



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI

PITRAM 2026

Pertandingan Inovasi Antara Asasi Malaysia

Extended Abstract Book



11 dan 12 APRIL 2026

Dewan Berlian

Universiti Teknologi MARA

Cawangan Selangor

Kampus Puncak Alam



UNIVERSITI
TEKNOLOGI
MARA

Pusat
Asasi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI



MAJLIS DEKAN/PENGARAH ASASI
UNIVERSITI AWAM MALAYSIA

Hydrospark: Titis-Titis, Terus Bertenaga!

Kashvita Sri Ramulu, Nur Qystina Muhammad Daniel Hafiz, Nurul Sabihah Nor Shahbani, Dayang Nurul Marfikah, Yashnie Jayabalan, Emma Ziezie Mohd Tarmizi*

Centre for Foundation Studies in Science, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM
Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

*emma@upm.edu.my

ABSTRAK

Projek Hydrospark merupakan satu inovasi yang memanfaatkan titisan air sebagai sumber untuk menjana tenaga elektrik melalui prinsip elektrostatik. Apabila titisan air jatuh secara berterusan, perbezaan keupayaan terhasil dan cas elektrik terkumpul sehingga menghasilkan percikan kecil. Fenomena ini membuktikan bahawa tenaga mekanikal daripada pergerakan air boleh ditukarkan kepada tenaga elektrik secara ringkas dan berkesan. Projek ini mengetengahkan potensi tenaga mikro daripada proses semula jadi yang sering tidak dimanfaatkan, di samping memperkenalkan pendekatan pembelajaran elektrostatik yang lebih praktikal dan kos efektif. Berbanding kaedah pembelajaran berasaskan teori semata-mata, Hydrospark menyediakan pengalaman hands-on yang mampu meningkatkan penglibatan serta minat pelajar dalam memahami konsep sains. Sehubungan itu, projek ini bertujuan membangunkan alat pembelajaran yang mudah, mampu milik, dan mesra pelajar untuk menjana elektrik. Selain meningkatkan kefahaman terhadap konsep elektrostatik dan penukaran tenaga, projek ini turut menggalakkan penerapan inovasi sains melalui pendekatan eksperimen yang interaktif. Hydrospark berpotensi menjadi medium pembelajaran STEM yang kreatif serta membuka ruang kepada penerokaan lanjut dalam bidang tenaga alternatif berskala kecil.

Kata kunci: Hydrospark, elektrostatik, titisan air, tenaga elektrik, alat pembelajaran.

1. PENGENALAN

HydroSpark dibangunkan sebagai satu inovasi pendidikan yang memanfaatkan fenomena semula jadi bagi penjanaan tenaga elektrik melalui prinsip elektrostatik, iaitu pengumpulan dan pemindahan cas elektrik akibat perbezaan keupayaan (Britannica Editors, 2020). Dalam sistem ini, titisan air yang jatuh secara berterusan mampu menghasilkan cas elektrik melalui proses aruhan elektrostatik, selari dengan mekanisme Kelvin water dropper yang telah lama dikaji dalam bidang fizik (Desmet et al., 1989; Gomez-Marin et al., 2013).

Kajian terkini turut menunjukkan bahawa sistem berasaskan titisan air mempunyai potensi besar dalam penjanaan tenaga mikro serta pembangunan teknologi tenaga lestari berskala kecil (Mora et al., 2024; Zhang et al., 2023). Walau bagaimanapun, aplikasi konsep ini masih kurang dimanfaatkan dalam konteks pendidikan, terutamanya sebagai alat pembelajaran yang praktikal dan mudah diakses oleh pelajar. Kebanyakan pendekatan pembelajaran sains masih bergantung kepada teori, sekali gus mengehadkan pemahaman pelajar terhadap konsep abstrak seperti elektrostatik dan penukaran tenaga.

