

PEMETAAN POTENSI ENERGI BIOGAS DI KABUPATEN SUMENEP DENGAN SOFTWARE QGIS

Malik Al Annas, Siti Diah Ayu Febriani, Novita Safitri, Ellya Dwi Lestari¹,
Nurul Nikmah, Mohammad Fathor Rosy, Muhammad hasani, Satria Maulana Geba,
Much.Faris Hidayatullah, Ainur Rofiq
Teknik Energi terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember
mohfathorrosy@gmail.com, siti_diah@polije.ac.id.

Abstrak

Biogas memiliki potensi yang signifikan sebagai sumber energi terbarukan untuk aplikasi industri dan domestik serta solusi efisien terhadap krisis energi global. Meningkatnya penggunaan bahan bakar fosil dan kekhawatiran lingkungan atas emisi gas rumah kaca dan perubahan iklim telah membangkitkan minat terhadap bio-gas sebagai sumber energi alternatif terbarukan. Biogas dapat dibuat dari biomassa yang berbeda seperti kotoran unggas, limbah tanaman pertanian, dan kotoran ternak dengan degradasi anaerobik yang terkendali. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perkembangan penelitian biogas di Kabupaten Sumenep yang diperoleh data Badan Pusat Statistik Indonesia (Sumenep) pada tahun 2022. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif. Metode kualitatif adalah penelitian yang menggunakan cara, langkah, dan prosedur yang lebih melibatkan data dan informasi yang diperoleh melalui responden sebagai subjek yang dapat mencurahkan jawaban dan perasaannya sendiri untuk mendapatkan gambaran umum yang holistik mengenai suatu hal yang diteliti. Data diperoleh dengan melakukan pencarian yang diperoleh dari database Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumenep. Kemudian data tersebut disaring berdasarkan jenis web maka diperoleh 5 web yang akan direview. Metode kualitatif ini menunjukkan data ternak di Kabupaten Sumenep.

Kata kunci: Potensi Biogas, Pemetaan QGIS, SIG

Pendahuluan

Limbah merupakan bahan organik atau anorganik yang tidak dimanfaatkan lagi, sehingga dapat menimbulkan masalah serius bagi lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Limbah dapat berasal dari berbagai sumber hasil buangan dari suatu proses produksi salah satunya limbah peternakan. Limbah tersebut dapat berasal dari rumah potong hewan, pengolahan produksi ternak. Limbah ini dapat berupa limbah padat, cair, dan gas yang apabila tidak ditangani dengan baik akan berdampak buruk pada lingkungan (Adityawarman et al, 2015).

Sebagai contoh, limbah kotoran sapi yang jumlahnya dapat mencapai lebih dari 10 kg per hari menyebabkan penumpukan limbah tersebut di tempat pembuangan setiap

harinya. Hal ini tentu saja akan memperburuk kondisi kandang sapi, baik dari segi bau yang mengganggu, kualitas kotoran yang terus meningkat, maupun kebutuhan pengelola untuk menyediakan ruang yang lebih besar guna menampung limbah yang terus bertambah. Tumpukan limbah kotoran ternak sapi yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tumpukan Limbah Kotoran

Sapi. [1]

Meningkatnya jumlah limbah kotoran sapi disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya: kurangnya pemahaman dan kepedulian masyarakat terhadap kelestarian lingkungan, minimnya sosialisasi yang dilakukan oleh dinas terkait mengenai pemanfaatan limbah kotoran sapi sebagai bahan baku biogas, serta belum maksimalnya pemanfaatan limbah kotoran sapi yang dihasilkan. Padahal, jumlah limbah kotoran yang melimpah ini sebenarnya dapat dimanfaatkan menjadi energi alternatif yang ramah lingkungan.

Beberapa tahun terakhir, energi telah menjadi persoalan krusial di dunia. Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk, menipisnya cadangan minyak dunia, serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil, memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan (Sunaryo, 2014). Saat ini, banyak negara maju yang meningkatkan penggunaan biogas yang dihasilkan, baik dari limbah cair maupun padat, atau yang diperoleh melalui sistem pengolahan biologi mekanis di tempat pengolahan limbah.

