

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kebutuhan energi di Indonesia semakin meningkat, Direktur Pembinaan dan Pengusahaan Ketenagalistrikan data Dewan Energi Nasional (DEN) pada buku Baruan Energi Nasional Tahun 2020, pemenuhan energi di Indonesia masih disokong oleh energi fosil yaitu 33,58% minyak bumi, 37,15% batu bara, 20,13% gas bumi dan energi baru dan terbarukan (ETB) 9.15% [1]. Sedangkan data Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) menunjukkan cadangan bahan bakar fosil Indonesia terus menurun, sehingga penghematan energi perlu dilakukan untuk mengatasi masalah krisis energi tersebut [2].

Implementasi energi terbarukan yang ramah lingkungan perlu mendapatkan perhatian serius dari negara baik itu energi dari matahari, air maupun angin. Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan kecepatan angin rata-rata di setiap daerahnya sebesar 4 m/s [3]. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) itu sendiri merupakan suatu sistem pembangkit listrik yang mengkonversikan suatu energi kinetik dari udara menjadi energi mekanik yang menyebabkan putaran pada generator sehingga menghasilkan arus listrik [4].

Generator dc adalah piranti elektronik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik berupa gerak rotasi. Terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Tiap kumparan berujung pada cincin belah (komutator). Dengan adanya insulator antara komutator, cincin belah dapat berperan sebagai saklar kutub ganda (*double pole, double throw switch*). Alat ini bekerja berdasarkan prinsip gaya Lorentz, yang menyatakan ketika sebuah konduktor beraliran arus diletakkan dalam medan magnet, maka sebuah gaya (yang dikenal dengan gaya Lorentz) akan tercipta secara ortogonal diantara arah medan magnet dan arah aliran arus [5].

Dalam operasional pabrik, *exhaust fan* berperan penting dalam pengelolaan sirkulasi udara. Sayangnya seringkali udara yang dikeluarkan oleh *exhaust fan* tidak dimanfaatkan secara optimal, oleh karena itu pemanfaatan energi dari hasil pembuangan angin *exhaust fan* di sebuah industri merupakan salah satu opsi untuk sumber energi alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Peman-

faatan udara buang pada *exhaust fan* untuk pembangkit listrik dapat diimplementasikan secara optimal dengan menempatkan kincir angin berhadapan dengan udara buangan *exhaust fan* akan menghasilkan kecepatan angin yang stabil dan memiliki arah angin yang tetap jika dibandingkan dengan angin alami [2]. Dengan memanfaatkan energi buang dari *exhaust fan* dan menambahkan *wind tunnel* serta mikrokontroler Arduino Uno R3 Wi-Fi.

Berdasarkan latar belakang di atas, dengan menggunakan sumber energi yang tersedia di lingkungan sekitar ini kita dapat mengurangi ketergantungan pada pasokan energi konvensional dan meningkatkan kemandirian energi suatu daerah atau industri dimana salah satunya adalah dengan pemanfaatan energi dari hasil pembuangan angin *exhaust fan* pabrik. Penelitian ini mengusulkan perancangan alat penghasil energi listrik yang didapatkan dari udara buangan *exhaust fan* pabrik dengan menambahkan *wind tunnel* sebagai terowongan angin yang berfungsi untuk memfokuskan aliran udara agar udara langsung mengenai kincir angin sehingga *output* dapat meningkat.

1.2 State of The Art

State of The Art adalah bentuk keaslian karya ilmiah yang akan dibuat sehingga memungkinkan untuk tidak adanya tindakan plagiarisme sebagai bentuk pencurian karya ilmiah. *State of The Art* berisi uraian singkat dari penelitian sebelumnya yang memiliki kesesuaian dengan penelitian yang akan dilakukan, sehingga dapat memberikan masukan terhadap penelitian sebelumnya dan memperkuat alasan mengapa penelitian ini akan dilakukan. Adapun acuan referensi yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini terdapat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Tabel referensi.

