

Daftar Tabel

Tabel 3. 1 Bahan Penelitian	10
Tabel 3. 2 Bahan Penelitian	10
Tabel 3. 3 Material Elektroda	11
Tabel 3. 4 Tabel Pengujian	14
Tabel 4. 1 Satu buah sel tanah humus.....	15
Tabel 4. 2 Satu buah sel tanah kompos.....	16
Tabel 4. 3 Pengukuran Jarak 5 Cm	16
Tabel 4. 4 Pengukuran Jarak 10 cm	19
Tabel 4. 5 Pengukuran Jarak 15 cm	22
Tabel 4. 6 Pengukuran Jarak 20 cm	25
Tabel 4. 7 Pengukuran Jarak 25 cm	28
Tabel 4. 8 Pengukuran Jarak 30 cm	31
Tabel 4. 9 Pengukuran Waktu 0 menit.....	34
Tabel 4. 10 Pengukuran waktu 5 menit.....	37
Tabel 4. 11 Pengukuran waktu 10 menit.....	40
Tabel 4. 12 Pengukuran waktu 15 menit.....	43
Tabel 4. 13 Pengukuran waktu 20 menit.....	46
Tabel 4. 14 Pengukuran waktu 25 menit.....	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan yang penting bagi umat manusia. Manusia selalu membutuhkan energi dalam segala aspek kehidupan. Energi dapat di kelompokkan menjadi enam jenis, yaitu energi listrik, energi nuklir, energi elektromagnetik, energi panas, energi, kimia, dan energi mekanik.

Pemanfaatan energi di dunia saat ini terus berkembang seiring perkembangan waktu, teknologi, dan manusia itu sendiri. Pertumbuhan populasi manusia yang terus meningkat diiringi dengan kebutuhan energi yang terus meningkat juga. Namun pasokan energi yang terbatas membuat manusia harus semakin inovatif dalam pemanfaatannya. Energi baru terbarukan (EBT) menjadi salah satu contoh langkah manusia dalam pemanfaatan energi itu sendiri. Banyak sumber dalam memanfaatkan EBT, mulai dari biomassa, mikrohidro, bahan bakar nabati, panas bumi, air, surya, nuklir, dan angin. Dalam mendukung penggunaan energi-energi tersebut memerlukan dukungan infrastruktur dan biaya yang tidak sedikit (Suwandi, 2022).

Indonesia memiliki potensi pengembangan dan penggunaan EBT yang relatif besar. Banyak pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik tenaga angin, dan pembangkit listrik tenaga surya yang sudah dibangun dan dimanfaatkan masyarakat di Indonesia. Kontribusi EBT di Indonesia masih kecil namun dengan perkembangan waktu dan teknologi penggunaan EBT di Indonesia dapat ditingkatkan atau bahkan menjadi sumber utama energi di Indonesia (Suwandi, 2022).

Listrik merupakan salah satu energi yang paling banyak digunakan. Penelitian tentang jenis baterai telah banyak diketahui. Penelitian tentang baterai bumi kurang diketahui oleh masyarakat sehingga dalam pemanfaatannya tergolong minim. Tetapi, baterai bumi sebenarnya memiliki potensi yang besar untuk menjadi salah satu alternatif sumber energi. Penelitian terkait baterai bumi dilakukan oleh Ahmad Khoerudin Jaohari dari Program *studi Teknik Fisika*, Universitas Telkom pada tahun 2024 yang meneliti terkait jenis tanah pada baterai bumi yang menghasilkan arus 0,23 Ampere dan tegangan 4,2 Volt (Jaohari, 2024).

Penelitian ini akan berfokus pada perbedaan jarak elektroda dalam menghasilkan arus, tegangan, dan daya pada baterai bumi. Elektroda yang dipakai dalam penelitian ini adalah magnesium dan tembaga. Perbedaan jarak yang digunakan yaitu 5 cm, 10 cm, 15cm, 20cm, 25cm, dan 30cm. Media tanah yang dipakai dalam penelitian ini adalah tanah humus dan tanah kompos.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh jarak antara katoda dan katoda terhadap output berupa arus, tegangan, dan daya yang dihasilkan pada baterai bumi
2. Bagaimana pengaruh jenis tanah terhadap output berupa arus, tegangan, dan daya?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan jarak elektroda pada baterai bumi terhadap arus, tegangan, dan daya.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada perencanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan menggunakan logam magnesium dan tembaga sebagai anoda dan katoda.
2. Parameter yang diamati adalah tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari baterai bumi.
3. Percobaan dilakukan dengan menyusun baterai bumi secara seri
4. Percobaan dilakukan menggunakan tanah humus dan tanah kompos yang ditambahkan air.
5. Percobaan dilakukan dengan memberi jarak antara katoda dan anoda sebesar 5 cm, 10 cm, dan 15 cm, 20 cm, 25 cm dan 30 cm.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Arus Telurik

