

STUDI POTENSI ENERGI ANGIN PADA GEDUNG BERTINGKAT

Akhmad Khanafi¹, Dr. Sudarti, M.Kes²

Universitas Jember

Email: sulungsae7@gmail.com

Abstract

The number of multi-storey buildings provides an advantage in terms of the height of the location for wind turbines to be built, because a higher position has a greater wind speed. The purpose of this study is to produce data from previous studies that can be collected to obtain literature on the potential of wind energy. The research method used by researchers is a literature study method, where researchers conduct past research. The data was taken from the results of research that had been carried out by previous researchers and then conclusions were drawn. The standard surface wind speed measurement is at a height of 10 m to determine the potential for wind energy with wind turbine towers. The measured data is processed to estimate the wind speed at a certain height. Furthermore, the wind speed is analyzed to obtain the amount of other energy produced. From the ten journals that we analyzed; we obtained results that wind energy has more potential in high-rise buildings.

Keywords: *Potential, Wind Energy, High-rise Buildings*

Abstrak

Banyaknya bangunan bertingkat memberikan keuntungan dalam hal ketinggian lokasi untuk dibangun turbin angin, karena posisi yang lebih tinggi memiliki kecepatan angin yang lebih besar. Tujuan penelitian ini menghasilkan data dari penelitian terdahulu yang dapat dikumpulkan untuk mendapatkan literatur tentang potensi energi angin. Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah metode studi literatur, dimana peneliti melakukan penelitian masalah. Data diambil dari hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti terdahulu kemudian ditarik kesimpulan. Standar pengukuran kecepatan angin permukaan adalah pada ketinggian 10 m untuk mengetahui potensi energi angin dengan menara turbin angin. Data hasil pengukuran diolah untuk mengestimasi kecepatan angin pada ketinggian tertentu. Selanjutnya kecepatan angin tersebut dianalisa untuk mendapatkan besaran energi lain yang dihasilkan. Dari sepuluh jurnal yang kita analisis memperoleh hasil bahwa energi angin lebih berpotensi pada gedung bertingkat.

Kata Kunci: *Potensi, Energi Angin, Gedung Bertingkat*

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi terus meningkat seiring dengan penambahan jumlah penduduk di dunia. Peningkatan kebutuhan energi terkadang tidak diiringi oleh peningkatan pembangunan sarana dan prasarana yang mendukung sehingga mengakibatkan beberapa tempat tidak mendapat pasokan listrik yang cukup. Saat ini, Pemerintah terus mendorong pemanfaatan energi terbarukan dalam memenuhi kebutuhan energi nasional dalam berbagai sektor seperti pertanian, pendidikan, kesehatan, penerangan jalan, dan penggerak ekonomi masyarakat. Konsep pemanfaatan energi angin sudah lama di gunakan. Tercatat dalam suatu sumber energi angin telah digunakan pada masa Babilonia Kuno untuk kebutuhan irigasi, sedangkan pada sumber lain pemanfaatan energi angin pertama kali berasal dari India.



Pada umumnya bangunan bertingkat memiliki ketinggian 8-15 m dengan panjang 15-20 m dan lebar 5 m untuk satu unit ruko. Ketinggian bangunan memberikan keuntungan dalam menghasilkan energi listrik yang berasal dari energi angin, karena posisi yang lebih tinggi memiliki kecepatan angin yang lebih besar. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Azirudin (2018), Sebelum membangun turbin angin, ada banyak hal yang diperhitungkan untuk mengetahui potensi energi angin pada suatu lokasi. Untuk mengetahui besaran energi yang dihasilkan pada suatu lokasi, diperlukan penelitian tentang besar energi angin yang dapat dikonversi menjadi energi listrik pada ketinggian tertentu dengan variasi ukuran diameter rotor. Kecepatan angin juga menjadi hal muatan yang perlu diikuti dalam pengukuran. Nilai rata-rata kecepatan angin pada setiap lokasinya sangat berbeda. Hal ini dapat dilihat pada nilai simpangan baku atau standar deviasi yang menggambarkan perbedaan hasil pengukuran kecepatan angin pada setiap lokasinya terhadap nilai rata-rata kecepatan angin. Semakin besar nilai simpangan baku yang didapatkan maka data hasil pengukuran pada setiap lokasinya semakin bervariasi dari rata-ratanya (Bimbara, 2020).

