

Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Angin Sebagai Sumber Energi Alternatif Kapasitas 800 Watt

Agung Pangestu¹, Ade Sunardi¹, Kasum¹, Ayu Nurul Hardiyanti¹, Adhes Gamayel¹

¹Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Jakarta Global University

Email: agungpangestu817@gmail.com, ade@jgu.ac.id, kasum@jgu.co.id, ayunurul@jgu.ac.id, adhes@jgu.ac.id

ABSTRAK

Dalam kehidupan sehari – hari manusia tidak luput dari berbagai peralatan teknis yang dirancang sedemikian rupa agar dapat digunakan sebagai alat bantu manusia yang dapat memudahkan pekerjaan sehari - hari dan juga perkembangan sebuah industri yang semakin berkembang yang dimana semua itu tidak lepas dari sebuah energi. Saat ini energi utama yang sering digunakan yaitu energi fosil, seperti minyak, gas alam, batu bara, dan lain lain. Pengembangan dan pemanfaatan sumber energi yang ada dan juga berbagai faktor pencemaran akibat dari limbah yang dihasilkan oleh beberapa jenis energi menjadi sebuah perhatian khusus bagi manusia untuk memikirkan bagaimana cara mengurangi pencemaran tersebut, maka manusia diharuskan berpikir kritis untuk menangani hal tersebut. Dengan adanya sumber daya alam yang dapat diperbaharui seperti angin, matahari dan lain lain. Maka pemerintah berupaya memaksimalkan hasil alam untuk memenuhi kebutuhan listrik bagi masyarakat Indonesia. Dengan demikian maka dibuatlah alat untuk mengubah energi angin menjadi energi listrik, turbin angin adalah sebuah benda yang diperlukan untuk mengubah energi kinetik yang diberikan oleh angin menjadi energi listrik, turbin angin juga merupakan sebuah inovasi yang terbaru yang dimana nantinya turbin tersebut dapat digunakan sebagai media pembangkit listrik tenaga angin.

Kata Kunci: Peralatan teknis, Turbin Angin, Energi Listrik

ABSTRACT

In everyday life, humans do not escape from various technical equipment that is designed in such a way so that it can be used as a human tool that can facilitate daily work and also the development of an industry that is growing, all of which cannot be separated from energy. Currently, the main energy that is often used is fossil energy, such as oil, natural gas, coal, and others. The development and utilization of existing energy sources as well as various pollution factors resulting from the waste produced by several types of energy is a special concern for humans to think about how to reduce the pollution, so humans are required to think critically to deal with it. With the existence of renewable natural resources such as wind, sun and others. So the government seeks to maximize natural products to meet the electricity needs of the people of Indonesia. Thus, a tool is made to convert wind energy into electrical energy, a wind turbine is an object needed to convert the kinetic energy provided by the wind into electrical energy, a wind turbine is also a renewable innovation which later the turbine can be used as a generating medium wind power.

Keywords: Technical Equipment, Wind Turbine, electrical energy

I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari – hari manusia tidak luput dari berbagai peralatan teknis yang dirancang sedemikian rupa agar dapat digunakan sebagai alat bantu manusia yang dapat memudahkan pekerjaan sehari - hari dan juga perkembangan sebuah industri yang semakin berkembang yang dimana semua itu tidak lepas dari sebuah energi. Saat ini energi utama yang sering digunakan yaitu energi fosil, seperti minyak, gas alam, batu bara, dan lain lain. Pengembangan dan pemanfaatan sumber energi yang ada dan juga berbagai faktor pencemaran

akibat dari limbah yang dihasilkan oleh beberapa jenis energi menjadi sebuah perhatian khusus bagi manusia untuk memikirkan bagaimana cara mengurangi pencemaran tersebut, maka manusia diharuskan berpikir kritis untuk menangani hal tersebut [1].