NO	JUDUL PENELITIAN	PENELITI	TAHUN
1	Pemanfaatan Udara Buang <i>Exhaust fan</i> Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Dengan Pengaruh Penambahan Honeycomb Berbasis Atmega 2560	Yoga Kusuma Wardhana, dkk	2021
2	Rancang Bangun Sistem Pemanen Energi Angin <i>Exhaust fan</i> Turbin Angin Sumbu Horizontal Dengan Pengarah Angin (<i>Wind Tunnel</i>)	Reki Aji Saputra, dkk	2021
3	Rancang Bangun Sistem Pemanen Energi <i>Exhaust fan</i> Dengan <i>Diffuser</i> Turbin Angin Sumbu Horizontal	Edyama Vasabri Genta Maulana, dkk	2021
4	Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Angin Sebagai Sumber Energi Alternatif Kapasitas 800 Watt	Agung Pangestu, dkk	2020
5	<i>Calculation Of Electrical Power Generation From Exhaust Air Of Ventilation In Modern Poultry Control Sheds Using Wind Turbine</i>	Hayat Ullah, dkk	2021

Berdasarkan Tabel 1.1 dapat diketahui posisi penelitian yang akan dilakukan di antara penelitian yang sebidang. Penelitian Yoga Kusuma Wardhana dkk bertujuan untuk membahas mengenai pemanfaatan udara buang dari *exhaust fan* sebagai pembangkit listrik dengan penambahan honeycomb sebagai alat yang digunakan untuk mengurangi karakteristik turbulensi. Jenis turbin atau kincir angin

yang digunakan adalah turbin berjenis vertikal dengan menggunakan generator dc bertegangan 9V dc. Pada pengujiannya dilakukan 2 variasi diantaranya adalah pengujian tanpa menggunakan *Honeycomb* dan pengujian menggunakan *Honeycomb* dengan beban 10Ω . Hasil pada pengujian tanpa honeycomb didapatkan bahwa generator mampu menghasilkan kecepatan putar tidak stabil antara 952 rpm sampai 1007 rpm dan daya antara 0,44 watt sampai 0,76 watt. Kecepatan putar generator tidak stabil dikarenakan angin yang dihasilkan oleh *exhaust fan* adalah angin turbulen. Pengujian dengan menggunakan *Honeycomb* yang diarahkan langsung ke sudu turbin dimana jarak antara turbin dan *exhaust* sejauh 60 cm dari tengah turbin dengan menggunakan tahanan 10Ω sebagai beban pada generator menghasilkan kecepatan putar stabil di angka 866 rpm dan daya 0,45 watt dimana kecepatan putar generator stabil dikarenakan angin yang dihasilkan oleh *exhaust fan* setelah pemasangan *Honeycomb* adalah angin laminar. Kesimpulan yang didapat adalah energi buang dari *exhaust fan* dapat dimanfaatkan kembali untuk membangkitkan energi listrik dengan *output* yang dihasilkan oleh penggunaan *Honeycomb* lebih stabil dibanding tanpa penggunaan *Honeycomb* dimana generator mampu menghasilkan kecepatan putar stabil di angka 866 rpm dan daya 0,45 watt [6].

Penelitian oleh Reki Aji Saputra dkk bertujuan untuk memanfaatkan udara dari *exhaust fan* sebagai penghasil listrik dengan kincir angin horizontal dan menggunakan *wind tunnel* yang berguna untuk mengarahkan atau memfokuskan sebaran angin tersebut. Jenis generator yang digunakan adalah generator dc bertegangan 12-24V dc. Pengujian dilakukan dengan 2 variasi yaitu tanpa menggunakan *wind tunnel* dan menggunakan *wind tunnel*. Hasil daya yang dapat dipanen turbin angin dengan menggunakan *wind tunnel* memiliki nilai yang lebih tinggi dimana turbin angin dengan *wind Tunnel* dapat memanen daya sebesar 0,96 Watt sedangkan tanpa *wind tunnel* sebesar 0,38 Watt atau naik sebesar 153%. Kesimpulannya *wind tunnel* yang ditambahkan pada arah angin turbin angin horizontal meningkatkan kecepatan angin dari 3,3 m/s menjadi 5,8 m/s atau naik sebesar 76% [7].