Kecepatan angin pada permukaan bumi dipengaruhi oleh beberapa faktor eksternal, salah satunya adalah jenis topografi yang dilalui angin. Kehadiran hambatan non – alami seperti dinding gedung tinggi dan celah antara gedung memungkinkan munculnya fenomena wind tunnel yang dapat mengubah karakteristik pada angin yang melewati area tersebut. Downwash dan venturi effect merupakan beberapa contoh dari wind tunnel effect. Dua fenomena ini terkenal karena menghasilkan hembusan angin yang cukup signifikan yang dapat mengganggu kenyamanan para pejalan kaki. Angin yang telah dipengaruhi oleh dua fenomena angin di atas mengalami perubahan karakteristik kecepatan yang memiliki potensi energi yang cukup besar.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Irfan (2022) jenis turbin yang bisa digunakan pada pemanfaatan fenomena angin di atas yaitu Turbin angin sumbu vertikal (TASV). Jenis turbin ini merupakan jenis turbin angin yang paling banyak diminati pada daerah urban dan perumahan karena turbin jenis ini dapat dipasang di atap maupun dekat dengan tanah. Selain karena sistem operasinya yang bersifat omni directional (segala arah), turbin ini juga dapat beroperasi pada kecepatan rendah dan kecepatan tinggi di mana turbin angin sumbu horizontal harus dinon-aktifkan demi faktor keselamatan serta turbin ini tidak memerlukan energi untuk memulai putaran awal. Penelitian ini didukung oleh Lesmanah (2020), dari segi efisiensi pembangkit listrik tenaga angin sumbu vertical memang lebih rendah dibanding sumbu horizontal, akan tetapi pembangkit listrik tenaga angin sumbu vertical ini memiliki keunggulan dapat menangkap kecepatan angin dari segala arah, bisa dipasang pada posisi rendah (dekat dengan tanah, sehingga lebih mudah pengoperasian dan perawatannya).

Kemudahan tersebut harus dilakukan karena energi sudah menjadi bagian dari kebutuhan masyarakat di negara mana pun, termasuk Indonesia. Seiring berjalannya waktu, jumlah penduduk Indonesia yang semakin bertambah memungkinkan penggunaan energi yang meningkat pula. Kebutuhan energi di masyarakat sebagai ujung tombak berbagai sektor kehidupan manusia seperti pertanian, pendidikan, kesehatan, transportasi, dan ekonomi

Rosyid (2020). Semuanya boleh saja memanfaatkan energi, asalkan penggunaan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, terutama yang dapat mengurangi berbagai dampak buruk yang ditimbulkan akibat penggunaan BBM (Nawawi, 2017).

Angin adalah aliran udara dalam jumlah yang besar diakibatkan rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke tempat bertekanan udara rendah. Menurut Aryabathi (2021) Faktor terjadinya angin adalah tekanan angin, kecepatan angin dan waktu terjadinya pergerakan angin. Adapun karakteristik dari angin, yaitu angin yang sering berubah-ubah, sering terjadinya turbulensi, kecepatan bertambah terhadap ketinggian (energi sebanding dengan pangkat tiga kelipatan), Potensi aktual ditentukan oleh distribusi kecepatan angin (topografi) lokasi. Semakin terbuka sebuah bangunan terhadap angin yang datang, semakin besar tekanan yang angin berikan pada bangunan, menyebabkan kecepatan anginnya bertambah. Umumnya, fitur (geometri) permukaan di sekitar bangunan melindunginya dari angin dan mengurangi beban angin yang bekerja di atasnya (rooftop).

Pemasangan pada gedung tinggi memungkinkan turbin untuk memanfaatkan aliran angin yang bebas hambatan. Salah satu jenis turbin angin yang cocok untuk diaplikasikan sebagai BAWT adalah turbin angin Savonius yang hanya menimbulkan getaran dan kebisingan relatif rendah, sehingga tidak mengganggu penghuni bangunan (Yuwono, 2021). Angin yang bergerak membawa suatu bentuk energi yang dikenal dengan energi kinetik. Energi kinetik ini memiliki potensi untuk diubah menjadi bentuk energi lain yang lebih bermanfaat seperti energi listrik. Untuk tujuan ini sebuah sistem yang mampu mengubah energi gerak atau energi kinetik yang dibawa oleh angin, menjadi energi listrik, akan diperlukan. Turbin angin atau kincir angin yang dilengkapi dengan sebuah generator listrik merupakan bentuk teknologi yang didisain untuk tujuan ini (Iqbal, 2022).