Pada beberapa tahun terakhir, para ahli membuat sebuah penelitian dan pengembangan energi yang berkaitan dengan beberapa permasalahan mengenai energi terbarukan yang telah menjadi perhatian khusus bagi para ahli dan peneliti domestik maupun internasional yang menjadi hotspot penelitian utama, penelitian tersebut dapat menjadi sebuah solusi dari

permasalahan perlindungan lingkungan dari polusi, kerusakan ekosistem dan juga kesehatan manusia. Teknologi energi tersebut seperti energi hidro, energi angin, energi surya, energi panas bumi dan pasang surut muncul seiring berjalannya waktu dan juga teknologi *self-powered* terus berkembang menjadi sebuah kebutuhan akan sebuah teknologi, dengan munculnya beberapa sensor mikro serta perangkat elektronik hasil dari penelitian dari para ahli [2-3, 4-7, 9-11].

Dengan adanya sumber daya alam yang dapat diperbaharui seperti angin, matahari dan lain lain. Maka pemerintah berupaya memaksimalkan hasil alam untuk memenuhi kebutuhan listrik bagi masyarakat Indonesia. Hasil survey Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (LAPAN) yang diambil dari 20 wilayah di Indonesia, maka diketahui bahwa kecepatan rata-rata angin di Indonesia pertahun sekitar 2 sampai 6 m/s. Beberapa daerah di Indonesia bagian timur memiliki kecepatan angin rata-rata 5 m/s [12].

Listrik adalah sebuah energi yang dibutuhkan oleh hampir semua manusia untuk beraktivitas dalam kehidupan sehari - hari. Sebagai contoh pemanfaatan listrik di kehidupan sehari - hari yaitu sebagai sumber energi untuk lampu atau penerangan baik itu di rumah maupun sebagai penerangan jalanan. Pada pembangkit listrik konvensional menggunakan bahan bakar fosil, sangat terlihat jelas yang dimana semakin hari bahan bakar fosil semakin berkurang dan menipis akibat penggunaannya yang sangat banyak demi mencukupi kebutuhan energi listrik bagi masyarakat Indonesia. Oleh karenanya, dibutuhkan sebuah energi alternatif terbarukan untuk memenuhi kebutuhan listrik di masyarakat dan juga mengurangi dampak dari semakin berkurangnya bahan bakar fosil di bumi. Dalam hal ini, para peneliti telah berinovasi mengenai energi terbarukan yang didapatkan dari energi angin, hingga saat ini energi angin sudah banyak digunakan oleh perusahaan perusahaan tertentu untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang di peruntukkan untuk masyarakat yang membutuhkan. Seperti yang sudah kita ketahui bahwa alat atau mesin yang digunakan sebagai pembangkit listrik yaitu Turbin. [13].

Turbin angin adalah sebuah benda yang diperlukan untuk mengubah energi kinetik yang diberikan oleh angin menjadi energi listrik, turbin angin juga merupakan sebuah inovasi yang terbarukan yang dimana nantinya turbin tersebut dapat digunakan sebagai media pembangkit listrik tenaga angin. Seiring perkembangan zaman, semakin banyak inovasi yang dimana bentuk atau jenis turbin tersebut sangat bervariasi yang dimana turbin tersebut dibagikan menjadi 2

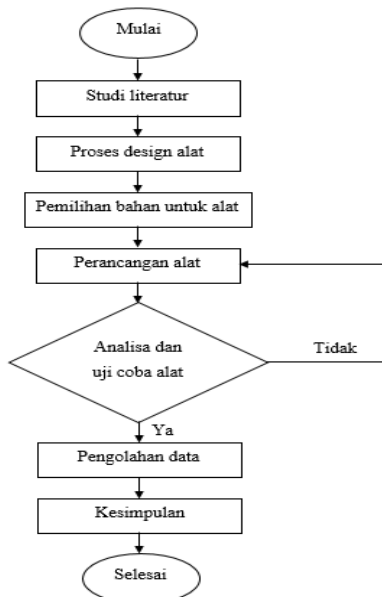
kelompok yaitu turbin angin dengan sumbu horizontal dan juga turbin angin dengan sumbu vertikal. Dengan adanya energi primer di bumi ini seperti angin yang dimana ketersediaannya sangat banyak bahkan tidak terbatas, pemanfaatan energi angin sangat berpotensi dapat memenuhi kebutuhan listrik di berbagai tempat termasuk di pelosok – pelosok negeri. Angin adalah salah satu sumber daya alam yang tidak terbatas juga dapat diperbaharui. Tidak seperti energi fosil yang semakin hari akan semakin berkurang atas ketersediaannya di bumi. Maka dibutuhkanlah energi alternatif seperti energi listrik tenaga angin untuk menggantikan energi fosil yang semakin berkurang [14]