Penelitian oleh Edyama Vasabri Genta Maulana dkk bertujuan untuk memanen energi dari *Exhaust fan* terhadap turbin angin sumbu horizontal dengan *diffuser* untuk pemfokusan angin disekitar rotor. *Diffuser* disini menggunakan material plat besi dengan tebal 1.2 mm dan dibentuk sesuai dengan perancangan parameter geometri *diffuser*. Generator yang digunakan yaitu generator dc bertegangan 2,8 - 24V dc. Pengujian dilakukan dengan 2 variasi yaitu pengujian daya

output generator tanpa *diffuser* dan dengan *diffuser*. Hasilnya yaitu daya yang dapat dipanen paling optimal dimana turbin angin dengan *diffuser* dapat memanen daya sebesar 1,81 W sedangkan tanpa *diffuser* sebesar 1,12 W [8].

Penelitian oleh Agung Pangestu dkk bertujuan untuk merancang pembangkit listrik tenaga angin menggunakan turbin angin sebagai sumber energi alternatif berkapasitas 800 Watt. Spesifikasi turbin angin berjenis RX-800S yang dapat menghasilkan *power* sebesar 800 W. Pada pengujian divariasikan berdasarkan *output* turbin yaitu dengan menggunakan Lampu LED dan Baterai. Hasil dari pengujian didapatkan data tegangan keluaran tertinggi yaitu sebesar 294 W pada pukul 1 siang hari sedangkan untuk Data Lampu LED dapat menghidupkan 4 buah lampu terhubung seri dengan total daya sebesar 360 W. Data pada kapasitas baterai dihasilkan sebesar 480 Wh dari keluaran turbin. 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 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 [9].

Penelitian oleh Hayat Ullah dkk membahas tentang perhitungan pembangkitan daya listrik dari udara buang ventilator di kandang kontrol unggas modern menggunakan turbin angin. Fokusnya adalah memanfaatkan energi kinetik dari udara yang keluar dari ventilator untuk menghasilkan listrik melalui turbin angin kecil yang dipasang di dekatnya. Metode yang digunakan melibatkan parameter seperti kecepatan angin, diameter turbin angin, dan efisiensi konversi energi. Dengan menerapkan persamaan matematika yang relevan dan data spesifik dari kandang kontrol unggas yang diamati, penulis memperkirakan potensi pembangkitan daya listrik. Hasilnya menunjukkan potensi produksi listrik yang signifikan dengan memanfaatkan energi kinetik dari udara buang ventilator, menggambarkan potensi pemanfaatan energi terbarukan di lingkungan peternakan unggas modern [10].

Berdasarkan kelima penelitian pada Tabel 1.1 sudah ada penelitian yang menguraikan penelitian terkait dengan Pemanfaatan Udara Buang *Exhaust fan* Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu, yang membedakan penelitian ini dari penelitian sebelumnya adalah mikrokontroler yang digunakan, jumlah sensor serta

aplikasi yang digunakan untuk alat pendukung dalam penyimpanan data. Maka dari itu penelitian tugas akhir ini berfokus pada rancang bangun alat penghasil energi listrik dari udara buangan *exhaust fan* pabrik dengan penambahan *wind tunnel*, dengan menggunakan Arduino Uno R3 Wi-Fi sebagai mikrokontroler untuk mengolah data dan dikirimkan melalui jaringan internet ke aplikasi blynk sebagai aplikasi pendukung sehingga didapatkan data berupa nilai tegangan, arus dan rpm dari sensor INA 219 dan sensor IR secara *real time*. Pada keluaran generatornya akan dihubungkan kepada Lampu dc 9V yang nantinya digunakan sebagai penerangan salah satu ruangan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, ada beberapa masalah yang perlu dirumuskan.

1. Bagaimana rancang bangun alat penghasil energi listrik dari udara buangan *exhaust fan* pabrik dengan penambahan *wind tunnel*?
2. Bagaimana kinerja dari alat penghasil energi listrik dari udara buangan *exhaust fan* pabrik dengan penambahan *wind tunnel*?

