

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini peneliti menggunakan beberapa tinjauan pustaka yang dapat mendukung penelitian, berikut ini adalah tinjauan pustaka yang digunakan pada penelitian ini yang dapat dilihat ada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

No	Penulis	Tahun	Judul	Hasil
1.	Nurjanah	2021	Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Di Lingkungan STT Migas Balikpapan	Pada penelitian ini hasil pengujian pembakaran sampah dengan PLTSa dapat disimpulkan jenis sampah yang efektif dari segi waktu adalah sampah potongan kayu dibanding sampah plastik kering. Untuk mencapai tekanan 40 Psi sampah kayu lebih cepat 0,566 jam dibandingkan plastik dan untuk mencapai tekanan 60 Psi sampah kayu lebih cepat 0,870 jam dibandingkan plastik. Hasil pengujian PLTSa tekanan mempengaruhi jumlah putaran. Semakin tinggi tekanan yang dihasilkan semakin cepat pula putaran impeller pada turbin. Pada

				<p>sampah kayu dengan tekanan 40 Psi putaran impeller 1.764 rpm, sedangkan tekanan 60 Psi putaran impeller 6942 rpm. Pada sampah plastik dengan tekanan 40 Psi putaran impeller 1.576 rpm, sedangkan tekanan 60 Psi putaran impeller 4.562 rpm. Tegangan terbesar generator diperoleh pada tekanan uap 60 Psi dengan tegangan 13,76 V dengan sumber bahan bakar kayu</p>
2.	Hasyim Suyuti Amin Muzzekki	2021	Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Berdasarkan Bio Teknologi Lingkungan	<p>Perhitungan kalori Sampah dan kotoran sapi :</p> <p>Jumlah berat jenis sampah X nilai kalori sampah.</p> <p>Sampah: Jumlah berat jenis : 9,69 X 0,0909 X Kalori : 1135,05 kkal/kg = 999,77kkal</p> <p>Kotoran Sapi: Massa X Nilai Kalori kotoran sapi Massa 16,9 X Kalori : 1351,85 kkal/kg = 22.846,26 kkal</p> <p>Jumlah Kalori Sampah + Kotoran Sapi 999,77 + 22.846,26= 23846,03 kkalb.</p>

				<p>Perhitungan jumlah energy $23846,03 \text{ kkal} \times 0,00116(\text{kWh/kkal}) = 27,66 \text{ kWh/hari}$ $27,6613 : 24 = 1,1525 \text{ kW / jam}$</p> <p>Nilai di atas belum termasuk perhitungan efisiensi boiler, steam engine dan generator dari rancang bangun yang telah di buat dengan outpu maks $12 \text{ V} \times 3,4 \text{ A} = 41,14 \text{ watt}$, atau $0,4114 \text{ kW / jam}$.</p> <p>Jika di terapkan dalam skala besar di tps Kecamatan Labang kabupaten Bangkalan yang menghasilkan sampah 60 ton setiap harinya 17 juli 2020 dengan mengambil 50 % menjadi 30.000 kg untuk sampah organik setiap harinya dengan nilai kalor 1135,05 kkal. Maka di peroleh energi thermal sebesar $34.051.500\text{kkal/ hari}$. Untuk mencari kapasitas daya yang di hasilkan sesuai persamaan maka jumlah (kkal) x $0,00116 \text{ (kWh/kkal)} =$</p>
--	--	--	--	--