Turbin angin skala kecil yang dirancang untuk daerah perkotaan, masih menghadapi beberapa tantangan kecepatan angin rendah dengan turbulensi dan perubahan arah angin yang cukup tinggi, kebisingan, dan getaran. Sebagai bentuk dukungan terhadap program pemerintah dan salah satu upaya pemenuhan energi listrik mandiri, perancangan mengenai kebutuhan energi menjadi penting dalam tahap perencanaan konstruksi untuk membuat konstruksi yang efisien dalam penggunaan energi atau mengurangi biaya energi. Disamping itu, hasil perbandingan ini bisa menjadi salah satu pertimbangan dalam pemilihan EBT di area perkotaan dengan keadaan geografis dan karakter lingkungan yang serupa (Fadillah, 2021).

Pola pergerakan udara (aliran udara) disuatu lokasi dipengaruhi oleh kondisi geografi dan geomorfologi daerah setempat, misalnya tiupan angin darat atau laut, keadaan kontur tanah, dan topografi (lembah, bukit dan sebagainya). Kondisi permukaan bumi juga berperan penting dalam aliran udara, dapat dilihat dari kondisi perkotaan padat dengan bangunan tinggi, kota kecil dengan bangunan berlantai rendah, hutan, banyak pohon (vegetasi), tanah terbuka, padang pasir, dekat dengan laut, danau dan sungai. Kualitas udara yang baik tentunya juga berperan penting karena dapat dirasakan dengan mencium/ menghirup udara

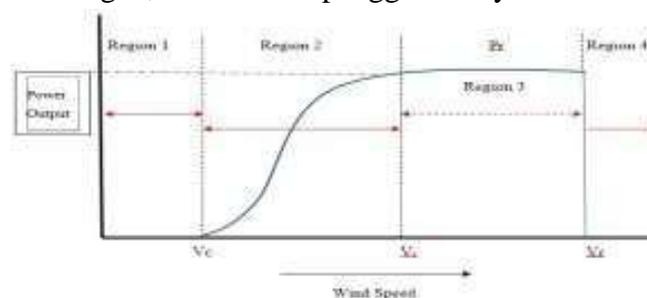
dilingkungan rumah jika berbau berarti kualitas udara kurang baik, atau dengan melihat dedaunan dilingkungan tempat tinggal kita jika berdebu tebal ini menunjukkan kualitas udara kurang baik. Biasanya kualitas udara dipengaruhi oleh keberadaan rumah berada pada kawasan industri, ini tentunya akan sulit untuk mendapatkan penghawaan alami dengan baik didalam rumah. Rumah yang sehat dengan sirkulasi udara yang baik memungkinkan penghuninya hidup sehat dan nyaman (Amin, 2021).

METODE

Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah metode studi literatur, dimana peneliti melakukan penelitian masalah. Data diambil dari hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti terdahulu kemudian ditarik kesimpulan. Studi literatur yaitu mencari teori-teori pendukung mengenai dasar energi angin, asal energi angin, turbin angin, potensi tenaga angin, teknologi turbin angin, cara perhitungan untuk mendapatkan daya dan energi listrik dan jurnal ilmiah yang kredibel. Tahapan terakhir adalah penarikan kesimpulan yang dilakukan setelah membandingkan data yang diperoleh dari masing-masing pengujian menggunakan formulasiformulasi yang telah disediakan.

HASIL PEMBAHASAN

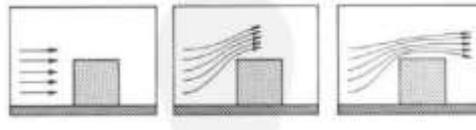
Terdapat berbagai macam model pendekatan telah digunakan dalam literatur untuk pemodelan kurva daya turbin angin. Dari berbagai macam model pendekatan tersebut memiliki kelebihan, kekurangan, dan batasan penggunaannya.