Arus telurik merupakan fenomena listrik yang terjadi dibawah kerak bumi dan mantel bumi. Arus tersebut terjadi akibat perubahan fluks magnet bumi dan angin matahari yang mengandung partikel listrik di sekitar ionsfer. Arus telurik berada di permukaan bumi Arus telurik masuk ke dalam bumi yang mengenai medium konduktif akan menyebabkan GGL induksi serta akan menimbulkan arus eddy (Suwandi, 2022).

Arus telurik memiliki manfaat yang sangat banyak bagi kehidupan. Arus tersebut dapat digunakan untuk mengeksplorasi bagian struktur bawah bumi, eksplorasi pertambangan, eksplorasi panas bumi yang bisa digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga *geothermal*, pemetaan lempeng tektonik bumi, dan penyelidikan ruang magma bumi (Suwandi, 2022).

2.2. Baterai

Baterai menurut kategorinya dibagi menjadi dua jenis, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya digunakan untuk sekalai pakai saja. Sedangkan, baterai sekunder merupakan baterai yang energi listriknya bisa diisi kembali jika habis masa pakainya (Nasution, 2021).

Prinsip kerja baterai ialah dengan dua logam yang berbeda ditempatkan pada sebuah elektrolit. Didalam elektrolit tersebut terjadi reaksi reduksi dan reaksi oksidasi. Sebagai hasil dari terjadi reaksi reduksi membuat elektroda menjadi bermuatan negatif dan hasil terjadi dari reaksi oksidasi membuat elektroda menjadi bermuatan positif. Katoda merupakan hasil dari reaksi reduksi, sedangkan anoda merupakan hasil dari reaksi oksidasi (Suwandi, 2022).



2.3. Baterai Bumi

Baterai bumi merupakan sebuah baterai yang dibuat dari tanah lembab dengan menggunakan elektrolisis sehingga menimbulkan arus telurik. Baterai bumi terdiri dari katoda, anoda, kabel, dan tanah lembab. Baterai bumi memang awam terdengar di telinga. Tetapi, baterai bumi memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan (Suwandi, 2022).

Baterai bumi ditemukan pertama kali oleh Alexander Bain seorang pembuat jam dan instrumen dari Skotlandia pada tahun 1841. dia menemukan baterai bumi ketika mengubur pelat seng dan tembaga didalam tanah. Alexander Bain melakukan hal tersebut untuk mencari potensi sumber listrik yang murah serta mudah diakses. Alexander Bain melakukan hal tersebut untuk mencari sumber energi guna menghidupkan mesin telegraf. Tetapi, hal tersebut tidak cukup untuk menghidupkan mesin telegraf. Namun, hal yang Alexander Bain lakukan menjadi potensi besar yang dapat dimanfaatkan dikemudian hari (Suwandi, 2022).

Prinsip kerja baterai bumi hampir sama dengan baterai biasa. Yang membedakan baterai biasa dengan baterai bumi adalah penggunaan tanah lembab sebagai larutan elektrolit. Baterai bumi dapat menghasilkan tegangan sebesar 1-5 volt, tetapi hal tersebut tergantung pada kondisi keadaan dan jenis tanah yang digunakan sebagai elektrolit. Sehingga, baterai bumi termasuk energi yang ramah lingkungan dan murah karena bahan yang digunakan tersedia disekitar masyarakat, hal tersebut dapat menjadi bukti bahwa baterai bumi bisa menjadi pilihan untuk sumber energi alternatif yang memiliki potensi besar (Suwandi,2022).