				39.499,7 kWh/hari, perhari di bagi jumlah jam yaitu 24. Maka kapasitas daya pembangkit sebesar 1.645,82 kW, ini belum memperhitungkan rugi efisiensi boiler, turbin dan generator.
3.	Syaifuddin Muhamad	2020	Model Pembangkit Listrik Tenaga Limbah Kayu Di Kabupaten Konawe Sulawesi Utara	Pada penelitian ini diketahui hasil perancangan dan uji coba alat bahwa sistem pembangkit listrik tenaga uap yang di hasilkan dari energi bahan bakar briket serbuk kayu ini sudah bekerja dengan baik yang mampu menyuplai listrik. Hasil pengujian (PLTU) jika menggunakan beban lampu 6,3 watt maka menghasilkan efisiensi 23.458%, beban lampu 6,6 watt menghasilkan efisiensi 24.576%, beban lampu 6,7 watt menghasilkan efisiensi 24.943% dan mendapatkan efisiensi rata-rata 56.347%. Tekanan maksimum boiler 120 psi, putaran yang di hasilkan dari Generator DC

				maximum 1.105 RPM, tegangan tanpa beban 33,5 volt dan beban berkisar 6,3-6,7 watt.
4.	Rita Hariningrum	2020	Pemanfaatan Limbah Sampah Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Tenaga Listrik Di Semarang	Dari hasil penelitian perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di TPA Jatibarang maka potensi menghasilkan energi listrik yang dibangkitkan Pembangkit Listrik tenaga sampah dalam 1 tahun selama 5 tahun kedepan (2017 – 2021) yaitu 84.627,02 Mwh/tahun di tahun 2017, lalu 82.308,43 Mwh/tahun di tahun 2018, setelah itu 83.627,97 Mwh/tahun di tahun 2019, kemudian 83.179,35 Mwh/tahun di tahun 2020, dan terakhir 83.434,88 di tahun 2021. Daya yang dapat dibangkitkan oleh pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) Jatibarang dengan rata – rata daya keluaran dari generator sebesar 9.525,63 kW

5.	Riza Samsinar	2018	Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Kapasitas 115 KW (Studi Kasus Kota Tegal)	<p>Pada penelitian ini diketahui hasil dari ketersediaan sampah pada TPA Muarareja kota Tegal sebanyak 988 m³ dengan massa jenis sampah 481 kg/m³ atau setara 475.228 kg / hari setelah dipilah sampah organik yang ada di TPA Muarareja kota Tegal adalah 67% yaitu 318.402,76 kg/hari dan jika dihitung kedalam per jam menjadi 13.266,78 kg/jam, menghasilkan panas pembakaran diruang bakar 2.137.278,25 KJ/jam, dengan laju panas yang keluar dari incinerator 1.709.822,6 KJ/jam. Laju aliran masa uap yang keluar dari ketel uap adalah 680,71 kg/jam dengan suhu masuk ketel 30 °C dengan tekanan 14 MPa, ketel yang digunakan ialah utility boiler, Entalpi yang</p>
----	---------------	------	--	---

				<p>masuk ke turbin sama dengan entalphi yang keluar dari ketel uap yaitu 2637,6 KJ/Kg dan entalphi yang keluar dari turbin adalah 2076,08 KJ/kg dapat menghasilkan daya 127.410 Watt untuk membangkitkan generator. Dengan jumlah sampah yang tersedia di TPA Muarareja kota Tegal yaitu 13.266,78 kg/jam dapat menghasilkan daya yang keluar dari generator sebesar 114,67 KW.</p>
--	--	--	--	---

2.2 Sampah

Sampah merupakan suatu benda atau bahan yang sudah tidak digunakan lagi oleh manusia sehingga dibuang. Sampah yang berasal dari aktivitas manusia dapat bersifat organik maupun non organik. Contoh sampah organik yaitu sisa-sisa bahan makanan, kertas, kayu dan bambu. Sedangkan contoh sampah non organik yaitu plastik, logam, gelas, dan karet (Apriliani, 2015). Pada penelitian ini sampah akan dimanfaatkan menjadi bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik, sampah dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sampah Plastik dan Limbah Kayu

(Wahyu Fatmawati, 2020)

Sampah yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sampah kayu hasil dari limbah industri mebel dan sampah plastik yang banyak diproduksi oleh masyarakat, nilai kalor kedua jenis sampah tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2.