Selain itu, alat eksperimen sains yang sedia ada di makmal lazimnya memerlukan kos yang tinggi serta penggunaan peralatan yang kompleks, menyebabkan penggunaannya terhad dalam persekitaran pembelajaran biasa. Oleh itu, terdapat keperluan untuk membangunkan alat pembelajaran yang lebih ringkas, kos efektif dan mesra pengguna tanpa menjejaskan nilai saintifiknya.

Sehubungan itu, projek HydroSpark diperkenalkan sebagai satu penyelesaian inovatif yang menggabungkan konsep elektrostatik dengan aplikasi praktikal melalui penggunaan bahan kitar semula dan reka bentuk yang mudah dibina. Projek ini bertujuan untuk meningkatkan kefahaman pelajar terhadap konsep asas fizik seperti cas elektrik, aruhan elektrostatik dan penukaran tenaga, di samping menyokong pendekatan pembelajaran STEM yang lebih interaktif, kreatif dan berimpak tinggi.

2. METODOLOGI

Proses pembinaan projek HydroSpark dilaksanakan secara berperingkat bagi memastikan sistem dapat berfungsi dengan baik dan mencapai objektif kajian. Projek ini dibina berasaskan konsep penjanaan tenaga elektrik melalui titisan air menggunakan prinsip elektrostatik yang telah digunakan dalam sistem Kelvin water dropper (Xie et al., 2014; Yazdanshenas et al., 2018). Sepanjang proses pembinaan, bahan yang mudah diperolehi, berkos rendah dan mesra alam telah dipilih supaya projek ini sesuai digunakan sebagai bahan demonstrasi pendidikan.

Pada peringkat awal, rangka pembinaan HydroSpark dibentuk menggunakan paip PVC sebagai struktur sokongan kerana sifatnya yang ringan, kukuh dan mudah dipotong mengikut saiz yang diperlukan. Blok kayu digunakan sebagai tapak utama bagi memastikan kestabilan keseluruhan struktur semasa eksperimen dijalankan. Semua komponen telah disusun dengan teliti supaya kedudukan botol air, gelang induksi dan tin pengumpul berada dalam keadaan seimbang serta selamat digunakan. Seterusnya, sistem penitisan air telah disediakan. Sebuah botol plastik terpakai digunakan sebagai takungan air kerana mudah diperolehi dan boleh dikitar semula. Pada penutup botol, satu lubang kecil telah dibuat dan penitis dipasang bagi mengawal kadar aliran air keluar secara perlahan dan berterusan. Kawalan titisan air adalah penting kerana saiz dan kelajuan titisan mempengaruhi jumlah cas elektrostatik yang terhasil (Mora et al., 2024).

Pada langkah berikutnya, gelang induksi telah dibina menggunakan tin logam yang dibentuk menjadi gelang bulat dan dipasang pada bahagian tengah rangka. Gelang ini berfungsi sebagai medium aruhan elektrostatik apabila titisan air melaluinya. Kedudukan gelang telah dilaraskan supaya titisan air jatuh tepat melalui bahagian tengah gelang tanpa menyentuh permukaan logam, bagi meningkatkan kecekapan pemindahan cas (Gomez-Marín et al., 2013).

Kemudian, tin pengumpul cas telah disediakan dengan meletakkan satu tin logam di bahagian bawah rangka sebagai bekas penerima titisan air selepas melalui gelang induksi. Tin ini berfungsi untuk mengumpulkan cas elektrik yang dibawa oleh titisan air. Kedudukannya telah disusun tepat di bawah laluan titisan bagi memastikan pengumpulan air berlaku dengan sempurna tanpa tumpahan.

Akhir sekali, penyambungan litar telah dilakukan menggunakan wayar buaya. Wayar tersebut digunakan untuk menyambungkan gelang induksi dengan tin pengumpul cas. Sambungan ini penting bagi membolehkan cas elektrik dipindahkan dan dikumpulkan secara berterusan (Xie et al., 2014). Semua sambungan telah diperiksa bagi memastikan sentuhan logam adalah kemas dan tiada gangguan pada aliran cas elektrik.