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan melalui fermentasi anaerobik bahan-bahan organik, seperti limbah pertanian, kotoran ternak, dan sampah rumah tangga. Proses ini berlangsung tanpa adanya oksigen, di mana mikroorganisme mengurai bahan organik menjadi metana dan karbon dioksida. Metana, sebagai komponen utama, berfungsi sebagai bahan bakar yang efisien, sementara karbon dioksida dan sejumlah kecil gas lainnya merupakan produk samping. Pemanfaatan biogas tidak hanya membantu dalam pengelolaan limbah organik dan mengurangi emisi gas rumah kaca, tetapi juga menghasilkan pupuk organik yang bermanfaat bagi sektor pertanian (FAO, 2009).

Metode Penelitian

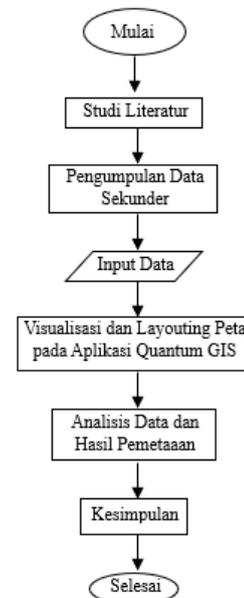
Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui survei sekunder, yaitu dengan memanfaatkan data

yang didapatkan melalui *website* BPS Kabupaten Sumenep, dimana data sekunder yang dihasilkan diolah dan difokuskan pada aspek kartografi dan analisa spasial peta-peta untuk menghasilkan gambaran potensi biogas di tiap kecamatan.

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, metode pengumpulan data yang digunakan adalah studi pustaka. Peneliti mencari data terkait jumlah sapi dan luas wilayah yang diperoleh dari situs web Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumenep tahun 2022, sebagai kebutuhan analisis hasil pemetaan potensi biogas.

3.2 Kerangka Berpikir



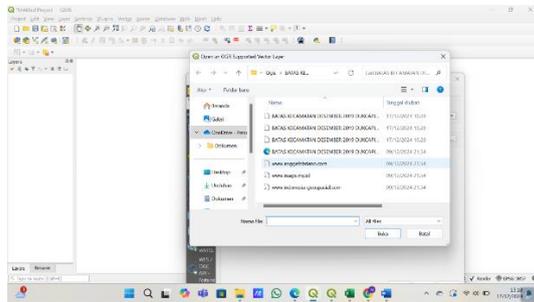
Gambar 2. *Flowchart* Kerangka Berpikir. Berikut uraian alur pemetaan data dalam penelitian ini:

1. Studi literatur terkait pemanfaatan kotoran sapi menjadi biogas.
2. Mencari data jumlah sapi di Kabupaten Sumenep:
<https://sumenepkab.bps.go.id/id/statistis-table/1/MTE3IzE%253D/data-populasi-ternak-sapi-kerbau-kuda-kambing-dan-domba-kabupaten-sumenep-tahun-2022.html>.
3. Siapkan pula data luas wilayah Kabupaten Sumenep yang dibutuhkan

dalam melakukan analisis hasil pemetaan:

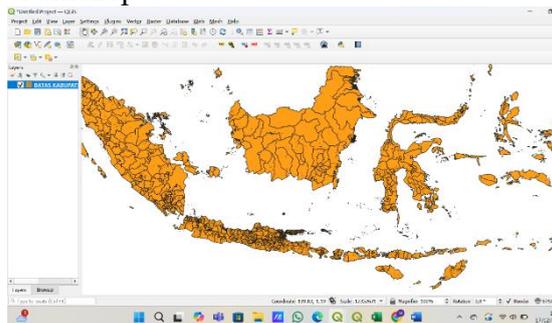
<https://sumenepkab.bps.go.id/id/statistik-table/3/VUZwV01tSlpPVIpsWIRKbmMxcFhhSGhEVjFoUFFUMdkjMw==/luas-daerah-dan-jumlah-pulau-menurut-kecamatan-di-kabupaten-sumenep.html?year=2023>.

4. Buka aplikasi GIS 3.14 yang sudah diinstal. Buka file INDONESIA_KAB. Klik kanan pada Layer INDONESIA_KAB, kemudian pilih Filter, selanjutnya lakukan penyaringan data dengan menampilkan peta Kabupaten Sumenep, kemudian klik OK.