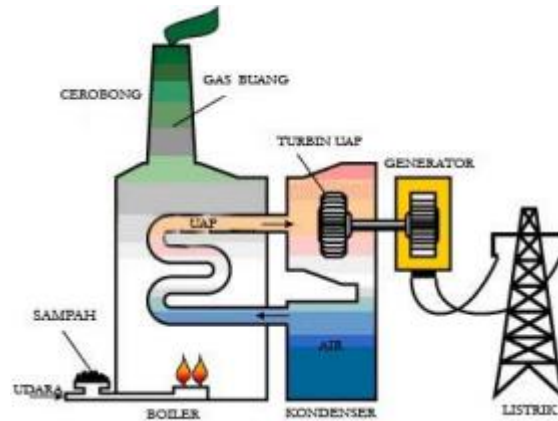
Tabel 2.2 Konversi Energi Sampah

(Riza Samsinar, 2018)

No	Sampah	Kalori (Kkal/kg)
1.	Kayu	38,28
2.	Plastik	555,46

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)

Pembangkit Listrik Tenaga Sampah merupakan salah satu bentuk konversi energi baru terbarukan yang memanfaatkan sampah sebagai bahan baku untuk membangkitkan boiler (Ismail, 2019) yang bekerja terhubung dengan turbin dan generator sehingga bisa dihasilkan energi listrik (D. Guppat, 2019). PLTSa merupakan solusi yang paling tepat untuk mengurangi volume sampah yang meningkat diakibatkan pembangunan yang terus meningkat seiring jalannya waktu. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah dapat dilihat pada gambar 2.2 sebagai berikut.



Gambar 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Sampah

(Monice, 2016)

2.4 Tungku Pembakaran (*furnace*)

Tungku pembakaran (*furnace*) merupakan alat pemanas seperti oven yang akan menghasilkan panas mulai dari 0 – 100°C (M. Tirono, 2011). *Furnace* pada penelitian ini digunakan sebagai tungku bakar yang akan membakar boiler yang berisi air sehingga menghasilkan uap. *Furnace* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Furnance*

(F. Nawafi, 2010)

Tungku bakar (*furnace*) pada penelitian ini diisi dengan sampah yang kemudian akan dibakar dan menghasilkan energi panas. Volume dari tungku bakar (*furnace*) yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut (Hasyim Suyuti Amin Muzzekki 2021).

Volume tungku bakar (V_{tb})

$$V_{tb} = \pi \times (r)^2 \times t \dots\dots\dots(Persamaan 2.1)$$

2.5 Blower

Blower adalah alat yang mengumpulkan udara di dalam keong kemudian menghembuskannya keluar dari lubang keluaran. Blower digunakan sebagai penyuplai udara pada proses pembakaran yang terjadi di dalam tungku pembakaran. Penyediaan udara sangat dibutuhkan dalam proses pembakaran dan perancangan blower sangat dipengaruhi oleh besarnya kapasitas yang dibutuhkan dalam pembakaran dan lokasi tempat pemasangannya. Spesifikasi dari blower dapat dilihat pada tabel 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.3 Spesifikasi Blower

Tipe	Blower 2 inch
Daya	150 W
Putaran	2.800 rpm
Tegangan	220 V

Blower dapat dilihat pada gambar 2.4 sebagai berikut.



Gambar 2.4 Blower

(Sanda, 2012)

2.6 Boiler

Boiler pada prinsipnya dibagi menjadi 2 yaitu Boiler pipa api (Fire Tube Boiler) dan Boiler pipa air (Water Tube Boiler) (Agus Sugiharto, 2010). Pada Boiler pipa api gas panas melewati pipa-pipa dan air umpan boiler ada didalam shell

untuk dirubah menjadi uap sedangkan Boiler pipa air (Water Tube Boiler) adalah boiler yang biasanya menghasilkan uap dengan tekanan dan kapasitas yang besar. Pada penelitian ini menggunakan tipe boiler pipa air (Water Tube Boiler) yang dapat dilihat pada gambar 2.5 sebagai berikut.