Gambar 1. Kurva daya turbin angin

Energi Listrik Keluaran Generator Energi sesaat yang dihasilkan oleh sebuah generator adalah perkalian daya dengan waktu, yakni: $E = P \cdot t$

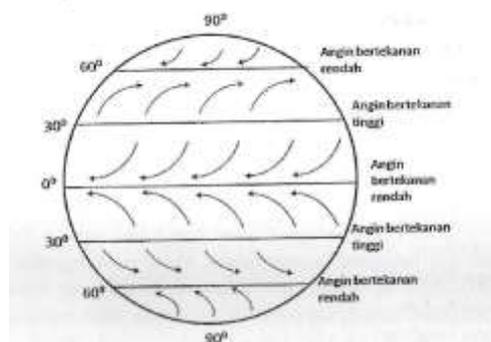
Angin mengalir dari suatu lokasi ke lokasi lain mengalami gesekan, yang dipengaruhi oleh kelembaban dan perbedaan tekanan pada suatu lokasi. Angin mengalir pada jalurnya sampai dengan bergesekan dengan elemen-elemen yang menghalanginya seperti, manusia, pepohonan, semak, sampai dengan bangunan dan mengalir kembali sesuai dengan jalurnya kembali.



Gambar 2 Kelembaman (inertia)

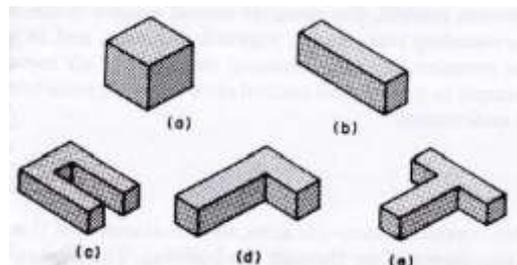
Angin-angin horizontal akan menyimpang kekanan di Hemisfer Utara dan menimpang kekiri di hemisfer Selatan, sebagai akibat dari gerakan rotasi bumi. Sehingga muncul tiga jenis sirkulasi angin, yaitu: Sirkulasi Tropis (ekuatorial), Sirkulasi Polar (Kutub) dan Sirkulasi madya Lintang (middle Latitude). Terdapat pula beberapa jenis istilah jenis angin secara global, yaitu: Angin siklon, angin darat dan Angin laut, angin Gunung dan Angin Lembah, angin Passat serta angin Muson. Sedangkan Angin Lokal, yaitu: Angin Chinook, Angin Mistral, Angin Bora, Angin Bahorok, Angin Kutub dan Angin Gending. Di Indonesia, kecepatan angin dan arah angina bervariasi serta mengikuti *hukum Buts Ballot*. Ini disebabkan karena posisi geografis, sebagian berada pada belahan bagian utara dan sebagian berada di belahan selatan terhadap garis khatulistiwa. Disamping itu juga disebabkan karena posisi yang berada diantara dua benua (asia dan Australia) serta diantara dua samudera (samudera pasifik dan samudera Hindia).

Oleh sebab itu terdapat dua musim di Indonesia, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Pada musim hujan (periode bulan Desember sampai dengan Februari), angina dibagian utara ekuator bertiup dari timur atau timur laut kemudian berbelok kearah tenggara atau barat. Pada beberapa lokasi dikenal dengan angina barat, karena berbelok arah seolah dari barat, sedangkan didaerah Selatan ekuator, angin berbelok dari Barat dan barat daya. Begitu sebaliknya pada musim panas (Juni-Juli) dibagian Utara Khatulistiwa, angin bertiup dari arah Barat daya, sedangkan di Selatan garis ekuator, angina bergerak dari benua Australia (tenggara) menuju arah Barat dan Barat laut dan setelah mendekati garis Khatulistiwa membelok kearah timur laut. Udara yang mengalir dari satu lokasi menuju lokasi lain dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor kelembaman (*inertia*), gesekan (*friction*), dan perbedaan tekanan udara (*differential*).