Perancangan pembangkit listrik tenaga angin menggunakan turbin angin sebagai sumber energi alternatif kapasitas 800 Watt melalui rotasi baling - baling turbin angin yang dimana turbin tersebut menggerakkan sebuah generator yang secara eksperimental sudah terbukti menghasilkan aliran listrik dan daya dengan jumlah baling – baling sebanyak 6 buah. Biaya konstruksi, parameter kincir angin dan juga sketsa unit pembangkit serta denah lokasi konstruksi jarang dilakukan sebelumnya, berkaitan dengan turbin angin dan juga dalam hal ini penulis memberi informasi kepada peneliti ataupun pengguna turbin angin di sekitaran Kota Depok dalam segi kinerja unit turbin angin dan juga dalam segi ekonomis.

Peneliti membuat rumusan masalah yaitu bagaimana cara memanfaatkan energi yang ada seperti angin untuk memenuhi kebutuhan listrik di lingkungan kampus JGU Depok, serta merancang alat pembangkit listrik tenaga angin di area kampus JGU Depok dengan tujuan untuk memaksimalkan sumber energi yang ada dan terbarukan, serta membuat alat yang dapat memenuhi kebutuhan listrik untuk penerangan rooftop di lingkungan kampus JGU Depok.

II. METODE PENELITIAN

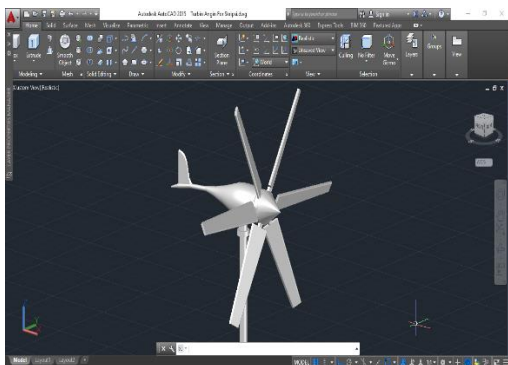
Diagram Alir Penelitian



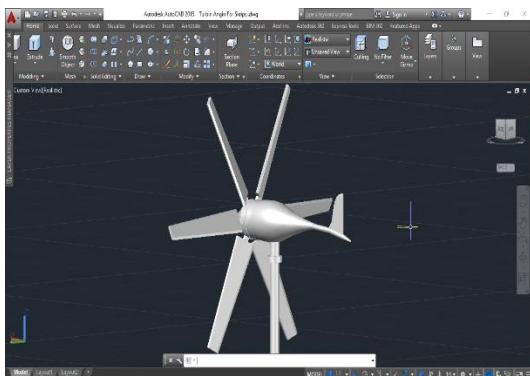
Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Desain Turbin