Gambar 2.5 Boiler

(Nurjanah, 2021)

Persamaan volume boiler dan volume air adalah sebagai berikut (Hasyim Suyuti Amin Muzzekki 2021) :

Volume boiler (V_b)

$$V_b = \pi \times (r)^2 \times t \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.2})$$

Volume air pada boiler harus 75% dari jumlah volume yang terdapat pada boiler (Hasyim Suyuti Amin Muzzekki 2021), maka didapatkan persamaan berikut :

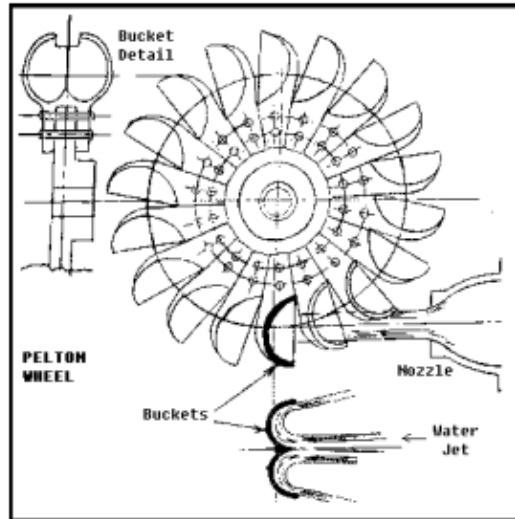
Volume air (V_a)

$$V_a = V_b \times 0,75 \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.3})$$

2.7 Turbin Pelton

Prinsip kerja turbin pelton adalah memanfaatkan daya fluida dari air untuk menghasilkan daya poros. Putaran poros turbin ini akan diubah oleh generator menjadi tenaga listrik. Turbin pelton merupakan turbin yang berputar karena

adanya gaya impuls dari air (Hery Irawan, 2018). Turbin pelton dapat dilihat pada gambar 2.6 sebagai berikut.



Gambar 2.6 Turbin Pelton

(Dwi Irawan, 2014)

Kelebihan turbin pelton antara lain:

1. Daya yang dihasilkan besar
2. Kontruksi yang sederhana
3. Mudah dalam perawatan
4. Teknologi yang sederhana dan mudah diterapkan didaerah terisolir.

Spesifikasi dari turbin pelton dapat dilihat pada tabel 2.4 sebagai berikut.

Tabel 2.4 Spesifikasi Turbin

Lebar sudu	4 cm
Jumlah sudu	14 buah
Diameter dalam	15 cm
Diameter keseluruhan	21 cm

2.8 Generator

Generator DC adalah sebuah perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator ini juga disebut sebagai Generator arus searah. Generator ini memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah untuk

dapat menggerakkannya. Generator DC ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasa dikenal dengan rpm (revolution per menit). Generator ini tersedia dalam berbagai macam ukuran rpm dan bentuk dan kebanyakan Generator ini memberikan gerakan rotasi mencapai 3000 rpm.

Pada prinsipnya Generator ini menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap utara magnet (Adisty Maulina Putri, 2021). Pada penelitian ini jenis keluaran yang akan dihasilkan adalah listrik DC dengan beban yang akan digunakan yaitu lampu LED DC 6 watt. Spesifikasi generator dapat dilihat pada tabel 2.5 sebagai berikut.

Tabel 2.5 Spesifikasi Generator

Tipe	FLD-5250
Tegangan	220 VDC
Daya	200 Watt
Putaran	3000 rpm

Generator DC dapat dilihat pada gambar 2.7 sebagai berikut.



Gambar 2.7 Generator DC

(Jefry Nainggolan, 2017)

Generator DC terdiri dua bagian, yaitu stator, yaitu bagian mesin DC yang diam, dan bagian rotor, yaitu bagian mesin DC yang berputar. Bagian stator terdiri dari: rangka motor, belitan stator, sikat arang, bearing dan terminal box. Sedangkan bagian rotor terdiri dari: komutator, belitan rotor, kipas rotor dan poros rotor.