Secara keseluruhannya, metodologi pembinaan HydroSpark melibatkan pembinaan rangka, pemasangan komponen utama serta penambahbaikan secara berperingkat. Kaedah ini dipilih kerana mudah dilaksanakan, menjimatkan kos dan sesuai digunakan untuk menunjukkan konsep penukaran tenaga mekanikal kepada tenaga elektrik dalam pembelajaran sains dan fizik (Desmet et al., 1989).

3. DAPATAN DAN PERBINCANGAN

HydroSpark telah berjaya menunjukkan bahawa tenaga elektrik boleh dijana daripada titisan air melalui proses elektrostatik. Sistem ini telah menghasilkan percikan elektrik kecil yang dapat dilihat, sekali gus membuktikan keberkesanan pemindahan tenaga daripada mekanikal kepada elektrik seperti yang dilaporkan dalam kajian Kelvin water dropper (Mora et al., 2024; Xie et al., 2014).

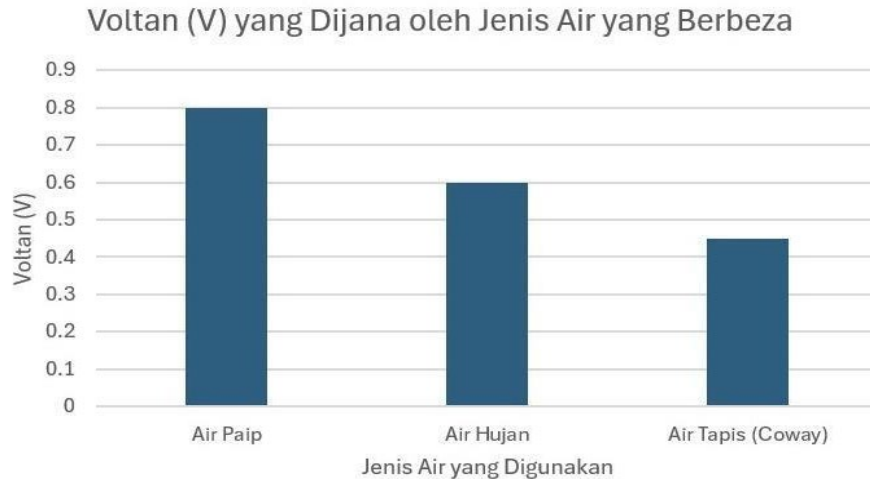
Dari segi pendidikan, alat ini dapat digunakan untuk membantu pelajar memahami konsep seperti pertukaran tenaga, cas elektrik dan Hukum Coulomb dengan lebih jelas (Britannica Editors, 2020). Selain itu, penggunaan bahan kitar semula telah menjadikan projek ini lebih lestari dan mesra alam. Perbandingan dengan produk lain menunjukkan bahawa HydroSpark adalah lebih kos efektif, mudah diakses dan sesuai digunakan oleh pelajar berbanding peralatan makmal yang kompleks dan mahal (Gomez-Marin et al., 2013).

Jadual 1. Kekuatan spark yang dihasilkan bagi tiga jenis air

JENIS AIR	PEMERHATIAN
Air Paip	Spark tertinggi
Air Hujan	Spark sederhana
Air Tapis (Coway)	Spark terendah

Daripada pemerhatian seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1 dan Rajah 1, didapati bahawa spark tertinggi telah dihasilkan oleh air paip kerana kandungan mineralnya yang lebih tinggi berbanding air hujan dan air tapis. Oleh itu, air yang mengandungi lebih banyak mineral didapati membawa lebih banyak cas dan seterusnya menghasilkan spark yang lebih tinggi, selari dengan konsep kekonduksian ion dalam cecair (Yazdanshenas et al., 2018).

Tambahan pula, dapatan ini menyokong kajian terkini yang menunjukkan bahawa sifat fizikal dan kimia titisan air memainkan peranan penting dalam keberkesanan sistem penjaan tenaga berskala kecil (Zhang et al., 2023).