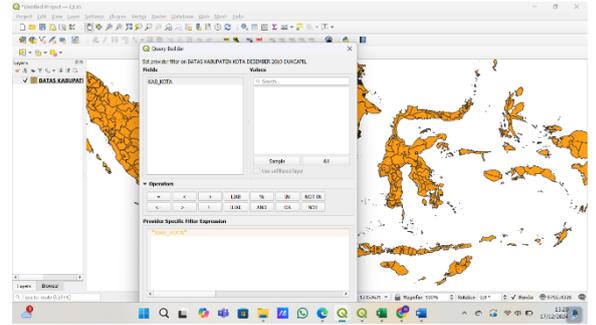
Gambar 3.

5. Klik kabupaten, lalu search di kolom value provinsi Kabupaten Sumenep, kemudian klik. Setelah itu pada kolom Provider sisipkan tanda „,=“ di tenggah-tengah “Kabupaten” dan “Sumenep”.



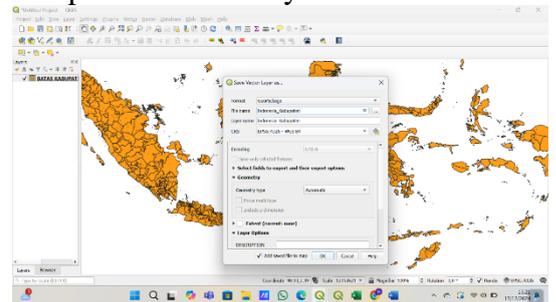
Gambar 4.

6. Ambil peta Kabupaten saja dengan klik kanan layer INDONESIA_KAB, kemudian pilih Export. Pilih Save Selected As. Isi File Name dan Layer Name “Indonesia_Kabupaten” , lalu klik OK untuk menyimpan.



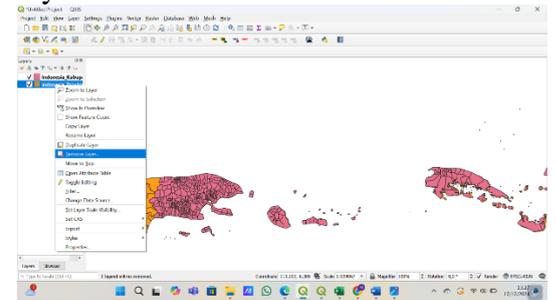
Gambar 5.

7. Dengan demikian maka akan muncul tampilan Peta Provinsi Jawa Timur. Setelah terbentuk layer Indonesia_Kabupaten, selanjutnya klik kanan pada layer INDONESIA_KAB dan pilih Remove Layer.



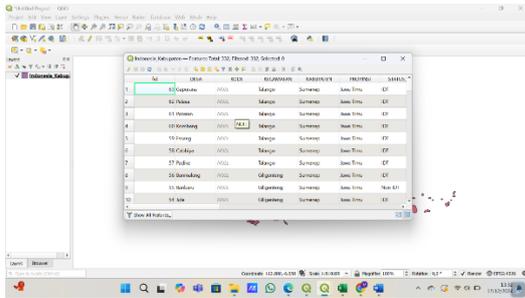
Gambar 6.

8. Untuk melangkah step berikutnya, atur Invalid features filtering menjadi Do not filter (better performance) pada menu option→setting. Klik kanan pada layer INDONESIA_KAB, lalu remove layer.



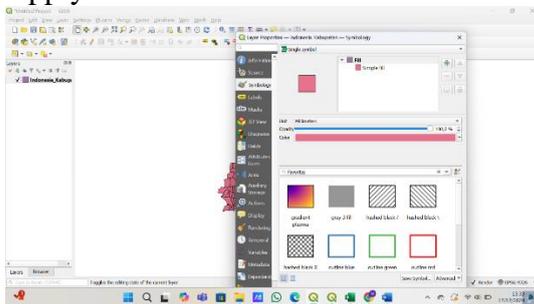
Gambar 7.

9. Remove layer “Indonesia_Kabupaten” yang lama. Untuk mengisi data pada peta, klik kanan >open attribute. Hapus kolom yang tidak dipakai, sisakan kolom “fid; ID; dan nama Kabupaten”. Setelah itu sesuaikan dengan data yang ingin ditambahkan. Disini kelompok kita menambahkan Data Potensi Biogas.