2.9 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan suatu cara untuk memanfaatkan internet yang tersambung secara terus menerus, *Internet of Things* (IoT) dapat dimanfaatkan sebagai penghubung antara *smartphone* dan sensor melalui mikrokontroller ESP8266 sebagai sistem monitoring. Sistem *Internet of Things* (IoT) yang dapat dilihat pada gambar 2.8 sebagai berikut.



Gambar 2.8 *Internet of Things* (IoT)

(Yoyon Efendi, 2018)

Internet of Things (IoT) pada penelitian ini digunakan untuk memonitoring tegangan dan arus generator menggunakan web altro.

1.10 MySQL

MySQL merupakan singkatan dari *Structured Query Language*, MySQL merupakan Bahasa terstruktur yang digunakan sebagai database yang bersifat *open source*. MySQL merupakan sistem database yang relational yang mana data yang dikelola dalam database yang akan diletakkan pada table yang terpisah sehingga manipulasi data akan lebih cepat. SQL juga merupakan bahasa pemrograman yang dirancang khusus untuk mengirimkan suatu perintah query (pengaksesan data berdasarkan pengalamatan tertentu) terhadap sebuah database. Kebanyakan software database mengimplementasikan SQL secara sedikit berbeda, tapi seluruh database MySQL mendukung subset standar yang ada. MySQL dapat dilihat pada gambar 2.9 sebagai berikut.



Gambar 2.9 MySQL

(Muhammad saed, 2019)

Pada penelitian ini MySQL berfungsi untuk menyimpan database yang dikirimkan dari ESP8266 kemudian data tersebut akan ditampilkan menggunakan web altro.

1.11 Framework Laravel

Laravel adalah sebuah MVC web development framework yang didesain untuk meningkatkan kualitas perangkat lunak dengan mengurangi biaya pengembangan dan perbaikan serta meningkatkan produktifitas pekerjaan dengan sintak yang bersih dan fungsional yang dapat mengurangi banyak waktu untuk implementasi (Widodo & Purnomo, 2016). Framework Laravel dapat dilihat pada gambar 2.10 sebagai berikut.



Gambar 2.10 Framework Laravel

Laravel memberikan keterbaruan alat untuk berinteraksi dengan database disebut dengan migration. Dengan migration, pengembang dapat dengan mudah untuk melakukan modifikasi sebuah database pada sebuah platform secara independen karena implementasi skema database direpresentasikan dalam sebuah class. Migration dapat berjalan pada beberapa basis data yang telah didukung Laravel (MySQL, PostgreSQL, MSSQL, dan SQLITE) dan untuk implementasi

Active Record pada Laravel disebut Eloquent yang menggunakan standard modern OOP.

2.12 ESP8266

ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul WiFi serbaguna ini sudah bersifat SoC (System on Chip), sehingga kita bisa melakukan programming langsung ke ESP8266 tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. ESP8266 dapat dilihat pada gambar 2.11 sebagai berikut.



Gambar 2.11 ESP8266

(Nurul Hidayati Lusita Dewi, 2019)

2.13 Sensor Tegangan

Sensor tegangan menggunakan transformator tegangan sebagai penurun tegangan dari 220 ke 5 Volt AC kemudian disearahkan menggunakan jembatan diode untuk mengubah tegangan AC ke tegangan DC, kemudian di filter menggunakan kapasitor setelah itu masuk kerangkaian pembagi tegangan untuk menurunkan tegangan, tegangan yang dihasilkan tidak lebih dari 5 Volt DC sebagai inputan ke mikrokontroler. Pada penelitian ini sensor tegangan digunakan untuk membaca keluaran tegangan sekaligus arus dengan menambahkan rumus nilai arus pada program. Sensor tegangan dapat dilihat pada gambar 2.13 sebagai berikut.



Gambar 2.13 Sensor Tegangan

(Afrizal Fitriandi, 2016)