Berikut adalah desain 3D turbin angin yang akan dibuat



Gambar 2. Turbin angin tampak depan



Gambar 3. Turbin tampak belakang

Spesifikasi alat

Tabel 1 Spesifikasi alat turbin angin

| No. | Nama | Spesifikasi |
|-----|------------------------|--|
| 1. | Model turbin | RX-800S |
| 2. | Jumlah blade | 6 |
| 3. | IP Grade | IP65 |
| 4. | Bahan blade | Serat nilon |
| 5. | Bahan magnet | Neodymium iron boron |
| 6. | Bahan rumah generator | die-cast aluminium |
| 7. | Warna | Putih |
| 8. | Berat turbin | 7 Kg |
| 9. | Kapasitas power | 800 W |
| 11. | Kecepatan angina | 13 m/s |
| 12. | Diameter roda angina | 1.2 meter |
| 13. | Sistem control | Elektromagnetik |
| 14. | Mode kontrol kecepatan | Secara otomatis menyesuaikan sudut angin |
| 15. | Tiang / tower turbin | Besi galvanis 2 inch |

Tabel 2 Spesifikasi Wind Controller

| No. | Nama | Spesifikasi |
|-----|-----------------|-------------------------------------|
| 1. | Tegangan | 12 / 24 V (Auto) |
| 2. | Mode pengecasan | MPPT (Maximum Power Point Tracking) |
| 3. | Grade proteksi | IP67 |
| 4. | Standby current | 3.6 mA |

Alur Perancangan Turbin



Gambar 4. Alur Perancangan Alat

Proses Pembuatan Menara

Dalam proses perancangan yang dilakukan dimulai pada pengumpulan alat / bahan kemudian dilakukan pengecekan pada alat/bahan

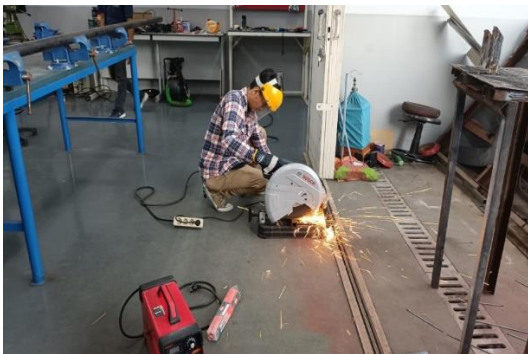
dan melakukan langkah-langkah perancangan sebagai berikut:

1. Proses perakitan turbin angin
 - Pertama, pasang baling - baling pada rotor / dudukan
 - Kedua, pasang rotor penghubung / dudukan blade pada poros turbin yang dimana rotor tersebut akan digunakan sebagai dudukan baling – baling
 - Ketiga, pasang rotor turbin



Gambar 5. Proses pemasangan *blade*

2. Proses perancangan menara
 - Siapkan bahan - bahan seperti besi galvanis ukuran 2 inch dengan panjang 6 m, besi siku, besin UNP, besi hollow
 - Siapkan alat – alat pendukung seperti mesin las, gerinda potong, meteran, baut baut dan alat pendukung lainnya
 - Pengukuran panjang besi yang akan digunakan
 - Melakukan pemotongan besi pipa galvanis ketebalan 2 milimeter dengan ukuran yang dibutuhkan yaitu 3,5 meter menggunakan mesin gerinda potong duduk



Gambar 6. Proses pemotongan besi galvanis

- Potong besi UNP dengan ukuran 35 cm sebanyak 2 buah dan juga ukuran 70 cm 1 buah, besi ini akan digunakan sebagai

dudukan menara yang nantinya dipasang dilokasi konstruksi

- Potong besi hollow sebagai dudukan lampu dengan ukuran 87 cm
- Apabila sudah, las bagian plang atau plat dengan besi galvanis ukuran 3,5 m



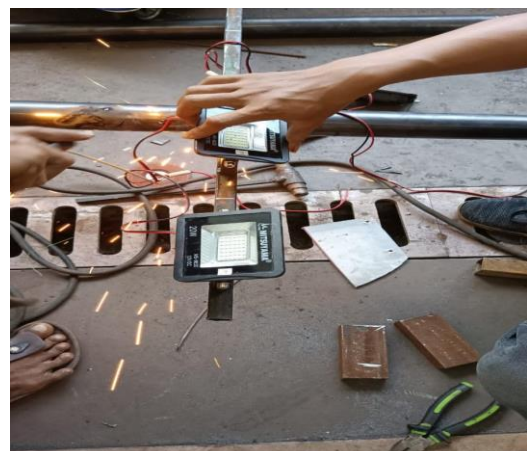
Gambar 7. Proses pengelasan besi dan plang

- Setelah itu, las bagian dudukan menara yang nantinya dipasang dilokasi konstruksi dengan besi galvanis yang sudah di las dengan *plang*.