2.4. Rangkaian Seri

Rangkaian seri merupakan suatu rangkaian yang dimana input suatu komponen berasal output dari komponen sebelumnya. Rangkaian seri merupakan salah satu jenis rangkaian yang terdiri dari dua atau lebih beban listrik yang dihubungkan ke sumber daya. Rangkaian seri memiliki sifat arus yang mengalir dalam setiap beban memiliki besar arus yang sama. Jika salah satu beban dicabut dari rangkaian maka rangkaian tersebut akan rusak atau tidak berfungsi (Rosman,. et.al, 2019).

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = I_n \quad [1]$$

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \quad [2]$$

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad [3]$$

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

R = Hambatan (Ohm)

2.5. Daya Listrik

Daya Listrik Merupakan laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Daya Listrik memiliki satuan yaitu Watt dengan perlambangan huruf W, yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu. Daya pada rangkaian listrik dilambangkan dengan huruf P. Berikut merupakan persamaan dari daya listrik.

$$P = V \times I \quad [7]$$

Keterangan :

P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Persamaan daya terhadap waktu :

$$P = \frac{W}{t}$$

Keteranga :

P = Daya (Watt)

W = usaha (Joule)

T = waktu (Sekon)

2.6.Sel Elektrokimia

Sel elektrokimia adalah alat atau perangkat penghasil listrik dari reaksi kimia. Reaksi kimia yang terjadi dalam sel elektrokimia disebut reaksi redoks. Dari reaksi redoks tersebut dapat menghasilkan arus listrik. Sel elektrokimia terdiri dari anoda yang berfungsi sebagai kutub negatif, katoda yang berfungsi sebagai kutub positif, dan elektrolit yang berfungsi sebagai media yang digunakan ion berpindah dari potensial tinggi ke potensial lebih rendah (Harahap, 2016).

Sel elektrokimia terdapat anoda dan katoda yang berupa logam penghantar listrik. Anoda pada sel elektrokimia memiliki potensial listrik bermuatan positif. Katoda pada sel elektrokimia memiliki potensial listrik bermuatan negatif. Dengan menggabungkan anoda dan katoda pada elektrolit dapat membuat ion yang ada dapat berpindah atau mengalir karena perbedaan potensial (Harahap, 2016).

Deret volta merupakan urutan unsur logam berdasarkan nilai potensialnya. Urutan deret volta dimulai dari kiri yang merupakan logam yang memiliki nilai potensial kecil sampai logam yang memiliki nilai potensial besar (Harahap, 2016). Semakin kecil nilai potensialnya logam tersebut memiliki sifat reaktif yaitu, semakin mudah melepas elektron dan mudah mengalami oksidasi. Sedangkan logam yang memiliki nilai potensial yang besar maka logam tersebut semakin sulit melepas elektron dan semakin mudah mengalami reduksi. berikut merupakan urutan deret volta.

Li – K – Ba – Ca – Na – Mg – Al – Mn – [H₂O] – Zn – Cr – Fe – Cd – Co – Ni – Sn – Pb – [H] – Sb – Bi – Cu – Hg – Ag – Pt – Au



Dalam penelitian ini digunakan logam Magnesium sebagai anoda dan logam tembaga sebagai katoda. Magnesium memiliki kinerja yang baik sebagai anoda karena memiliki kapasitas energi yang besar. Tembaga digunakan sebagai katoda karena memiliki kapasitas

energi yang lebih kecil. Perbedaan potensial magnesium - tembaga dapat menghasilkan reaksi redoks.

2.7.Tanah humus dan tanah kompos

Pada tanah humus tanah merupakan sejenis tanah yang tercipta dari proses pembusukan bahan- bahan organik dalam jangka waktu tertentu. Tanah ini umumnya memiliki kotoran hewan serta pula sisa- sisa tanaman. Bahan organik tersebut berikutnya terurai serta membentuk partikel- partikel kecil dari humus tanah yang mempunyai muatan negatif. Partikel yang memiliki muatan negatif tadi nyatanya bisa meresap nutrisi yang mempunyai muatan positif (Suwandi,2022).

Tanah kompos merupakan campuran tanah dengan sisa kotoran hewan dan sisa daun dan buah. Tanah kompos sangat bermanfaat karena mengandung kandungan yang bermanfaat untuk tanaman. Kandungan tanah kompos antara lain natrium, besi, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, sulfur, dll (Jaohari, 2024).