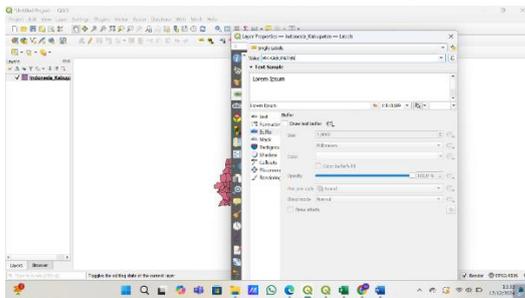
Gambar 8.

- Langkah selanjutnya, klik kanan layer “Indonesia_Kabupaten”, lalu pilih properties. Pada properties pilih Symbology→Categorized. Value→Kecamatan→pilih Color Ramp sesuai selera. Klik Classify, Apply dan klik OK



Gambar 9.

- Lakukan hal yang sama pada properties, kemudian klik labels. Ubah no labels menjadi single labels. Ubah value menjadi kabupaten. Kemudian klik Draw text buffer dan klik OK.



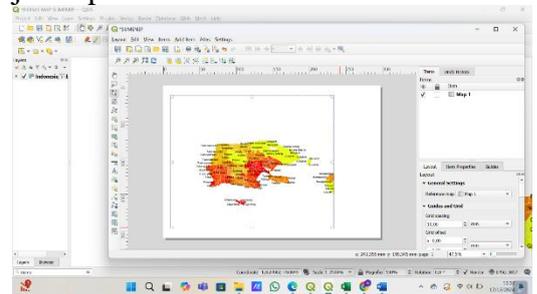
Gambar 10.

- Untuk mengkategorikan potensi biogas, klik kanan layer “Indonesia_Kabupaten”, lalu klik Properties→Symbology. Value→Potensi Biogas /ton. Klik Classify→edit value dan legend sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Kemudian klik OK.



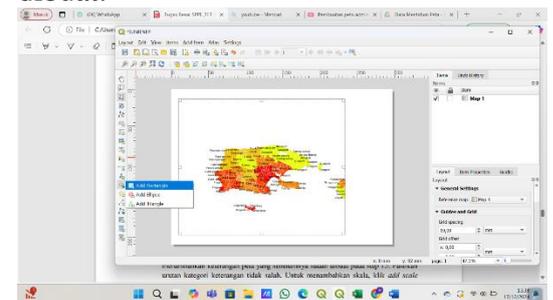
Gambar 11.

- Berikut hasil tampilan peta yang sudah diberi nama setiap kecamatannya, dan sudah terkategorikan sesuai potensi biogas tiap-tiap daerah. Klik Create Print Layout pada menu untuk melakukan layouting peta, lalu tulis judul peta.



Gambar 12.

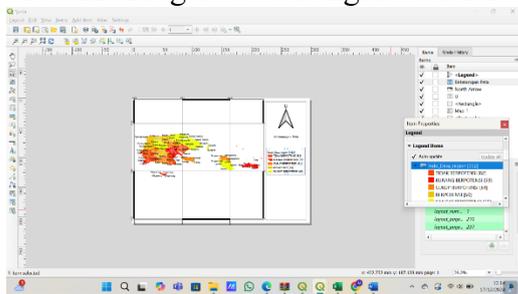
- Klik Add Item pada menu, klik add shape→rectangle, tempatkan di sebelah kanan untuk data keterangan peta. lalu klik add map pada menu add item juga, dan tempatkan peta di sebelah kiri dari kotak keterangan peta yang akan dibuat.



Gambar 13.

- Aktifkan fitur Grid pada peta. Buatlah rentang grid peta, dalam hal ini $X = 0,800$; dan $Y = 0,800$. Ubah Frame style menjadi model Zebra. Aktifkan Draw Coordinates, kemudian ubah pada bagian Left dan Right yang semula Horizontal menjadi Vertical Ascending. Bisa juga klik-move maps pada menu untuk menggeser peta supaya tampilannya lebih maksimal.

Klik add narrow untuk menambahkan mata angin. Add label untuk menambahkan tulisan U, S, T, B pada mata angin. Klik add legend untuk menambahkan keterangan peta yang sebelumnya sudah dibuat pada step 15. Pastikan urutan kategori keterangan tidak salah. Untuk menambahkan skala, klik add scale bar. Ubah style menjadi numeric, kemudian atur skala sampai semua wilayah Jawa Tengah terlihat. Lengkapi kotak keterangan peta dengan menambahkan label nama kelompok dan logo Polije. Untuk menyimpan peta, klik layout lalu export as PDF. tentukan dimana file akan disimpan lalu klik OK. Dan pembuatan Peta “Potensi Biogas Jawa Tengah” selesai.