Gambar 8. Proses pengelasan plang dengan besi

- Las besi ukuran 87 cm pada tiang sebagai dudukan lampu



Gambar 9. Proses pengelasan dudukan lampu

- Melakukan percobaan pemasangan turbin angin ke braket yang sudah dipasang tiang penyangga seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Proses percobaan kekuatan braket

- Setelah dirasa cukup kuat, selanjutnya dilakukan finishing dan percobaan kinerja turbin

Pengujian Alat

Pada pengujian alat, hal hal yang diuji antara lain:

- Pengujian putaran baling – baling apakah bekerja secara normal atau ada terjadinya penyimpangan dan kerusakan pada baling – baling tersebut
- Pengujian generator apakah memberikan arus listrik atau tidak, dapat di uji dengan menggunakan Watt meter
- Mengecek tegangan aki dengan menggunakan Volt meter
- Aki / Accu digunakan sebagai media penyimpanan arus listrik
- Pada dasarnya alur sistem kerja PLTB yaitu dari baling – baling turbin berputar dan meneruskan putaran pada generator mengkonversi energi kinetik menjadi energi listrik terus di alirkan pada *wind controller*, kemudian distabilkan oleh inverter dan selanjutnya dihubungkan pada baterai mobil sebagai media penyimpanan.

Tenik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Teknik observasi yaitu melakukan pengamatan-pengamatan di lapangan untuk memperoleh data yang dibutuhkan

untuk menentukan potensi pembangkit listrik tenaga bayu/angin (PLTB)

- 2) Teknik wawancara yaitu mengadakan wawancara langsung dengan pihak kampus dan masyarakat setempat tentang potensi pembangkit listrik tenaga bayu/angin (PLTB)
- 3) Teknik dokumentasi yaitu usaha untuk memperoleh data dan informasi melalui pengamatan yang berhubungan dengan potensi pembangkit listrik tenaga bayu/angin (PLTB)

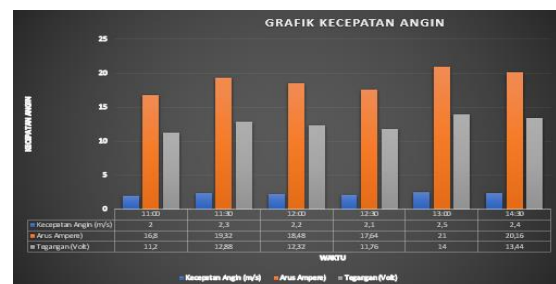
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Tegangan Output Turbin Angin

Data output turbin angin yang telah diuji di lokasi konstruksi yaitu di area rooftop Kampus C Jakarta Global University ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Tegangan Output Turbin Angin

| Nomor Percobaan | Kecepatan Angin (m/s) | Arus (Ampere) | Tegangan (Volt) |
|-----------------|-----------------------|---------------|-----------------|
| 1. pkl. 11.00 | 2,0 | 16,8 | 11,2 |
| 2. pkl. 11.30 | 2,3 | 19,32 | 12,88 |
| 3. pkl. 12.00 | 2,2 | 18,48 | 12,32 |
| 4. pkl. 12.30 | 2,1 | 17,64 | 11,76 |
| 5. pkl. 13.00 | 2,5 | 21 | 14 |
| 6. pkl. 14.30 | 2,4 | 20,16 | 13,44 |



Gambar 11. Grafik tegangan output turbin angin

Data Lampu LED

Berikut adalah data lampu LED yang digunakan pada turbin angin yang telah diuji di lokasi konstruksi yaitu di area rooftop Kampus C Jakarta Global University yang ditunjukkan pada data Tabel 4.