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Melakukan rancang bangun alat penghasil energi listrik dari udara buangan *exhaust fan* pabrik dengan penambahan *wind tunnel*.
2. Melakukan analisis hasil kinerja dari alat penghasil energi listrik dari udara buangan *exhaust fan* pabrik dengan penambahan *wind tunnel*.

1.5 Manfaat

Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh manfaat dari sisi praktis juga sisi akademisnya, yaitu :

1. Manfaat Akademis

Adapun manfaat akademis yang didapatkan dari penelitian ini dapat berkontribusi dalam memperkaya khasanah di bidang pembangkit listrik khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai rujukan untuk sumber alternatif penghasil energi listrik dari tenaga bayu.

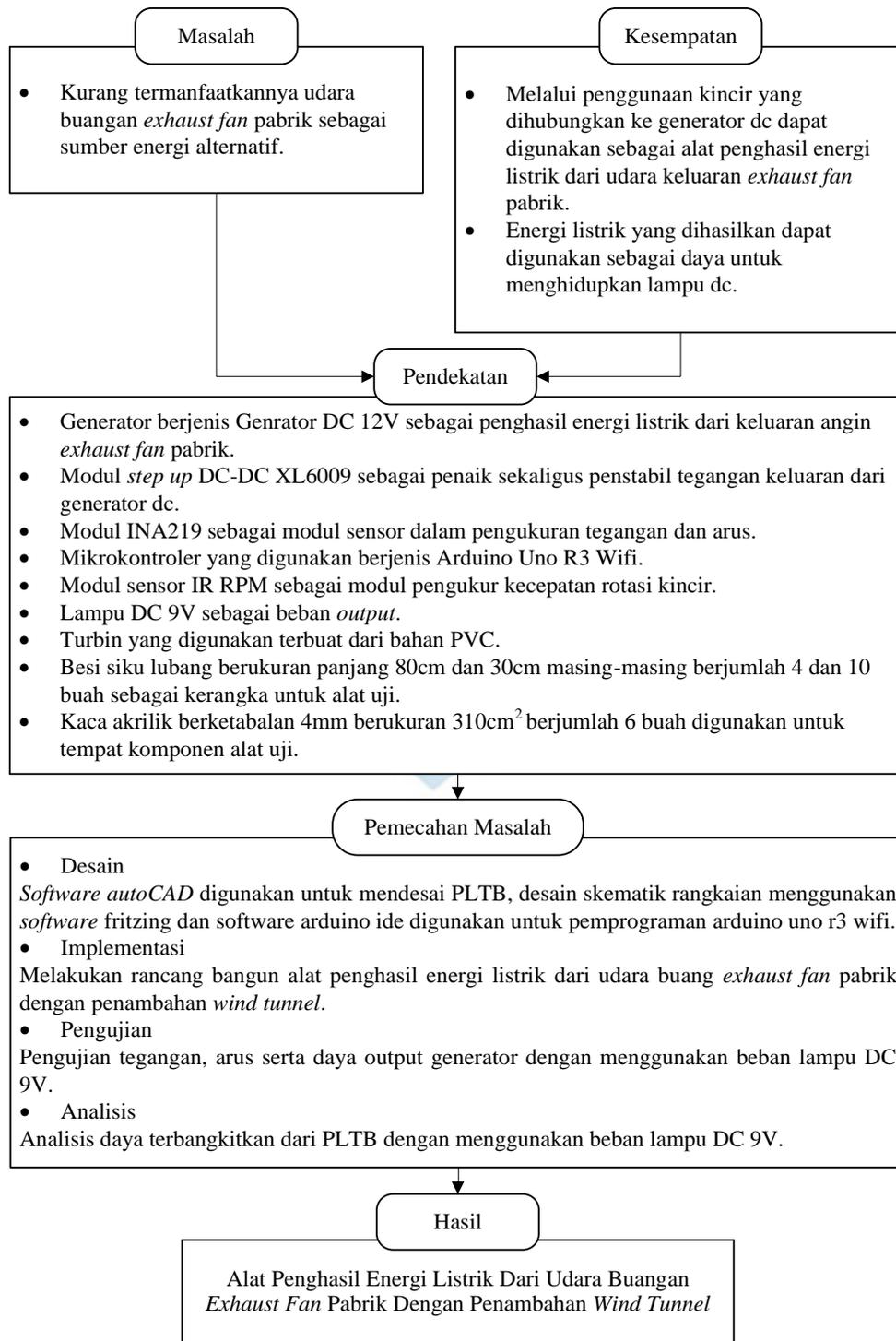
1.6 Batasan Masalah

Batasan yang berhubungan dengan masalah ini sangat luas, maka dari itu perlu adanya batasan masalah dalam penelitian ini, agar yang akan didapat lebih spesifik dan terarah. Batasan masalah ini menitik beratkan pada :

1. Generator yang digunakan berjenis generator dc 12V.
2. Modul *step up* DC-DC XL6009 yang digunakan sebagai penurun sekaligus penstabil tegangan keluaran dari generator dc.
3. Modul INA219 sebagai modul sensor dalam pengukur tegangan dan arus .
4. Mikrokontroler yang digunakan berjenis Arduino Uno R3 Wi-Fi.
5. Modul sensor IR RPM yang digunakan untuk mengetahui kecepatan putaran kincir angin.
6. Lampu dc 9V digunakan sebagai beban dari keluaran generator dc.
7. Turbin yang digunakan terbuat dari bahan PVC.
8. Aplikasi autoCAD digunakan untuk proses desain alat penghasil energi listrik.
9. Aplikasi arduino IDE digunakan dalam pembuatan program.
10. Besi siku berukuran 150 cm dan 40 cm masing-masing berjumlah 4 dan 12 buah digunakan untuk kerangka alat uji.
11. Kaca akrilik berketebalan 4 mm yang berukuran 310 cm^2 berjumlah 6 buah digunakan untuk tempat mikrokontroler dan sensor-sensor.
12. Data yang digunakan untuk analisis adalah data tegangan dan arus dc.
13. Berfokus kepada pengambilan data berupa nilai arus dan tegangan yang mampu dihasilkan oleh generator dc.
14. Blynk IoT digunakan hanya sebagai alat pendukung dalam pengambilan data.