Dalam tanah terdapat bakteri yang dapat menghasilkan listrik. Bakteri yang dapat menghasilkan listrik seperti *shewanella species*. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk menangkap elektron dan bisa ditemukan dalam berbagai jenis tanah (Jaohari,2024).

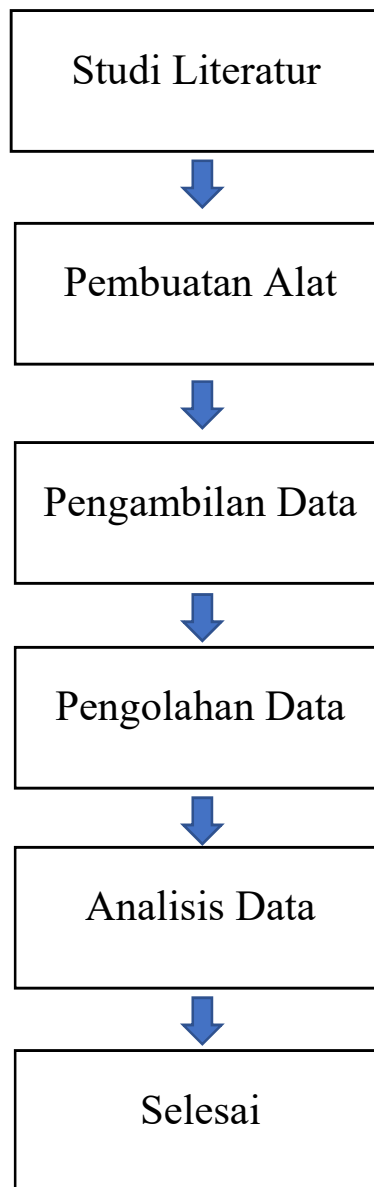
Tanah kompos dan tanah kompos termasuk tanah yang mudah diakses. Tanah kompos banyak dijumpai di masyarakat pedesaan, karena di daerah pedesaan masih dapat dijumpai masyarakat yang memelihara hewan ternak. Tanah humus banyak ditemukan disekitar masyarakat seperti pekarangan rumah, sawah, dll. Hal tersebut membuat tanah humus termasuk tanah yang mudah diakses oleh masyarakat

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1. Metode Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan di Lab *System Control Energy* prodi S1 Teknik Fisika Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom, Bandung.



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

Pada Gambar 3.1 menunjukkan langkah-langkah dalam penelitian Tugas Akhir ini. Berikut merupakan penjelasan terkait metode penelitian yang dilakukan.

1. Studi Literatur

Metode studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan dasar penelitian yang dilakukan pada penelitian ini. Informasi tentang penelitian ini diambil dari jurnal akademik, disertasi serta buku penunjang.

2. Pembuatan alat

Pembuatan alat dilakukan menggunakan batang logam berunsur magnesium dan batang logam berunsur Tembaga. kemudian disusun menjadi 4 sel baterai bumi dan dirangkai secara seri.

3. Pengambilan data

Pengambilan data ini dilakukan dengan cara menanam batang logam yang sudah diberi jarak antara katoda dan anoda pada tanah yang sudah dicampur air lalu dihitung besar arus, tegangan, dan daya menggunakan multimeter pada waktu 0 menit, 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, dan 25 menit.

4. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan setelah pengambilan alat. Nilai hasil yang didapat setelah pengujian diolah sehingga mendapat hasil yang diinginkan.

5. Analisis data

Setelah pengolahan data selesai maka akan dilakukan Analisis data sehingga dapat disimpulkan.

3.2. Alat dan bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 3. 1 Bahan Penelitian

No	Bahan	Fungsi
1	Batang magnesium	Sebagai anoda
2	Batang tembaga	Sebagai katoda
3	Kabel jumper	Sebagai penghubung
4	Tanah Humus	Sebagai elektrolit
5	Tanah Kompos	Sebagai elektrolit

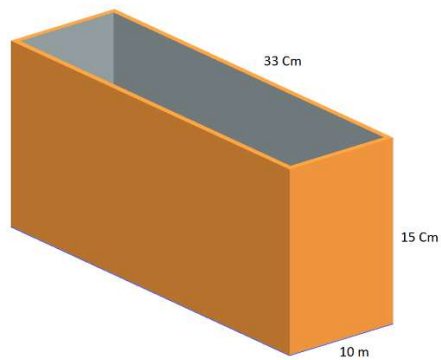
Alat yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

Tabel 3. 2 Bahan Penelitian

No	Alat	Fungsi
1	Multimeter	Sebagai alat ukur
2	kotak ukuran 33x10x15	Sebagai wadah tanah
3	Stopwatch	Sebagai penghitung waktu

3.2.1. Chamber Baterai Bumi

Chamber yang digunakan sebagai wadah tanah baterai bumi terbuat dari bahan akrilik transparan. Chamber yang digunakan memiliki ukuran 33x10x15 cm.



