk menangkap panas dari sisi-sisi kompor lalu dikonversi menjadi energi listrik, sehingga panas tidak terbang dengan sia-sia. Atas dasar inilah prototipe ini kami namakan dengan “*D-Therwaste*” dengan tagline “*D-Therwaste, just as D-pendable!*”

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pemilihan Tema Prototipe

Dunia saat ini sedang bersiap menghadapi krisis energi, pemanasan global dan perubahan iklim global. Solusi yang ditawarkan untuk kedua permasalahan sekaligus ini sangat sederhana, yaitu dengan beralih dari sumber energi fosil menjadi sumber energi bersih.

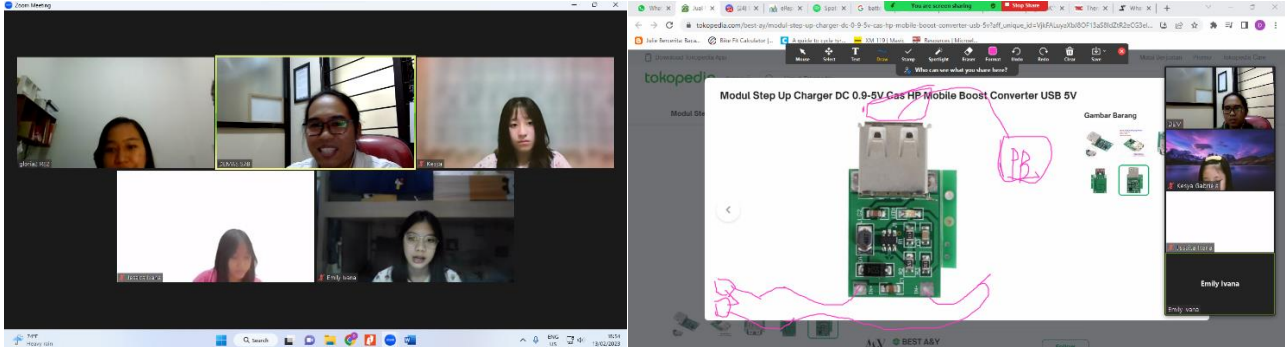


Gambar 4. Kecenderungan investasi global pada energi bersih dan energi fosil (Iea, 2023).

Menurut laporan dari (Iea, 2023) secara global, investasi pada energi bersih saat ini mengalami peningkatan seperti ditunjukkan pada Gambar 4, namun hal ini masih belum dapat sepenuhnya menggantikan energi fosil yang lebih murah. Tantangan energi bersih ini sebaiknya tidak hanya menjadi masalah untuk perusahaan di sektor energi saja, namun perlu diperluas hingga kalangan masyarakat. Sehingga masyarakat memiliki pemahaman betapa pentingnya energi dalam kehidupan sehari-hari dan bagaimana memanen energi bersih dapat dilakukan oleh semua orang. Tantangan akan hal ini adalah investasi yang besar dan pemasangan yang sulit untuk produk-produk pemanen energi bersih skala rumah tangga, misalnya: solar panel, micro hydro turbines, wind turbines, dan lain sebagainya. Padahal pemanenan energi tidak harus dalam skala besar dan harus dekat dengan kegiatan sehari-hari manusia.

b. Proses Bimbingan dan Konsultasi

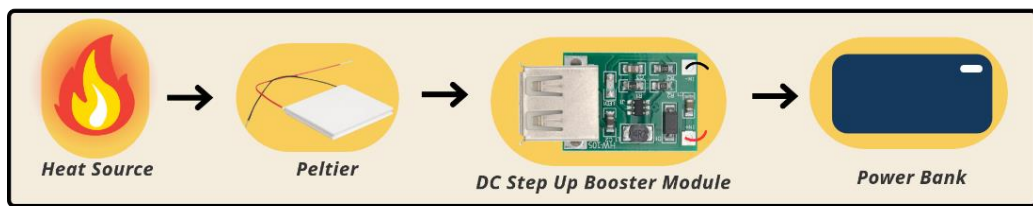
Proyek ini dikerjakan di 2 lokasi yang berbeda yaitu Salatiga dan Surabaya, pemberian konsultasi dilakukan di Salatiga dan pembuatan prototipe dikerjakan di Surabaya. Konsultasi dan pembimbingan dilakukan daring secara berkala melalui aplikasi zoom seperti ditunjukkan pada Gambar 5 dan melalui *whatsapp* group.



Gambar 5. Kegiatan pembimbingan dalam jaringan.