Rajah 1. Voltan (V) yang dijana oleh jenis air yang berbeza melawan Voltan (V)

4. KESIMPULAN

HydroSpark telah berjaya membuktikan bahawa titisan air berupaya menjana tenaga elektrik melalui prinsip elektrostatik, sekali gus mengesahkan penukaran tenaga mekanikal kepada tenaga elektrik dalam skala mikro. Keberkesanan sistem ini ditunjukkan melalui penghasilan percikan elektrik serta perbezaan kekuatan spark berdasarkan jenis air, yang dipengaruhi oleh kandungan mineral dan keupayaan membawa cas.

Dari perspektif pendidikan, HydroSpark menyediakan pendekatan pembelajaran berasaskan eksperimen yang lebih interaktif dan bermakna, khususnya dalam membantu pelajar memahami konsep elektrostatik, Hukum Coulomb, dan penukaran tenaga secara visual dan hands-on. Penggunaan bahan kos rendah dan kitar semula turut menjadikan projek ini sebagai alternatif yang praktikal, lestari, dan mudah diakses berbanding peralatan makmal konvensional.

Selain itu, projek ini selari dengan perkembangan kajian semasa dalam bidang penjanaan tenaga berasaskan titisan air, sekali gus menunjukkan potensi aplikasi yang lebih luas dalam teknologi tenaga alternatif berskala kecil. Pada masa hadapan, HydroSpark berpotensi dikembangkan sebagai kit pembelajaran komersial yang inovatif, serta menjadi platform asas untuk penyelidikan lanjut dalam bidang tenaga lestari dan pendidikan STEM.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan ditujukan kepada ibu bapa anak-anak istimewa serta Dr Emma Ziezie, pensyarah fizik kuliah, atas segala sokongan yang telah diberikan sepanjang PITRAM 2026. Ucapan terima kasih turut dirakamkan kepada Pusat Asasi Sains Pertanian, Universiti Putra Malaysia (UPM) atas sokongan, dorongan serta penyediaan platform bagi menjayakan projek inovasi ini. Penghargaan khas juga telah diberikan kepada ahli kumpulan atas komitmen dan kreativiti yang telah ditunjukkan dalam merealisasikan pembangunan projek Hydrospark.

RUJUKAN

- Britannica Editors. (2020, June 25). Electrostatics: Definition & formulas. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/electrostatics>
- Desmet, S., Orban, F., & Grandjean, F. (1989). On the Kelvin electrostatic generator. *European Journal of Physics*, 10(2), 118–122. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/10/2/008>
- Gomez-Marin, A., van Hoeve, W., García-Sánchez, P., Shui, L., Xie, Y., Fontelos, M. A., Eijkel, J. C. T., van den Berg, A., & Lohse, D. (2013). The microfluidic Kelvin water dropper. *Lab on a Chip*, 13(23), 4503–4506. <https://doi.org/10.1039/C3LC50782K>
- Mora, T., et al. (2024). Spontaneous electrification of falling water droplets generates high voltage in miniaturized Kelvin water droppers. *Science Advances*, 10(7), eadi2993. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adi2993>
- Xie, Y., et al. (2014). Pressure-driven ballistic Kelvin's water dropper for energy harvesting. *Lab on a Chip*, 14(21), 4087–4093. <https://doi.org/10.1039/C4LC00740A>
- Yazdanshenas, E., Tang, Q., & Zhang, X. (2018). Electrowetting using a microfluidic Kelvin water dropper. *Micromachines*, 9(3), 92. <https://doi.org/10.3390/mi9030092>
- Zhang, Y., et al. (2023). Recent advances in droplet-based energy harvesting systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 180, 113298. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113298>
- Lin, Z., et al. (2024). Water droplet energy harvesting: Fundamentals and advances. *Droplet*, 3(1), e97. <https://doi.org/10.1002/dro2.97>
- Li, Y., et al. (2024). A droplet-based electricity generator incorporating Kelvin water dropper with ultrahigh instantaneous power density. *Droplet*, 3(2), e122.
- Ko, J., et al. (2025). Electrostatic charge induction in droplets for energy harvesting. *Chemical Engineering Journal*, 475, 146512. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.146512>