Tabel 4. Data lampu LED DC

| Parameter Lampu | Lampu LED 12 V 20 Watt | |
|---------------------|---------------------------|--------------------------------|
| | 1 Buah | 4 Buah Terhubung ng Seri |
| V (Tegangan lampu) | 12 V | 12 V |
| I (Kuat arus lampu) | 1,6 A | 6,4 A |
| P (Daya lampu) | 20 Watt | 360 Watt |
| R (Hambatan lampu) | 7,5 Ohm | 1,875 Ohm |

Data Kapasitas Baterai

Berikut adalah kapasitas baterai yang digunakan pada turbin angin yang telah diuji di lokasi konstruksi yaitu di area rooftop Kampus C Jakarta Global University pada data Tabel 5.

Tabel 5. Data Kapasitas Baterai

| Parameter Baterai | Baterai GS 12 V 40 AH | |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| | 1 Buah | 2 Buah Terhubung ng Seri |
| V (Tegangan baterai atau V) | 12 V | 24 V |
| I (Kuat arus per jam atau Ah) | 40 Ah | 40 Ah |
| P (daya per jam atau Wh) | 480 Wh | 960 Wh |
| P (daya 80% daya Max) | 384 Wh | 768 Wh |

Menghitung Biaya Pembangunan

Dalam perencanaan ini telah dilakukan perhitungan mengenai jumlah komponen dan jenis komponen yang dibutuhkan untuk sebuah sistem PLTB, berikut daftar biaya yang dibutuhkan pada data Tabel 6.

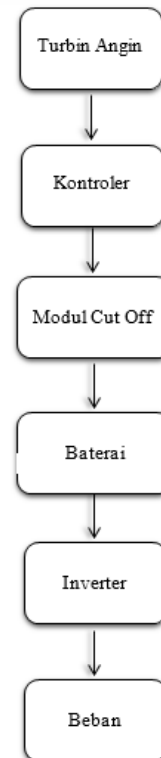
Tabel 6. Biaya Pembangunan

| No | Nama Alat | Spesifikasi | Jumlah | Harga satuan | Harga total |
|----|-----------------------|---------------|--------|--------------|--------------|
| 1 | Turbin Angin | RX-800S | 1 | Rp 4.500.000 | Rp 4.500.000 |
| 2 | Besi Galvanis | 2 Inch | 1 | Rp 208.000 | Rp 208.000 |
| 3 | Besi Siku | 4cm x 4cm, 6m | 1 | Rp 128.000 | Rp 128.000 |
| 4 | Besi UNP | UNP 50 X 6m | 1 | Rp 235.000 | Rp 235.000 |
| 5 | Modul controller Accu | XH - M601 12V | 1 | Rp 27.000 | Rp 27.000 |

| | | | | | |
|-------------------------|-------------------|---------------------|-----|--------------|---------------------|
| 6 | Watt Meter | DC 60 W 100 A | 1 | Rp 120.000 | Rp 120.000 |
| 7 | Baterai | GS 12 / 24 V | 2 | Rp 1.300.000 | Rp 2.600.000 |
| 8 | Lampu | LED (20 Watt) | 4 | Rp 25.000 | Rp 100.000 |
| 9 | Kabel | Kabel listrik NYM | 6 m | Rp 2.000 | Rp 120.000 |
| 10 | Besi Hollow | Hollow 2x2 | 6 m | Rp 80.000 | Rp 80.000 |
| 11 | Biaya Operasional | Sumber Daya Manusia | 2 | Rp 150.000 | Rp 300.000 |
| Total harga alat | | | | | Rp 8.318.000 |

Skema Sistem PLTB

Dalam pembuatan sistem PLTB diperlukan penentuan skema aliran listrik yang mengalir dari sebuah turbin hingga lampu dapat menyala, berikut adalah gambaran skema sistem PLTB yang akan dibuat pada Gambar 12.