1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka pemikiran ialah narasi atau pernyataan tentang kerangka konsep pada pemecahan masalah yang telah teridentifikasi atau dirumuskan. Kerangka berpikir dalam penelitian ini digambarkan seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 1.1 Kerangka berpikir.

1.8 Sistematika Penulisan

Dalam mendapatkan struktur penyusunan data dan penulisan yang baik, tugas akhir ini memiliki kerangka dan sistematika yang mengikuti aturan yang telah ditentukan, sehingga diharapkan mendapatkan hasil tulisan yang baik. Penulisan tugas akhir ini mengikuti sistematika penulisan yang terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini merupakan awal dari penulisan tugas akhir ini. Dalam bab ini memuat hal-hal pokok dari awal sebuah tulisan, yaitu: latar belakang, *state of the art*, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka pemikiran serta sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini menjelaskan tentang hal-hal pokok sebelum melakukan penelitian, karena menyangkut dengan penelitian perlu adanya penguasaan teori yang berhubungan dan menunjang dalam penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi diagram alur atau langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian. Pada bab ini pula berisikan mengenai jadwal perencanaan penelitian mulai dari studi literatur hingga penulisan tugas akhir selesai.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT

Pada bab ini menjelaskan alur tahap-tahap perancangan, mulai dari analisis kebutuhan hingga implementasi baik dalam segi *software* maupun *hardware* untuk rancang bangun alat penghasil energi listrik dari udara buangan *exhaust fan* pabrik dengan penambahan *wind tunnel*.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini memaparkan hasil pengujian-pengujian yang telah dilakukan serta menganalisis data yang diperoleh pada saat pengujian prototipe alat penghasil energi listrik dari udara buangan *exhaust fan* pabrik dengan penambahan *wind tunnel*.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang bagian penutup dari penelitian. Pada bagian ini terdapat kesimpulan, serta saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.