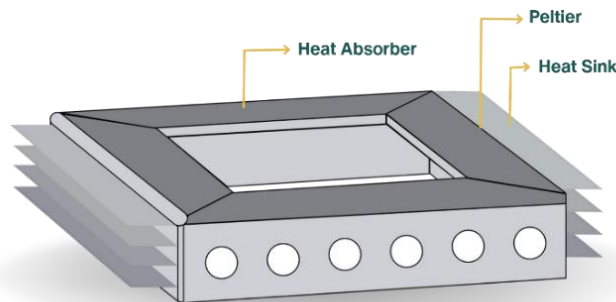
c. Cara Kerja Prototipe dan Blok Diagram

Cara kerja D-Therwaste adalah dengan menangkap panas yang terbuang dari kompor gas, kemudian dikonversi menjadi listrik dengan menggunakan Thermoelectric Generator (TEG)/Peltier. Namun tegangan keluaran dari peltier sangat tergantung kepada perbedaan panas yang diterima oleh peltier (Rammohan & Swamy, 2013). Sehingga untuk dapat menghasilkan tegangan yang stabil yang dapat digunakan untuk mengisi perangkat elektronik, keluaran TEG perlu dikonversi menjadi 5V DC dengan bantuan modul *dc-dc converter*. Sehingga secara keseluruhan cara kerja dari prototipe ini digambarkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Cara kerja prototipe.

d. Desain Prototipe



Gambar 7. Desain Prototipe.

Untuk memaksimalkan tangkapan panas dan karena panas yang terbuang oleh kompor gas berada di semua sisi dari kompor, maka kami menggunakan *heat absorber* yang mengelilingi kompor yang ditunjukkan pada Gambar 7. Bahan yang akan digunakan adalah aluminium dimana merupakan salah satu logam penangkap panas terbaik selain tembaga. Kelebihan lain aluminium yaitu mudah untuk dibentuk dan memiliki harga yang lebih murah dibandingkan tembaga. Peltier akan diletakkan diantara *heat absorber* dan *heat sink* untuk mendapatkan perbedaan suhu yang lebih tinggi.

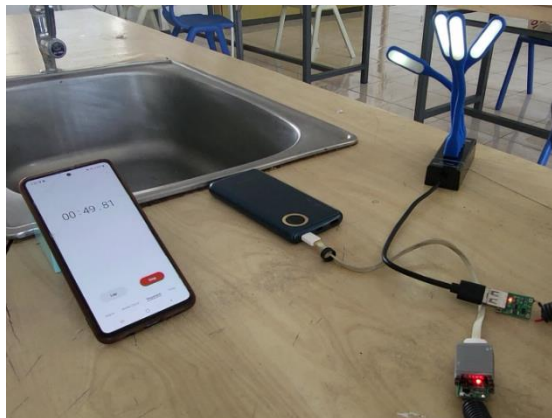
e. Hasil Akhir Desain dan Pengujian Prototipe

Percobaan dilakukan untuk mengetahui keberhasilan prototipe dalam menangkap panas dan menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan sebagai *charger 5V*. Percobaan yang dilakukan adalah menguji keluaran

tegangan peltier terhadap durasi waktu pemanasan kompor, hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1, dengan catatan peltier dalam pengujian ini dilakukan tanpa beban (*load*).

Tabel 1. Tegangan peltier (1 unit) setelah kompor dinyalakan.

Waktu sejak kompor dinyalakan (detik)	Tegangan peltier (TEG SP1848 27145 SA)
30	1V
45	1,5V
60	2V
105	3V
150	3,7V



Gambar 8. Percobaan pengisian *powerbank* dengan sumber energi hasil konversi dari panas kompor.



Gambar 9. Prototipe final.

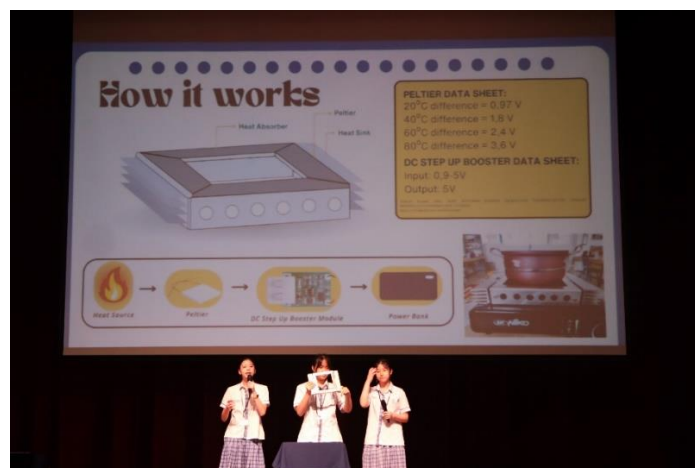
Percobaan selanjutnya adalah dengan memasang modul *dc-dc converter* pada keluaran peltier. Pada prototipe ini kami menggunakan Modul *Step Up* DC dengan input 0.9-5V menjadi output USB 5V maksimal 600mA. Hasilnya dalam waktu kurang dari 1 menit menyalakan kompor, modul *dc-dc converter* ini berhasil melakukan pengisian daya pada *powerbank* dan menyalakan lampu USB seperti ditunjukkan pada Gambar 8. Setelah semuanya sudah bekerja sesuai harapan, prototipe kami rapikan sehingga dapat menjadi perangkat yang portable sesuai dengan tujuan awal proyek, yaitu konversi energi bersih yang dekat dengan kegiatan masyarakat dan mudah digunakan, hasilnya ditunjukkan pada Gambar 9.