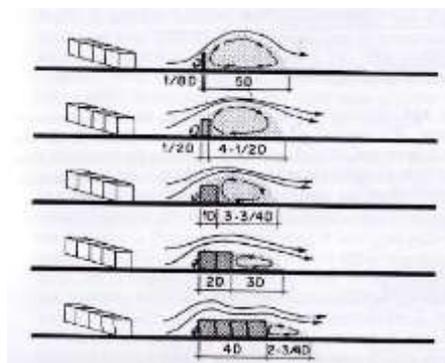
Gambar 3. Pola pergerakan angin dipermukaan bumi

Bangunan dapat mengubah karakter aliran udara sebelum mencapai bangunan. Sebuah penelitian tentang bangunan dengan konfigurasi, orientasi, ketinggian, overhang, bentuk atap dan bentuk arsitektur lainnya, tanpa pengaruh faktor lingkungan lainnya dapat mengungkapkan banyak teknik yang tersedia untuk mengendalikan gerakan udara. Baik konfigurasi dan orientasi bangunan memberikan berbagai efek pada pola dan kecepatan pergerakan udara. Ada 5 bentuk bangunan utama menonjol dalam desain bangunan dengan menyederhanakan studi pergerakan aliran udara.



Gambar 4. The five primary (a) Square, (b) Linear, (c) U-Shape, (d) L- Shape, (e) T-Shape

Daerah tenang (calm) dari lima bentuk bangunan utama dibawah ini mengungkapkan beberapa fakta menarik tentang pergerakan udara dalam kaitannya dengan ukuran bangunan sebagai penghalang aliran angin. Pusaran-pusaran (eddy) itu sendiri memberikan informasi berharga, ukuran area yang tenang, terutama oleh kedalaman, secara langsung dilepaskan ke potensi pergerakan udara melalui struktur. tingkat obstruksi struktur menentukan efek potensial pada aliran udara internal. Massa yang tipis, seperti dinding, memberikan area terlindung yang lebih besar dari pergerakan udara daripada massa yang lebih tebal dengan tinggi dan lebar.



Gambar 5. Massa tipis, seperti dinding, memberikan area terlindung yang lebih besar dari pergerakan udara daripada massa lebih tebal dari ketinggian yang sama dan lebar

Jika sebuah bangunan seperti gedung pencakar langit menghalangi banyak pergerakan udara, aliran udara kekuatan angin mungkin terjadi di dalamnya. Implikasi dari kedalaman *calm* diperkuat oleh ketinggian *calm*. Kedua, bentuk-bentuk bangunan linier memberikan peluang lebih besar untuk memanfaatkan pergerakan udara daripada bentuk persegi. bangunan menciptakan area *calm* yang lebih besar.

Penelitian menunjukkan adanya faktor angin yang perlu dan penting diperhatikan dalam perancangan bangunan. Angin memiliki pengaruh signifikan pada pemanfaatan bangunan dan pencapaian kenyamanan bangunan. Faktor angin berpengaruh pada penggunaan energi pada bangunan. Untuk mengetahui kecepatan angin yang lebih akurat diperlukan pengukuran pada beberapa lokasi dengan waktu pengukuran lebih dari setahun. Namun, dalam penelitian ini dengan pengambilan data yang cukup singkat telah memberikan hasil kecepatan angin yang sangat rendah. Turbin angin membutuhkan kecepatan angin yang cukup untuk menghasilkan listrik. Kecepatan angin yang diperlukan untuk menggerakkan turbin bervariasi dan dipengaruhi oleh teknologi yang digunakan. Dalam perencanaan pembangunan turbin angin harus mempertimbangkan sumber daya angin yang tersedia. Teknologi turbin angin yang tersedia umumnya memiliki persyaratan kecepatan angin minimum (cut-in) agar bisa menghasilkan energi yang optimal. Dilihat dari besar energi listrik yang dihasilkan terdapat range yang besar antara daya listrik maksimum dengan minimum.