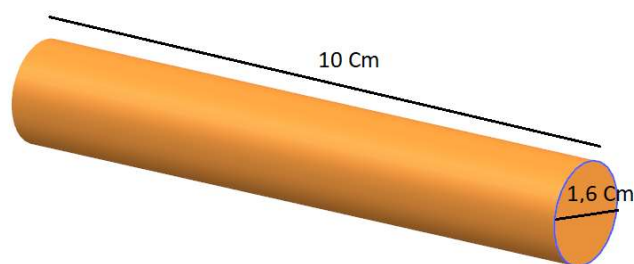
Gambar 3. 2 Ukuran Chamber

3.2.2. Elektroda

Material yang digunakan sebagai elektroda adalah logam tembaga (Cu) dan logam magnesium (Mg). Logam tembaga dan logam magnesium berbentuk silinder, dengan ukuran diameter 1,6 cm dan panjang 9 cm.

Tabel 3. 3 Material Elektroda

Material	Nomor Atom	Konfigurasi	Potensial Elektro Standar (V)
Magnesium	12	$[\text{Ne}]3s^2$	-2,37
Tembaga	29	$[\text{Ar}] 4s 3d^{10}$	+0,34



Gambar 3. 3 Ukuran Elektroda

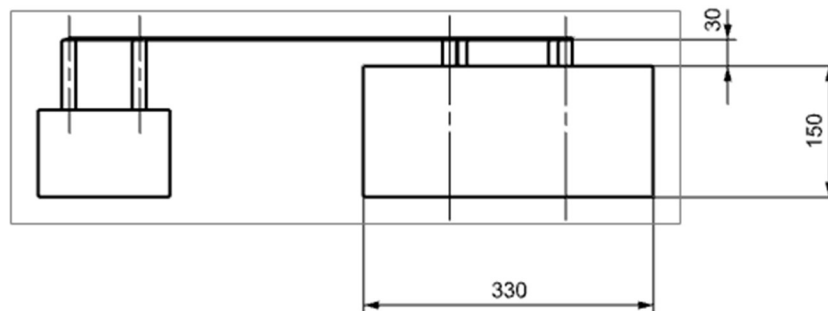
3.2.3. Tanah

Tanah yang digunakan merupakan tanah humus dan tanah kompos. Tanah dimasukkan ke dalam chamber menggunakan sekop.

3.3. Pembuatan Alat

Alat yang digunakan menggunakan batang logam berunsur magnesium dan batang logam berunsur tembaga. Dalam pembuatan alat tersebut digunakanlah tanah humus dan tanah kompos yang dicampur air yang berfungsi sebagai elektrolit.

Media tanah dimasukan ke dalam wadah berbahan akrilik kemudian logam berunsur tembaga dan logam berunsur magnesium ditata sesuai parameter yang ingin diukur. Kabel jumper yang berfungsi sebagai penghubung antar sel dihubungkan pada logam magnesium dan logam tembaga. Kemudian multimeter digunakan untuk mengukur arus, tegangan, dan daya dipasangkan ke anoda dan katoda melalui kabel jumper.



Gambar 3. 4 Rangkaian alat Baterai Bumi 2 dimensi

3.4. Prosedur Pengujian

Pengujian pada penelitian ini dilakukan percobaan sebanyak empat tahap. tahap pertama dilakukan menggunakan satu buah sel baterai bumi untuk mengetahui apakah sel baterai bumi dapat menghasilkan listrik. Tahap kedua dilakukan dengan mengganti media tanah humus dengan menggunakan media tanah kompos. Tahap ketiga dilakukan dengan menambahkan jumlah sel baterai menjadi empat sel baterai bumi. Tahap keempat dilakukan dengan memberikan jarak antar elektroda.