f. Pameran Prototipe dan Presentasi Final IDEX 2023

Pameran diselenggarakan pada tanggal 28 Maret 2023 di *Anglo-Chinese School (Independent)*, Singapura. Karena merupakan kompetisi untuk kriteria umur tertentu, maka siswa-siswa berangkat secara mandiri. Selama 2 hari pameran, banyak pengunjung termasuk para juri yang tertarik akan prototipe yang kami buat.



Gambar 10. Ketertarikan pengunjung pada tahap pameran prototipe.



Gambar 11. Presentasi final

Siswi-siswi tersebut (Emily Ivana Pangemanan, Jessica Ivana Oeidjaja, dan Kesya Gabriela Limantara) berkesempatan untuk dapat mempresentasikan prototipenya pada presentasi final, dimana hanya terdapat 3 tim yang memiliki kesempatan ini. Pada pengumuman pemenang, siswi-siswi ini berhasil merebut *silver medal* dan *special awards* dari *James Dyson Foundation (Innovation Category)* sebagai sponsor. Penghargaan ini merupakan salah satu bentuk kesuksesan kegiatan pembimbingan yang telah dilakukan, namun kerja keras para siswi inilah yang menjadi penentu utama kesuksesan dalam kompetisi ini.



(a)

(b)

Gambar 12 (a) Penghargaan *silver medal*. (b) Penghargaan *James Dyson Foundation (Innovation Category)*

V. KESIMPULAN

Pembimbingan siswi-siswi SMP Kristen Gloria 2 Surabaya dalam membuat prototipe inovasi tentang konversi energi ramah lingkungan yang dekat dengan kegiatan masyarakat, mudah digunakan dan aman, telah dilaksanakan. Pembimbingan ini menghasilkan prototipe yang kami namai dengan “*D-Therwaste*” yang memanfaatkan panas yang terbuang dari kompor gas saat kegiatan memasak untuk menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan untuk mengisi ulang perangkat elektronik dengan *port* USB. Pembimbingan dan pembuatan prototipe ini mendapatkan pengakuan berupa penghargaan *silver medal* dan *James Dyson Foundation (Innovation Category)* pada ajang IDEX 2023 yang diselenggarakan oleh *Anglo-Chinese School (Independent) Singapore*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Kepala SMP Kristen Gloria 2 Surabaya Dra. Linda Buntoro, M.M. untuk dukungan terhadap siswa, guru, dan tim FTEK UKSW dalam kegiatan pembimbingan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anglo-Chinese School (Independent). (n.d.). *Welcome to IDEX 2023*. Retrieved March 31, 2023, from <https://idex.acsindep.edu.sg/index.html>
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Statistik Penyedia Makan Minum 2019*.
- Champier, D. (2017). Thermoelectric generators: A review of applications. In *Energy Conversion and Management* (Vol. 140, pp. 167–181). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.02.070>
- Codecasa, M. P., Fanciulli, C., Gaddi, R., Gomez-Paz, F., & Passaretti, F. (2015). Design and Development of a TEG Cogenerator Device Integrated into a Self-Standing Natural Combustion Gas Stove. *Journal of Electronic Materials*, 44(1), 377–383. <https://doi.org/10.1007/s11664-014-3297-9>
- Eden Creative. (n.d.). *Do Indonesians Cook At Home?* Retrieved April 4, 2023, from <https://edencreativenetwork.com/do-indonesians-cook-at-home>
- Iea. (2023). *World Energy Investment 2023*. www.iea.org
- Najjar, Y. S. H., & Kseibi, M. (2017). Evaluation of experimental JUST thermoelectric stove for electricity – Deprived regions. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 69, pp. 854–861). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.041>
- Rammohan, A. P., & Swamy, M. (2013). Home Made Electricity from Gas Stove. In *International Journal of Engineering Research* (Vol. 8, Issue 6). www.ijerd.com
- Sornek, K., Filipowicz, M., Żołądek, M., Kot, R., & Mikrut, M. (2019). Comparative analysis of selected thermoelectric generators operating with wood-fired stove. *Energy*, 166, 1303–1313. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.10.140>
- Yayasan Pendidikan Kristen Gloria. (n.d.). *Yayasan Pendidikan Kristen Gloria*. Retrieved March 31, 2023, from <https://www.gloriaschool.org/>