Gambar 12. Skema Sistem PLTB

IV. KESIMPULAN

Adapun hasil dari penelitian ini yaitu:

1. Cara memanfaatkan energi yang ada seperti angin untuk memenuhi kebutuhan listrik yaitu dengan dibuatnya turbin angin, turbin angin adalah sebuah benda yang diperlukan untuk mengubah energi kinetik yang diberikan oleh angin menjadi energi listrik, turbin angin juga

merupakan sebuah inovasi yang terbaru yang dimana nantinya turbin tersebut dapat digunakan sebagai media pembangkit listrik tenaga angin.

2. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa model turbin yang dirakit memiliki 6 buah blade sehingga memiliki radius penangkapan angin yang cukup baik, sesuai dengan kondisi di lapangan yang dimana turbin tersebut diuji dan ditempatkan di rooftop Kampus JGU lantai 5 dan menggunakan tiang setinggi 3,5 meter agar dapat menangkap angin lebih maksimal. Perubahan kecepatan angin dapat mempengaruhi tegangan yang dihasilkan, semakin tinggi kecepatan angin, maka tegangan yang dihasilkan semakin besar.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Gielen D, Boshell F, Saygin D. Climate and energy challenges for materials science. *Nat Mater* 2016;15(2):117e20.
- [2.] Abdullah, A. R., & Wasri Hasanah, A. (2020). PERENCANAAN PEMBANGUNAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU OFF GRID 1200W UNTUK PENERANGAN LAMPU TAMAN KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI-PLN. INSTITUT TEKNOLOGI PLN.
- [3.] Aljadiri RT, et al. Wind energy harvesting systems: a better understanding of their sustainability. In: 3rd IEEE international Conference on control, Automation and Robotics (ICCAR); 2017. Nagoya, JAPAN.
- [4.] Hassan M, Bermak A, Ieee. Solar harvested energy prediction algorithm for wireless sensors. In: 4th Asia Symposium on quality electronic design. Malaysia: ASQED); 2012.
- [5.] He X-F, Gao J. Wind energy harvesting based on flow-induced-vibration and impact. *Microelectron Eng* 2013;111:82e6.
- [6.] Joo, H.L., et al., Piezoelectric energy harvest system for washing clothes, has piezoelectricity energy harvest device that is laminated with poly vinylidene fluoride film and body supporting part is installed in separate space of polymer film. Univ Sogang Res Found; Univ Yonsei Ind Academic Coop Found.
- [7.] Jun, H.K. and T.Y. Seong, Piezoelectricity harvesting device has bottom electrode layer that is provided with oxide layer, where oxide layer is formed on upper portion of metallic layer and top electrode layer is formed in upper portion of bottom electrode layer. Univ Korea Res & Business Found.
- [8.] Malla RB, et al. Hydropower harvesting from a small scale reciprocating system. *Renew Energy* 2011;36(5):1568e77
- [9.] Sentchev A, et al. New insights on tidal dynamics and tidal energy harvesting in the Alderney Race. *Philosophical Transactions of the Royal Society aMathematical Physical and Engineering Sciences*; 2020. p. 378. 2178.
- [10.] Tae, H.S., et al., Piezoelectricity harvesting system has piezoelectric element that is equipped in movable structure with external force, so that external force is delivered to movable structure for generating electric power. Hyu Holdings; Seedenertech Co Ltd.
- [11.] Zhang C, et al. Harvesting wind energy by a triboelectric Nanogenerator for an Intelligent high-speed Train system. Figshare; 2021.
- [12.] Aryal R, et al. Design optimization of a small-scale hydropower harvesting device. *Struct Multidiscip Optim* 2020;61(3):1303e18.
- [13.] Bachtiar, A., & Hayattul, W. (2018). Analisis potensi pembangkit listrik tenaga angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(1), 35–45.
- [14.] Mahendra, B., Soenoko, R., & Sutikno, D. (2013). Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Savonius Type L. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya: Malang.