KESIMPULAN

Pemanfaatan energi angin di Indonesia masih belum mendapatkan perhatian khusus. Potensi beberapa daerah di Indonesia untuk dibangun pembangkit listrik tenaga angin yang berpotensi dapat dibangun pembangkit berkapasitas 100 Kilowatt harus mendirikan pembangkit listrik tenaga angin yang sebenarnya tidak sesulit pembangkit listrik lainnya. Minimum kecepatan angin yang dapat membuat turbin angin berputar dengan baik ialah sebesar 3 m/s. Disisi lain, perlu mempertimbangkan lokasi geografis dan besar perubahan suhu panas dan dingin di lokasi untuk pembangkit listrik dari tenaga angin tersebut serta memperhatikan besar kecepatan rata-rata angin pada ketinggian tertentu, distribusi angin secara rata-rata pada ketinggian tertentu, arah angin, dan kerapatan daya angin. Bahkan indikasi pembangkit listrik tenaga angin mendukung eksistensi ketahanan energi di Indonesia. Dari sepuluh jurnal yang kita analisis memperoleh hasil bahwa energi angin lebih berpotensi pada gedung bertingkat. Karena kecepatan angin sebagai penentu potensi energi angin.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, A. R. Z. (2021). Simulasi Aliran Angin Pada Gedung Yoseph, Kampus Unika Musi Charitas Palembang. *Jurnal Arsitektur Komposisi*, 14(2), 77-84.
- Lesmanah, U., & Sugiono, S. (2020). Pemanfaatan Angin di Gedung UNISMA Sebagai Energi Alternatif Pengerak Wind Turbine Type Savonius pada Pengembangan Media Pembelajaran. *JURNAL TECNOSCIENZA*, 4(2), 215-230.



- Nawawi, I., & Fatkhurrozi, B. (2017). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Skala Kecil pada Bangunan Bertingkat. *Theta Omega: Journal Of Electrical Engineering, Computer And Information Technology*, 1(1), 1-6.
- Azirudin, T. (2019). Potensi Tenaga Angin Di Atas Bangunan Bertingkat di Pangkalan Kerinci, Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau. *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*, 18(1), 23-28.
- Aryabathi, W., Erwin, E., & Wiyono, S. (2021). Potensi Energi Angin pada Sisi Siku Atap Gedung Tinggi. *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 205-214.
- Al Hakim, R. R. (2020). Model energi Indonesia, tinjauan potensi energi terbarukan untuk ketahanan energi di Indonesia: Sebuah ulasan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1).
- Muhammad, I. (2022). Simulasi Dan Perancangan Bilah Turbin Angin Savonius Heliks Dengan Memanfaatkan Fenomena Angin Pada Gedung Tinggi. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 7(1), 9-26.
- Bimantara, L. (2020). Uji Potensi Kecepatan Angin sebagai Sumber Energi Alternatif di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia.
- Sholikhah, N. F., & Yuwono, T. Y. (2021). Studi Eksperimen Kinerja Turbin Angin Savonius Dekat Dinding Gedung pada Jarak $G/D= 1, 0018$. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), B65-B71.
- Fadillah, R. Z., Mahendra, A. I., Pangestu, M. B., Afriansyah, A., Rahman, A. F., Muhasabah, A., ... & Setiawan, E. (2021). Perbandingan Penggunaan Panel Surya dan Turbin Angin dalam Implementasi Energi Baru Terbarukan (EBT) di Lingkungan Universitas Pertamina. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 029-037.
- Nuridin, A., Munadi, M., Sidiq, R., & Paundra, F. (2022). Kajian Potensi dan Pengembangan Turbin Angin Daerah Urban. *Nozzle: Journal Mechanical Engineering*, 11(1), 18-23.
- Budiman, R. S., Arifin, L. S., & Elsiana, F. (2022). Kajian Bentuk Wind Turbine Aksial Untuk Fasad Miring Bangunan Bertingkat Menengah. *Advances in Civil Engineering and Sustainable Architecture*, 4(2), 61-69.
- Setiawan, H. (2020). Uji Potensi Kecepatan Angin Sebagai Sumber Energi Alternatif di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12-19.
- Simamora, R. P., Handarto, H., & Saukat, M. (2020, March). Analisis potensi energi angin dan analisis teknik pembangkit listrik tenaga bayu untuk membangkitkan energi listrik (studi kasus di Gunung Kincir, Desa Ciheras Kecamatan Cipatujah Kabupaten Tasikmalaya). In *Prosiding-Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung* (pp. 91-100).
- Pramudya, G. (2022). Analisis Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin Terhadap Potensi Energi Angin Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Angin (Studi Kasus: Kuala Tanjung Indrapura) (Doctoral Dissertation).