Gambar 14.

Hasil dan Pembahasan

Analisis potensi kotoran sapi sebagai bahan baku biogas dengan data yang diperoleh berdasarkan parameter-parameter dan persamaan yang digunakan, sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter-Parameter Teknis [1]

Jenis Hewan	Massa Kotoran (kg/hari)	Kandungan Bahan Kering (%)	Produksi Biogas ($m^3/kg.BK$)
Sapi	25	20	0,040

1. Menghitung Jumlah Produksi Kotoran Sapi Untuk menghitung jumlah produksi kotoran sapi per hari, dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Produksi Kotoran} = n \times \text{Kotoran Sapi Per Hari} \quad (1)$$

Dimana, n adalah jumlah sapi (ekor).

2. Menghitung Total Kandungan Bahan

Kering

Untuk menentukan jumlah total kandungan bahan kering adalah menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Total KBK} = \text{Produksi Kotoran Ternak} \times \text{KBK Ternak} \quad (2)$$

Dimana, KBK adalah kandungan bahan kering (kg.Bk).

3. Menghitung Potensi Biogas

Untuk mendapatkan jumlah potensi biogas kotoran sapi, dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Potensi Bg} = \text{Produksi Kotoran} \times \text{KBK} \times \text{Bg Ternak} \quad (3)$$

Dimana, Potensi Bg adalah potensi biogas ($m^3/hari$) dan Bg Ternak adalah biogas yang dihasilkan ternak ($\frac{m^3}{kg} \cdot BK$).

4. Klasifikasi Potensi Biogas

Dari semua data yang telah diperoleh, data diklasifikasikan dengan pendekatan statistik metode kuartil. Berikut adalah persamaan kuartil data tunggal:

$$Q1 = \frac{n+1}{4}$$

$$Q3 = 3 \frac{n+1}{4}$$

(4)

Dimana, Q1 adalah kuartil 1 (bawah), Q3 adalah kuartil 3 (atas), dan n adalah jumlah banyak data (Kecamatan).

Data potensi biogas yang masuk kuartil bawah diklasifikasikan berpotensi rendah, sedangkan potensi biogas yang berada di kuartil atas diklasifikasikan berpotensi tinggi, dan yang berada di antara kedua kuartil diklasifikasikan berpotensi sedang.

5. Konversi ke Listrik

Per 1 m^3 biogas dapat menghasilkan energi sampai dengan 1,2 kWh (Ristoferson dan Bolkaders, 1991).

Berdasarkan pendapat lain menyatakan bahwasanya biogas dalam $1m^3$ dapat dikonversikan untuk memenuhi kebutuhan listrik sekitar 4,7 kWh energi listrik (Suhendra,2008,Hanif 2010). Sehingga untuk menghitung potensi biogas menjadi kWh dapat dihitung

menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Listrik yang dibangkitkan} = 1,2 \text{ kWh} \times \text{Potensi Biogas} \quad (5)$$

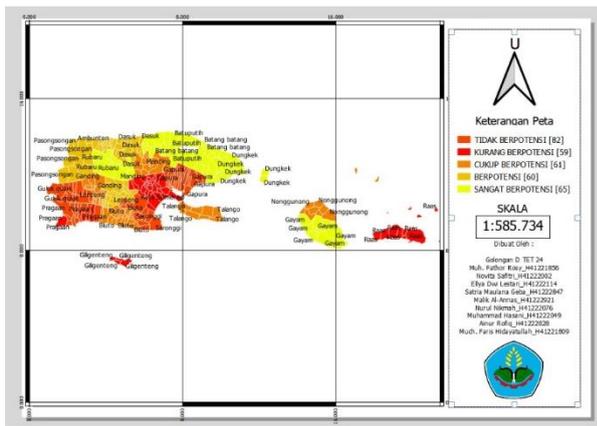
Setelah menghitung potensi biogas di tiap Kecamatan dan mengelompokkannya berdasarkan kuartil, dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Potensi dan Klasifikasi Biogas dari Limbah Kotoran Sapi di Kabupaten Sumenep

Kecamatan	Total Sapi	Kotoran Sapi	Potensi Biogas (m ³ /hari)	Konversi ke Listrik (kWh/hari)	Klasifikasi
Pragaan	8550	213750	171.000	205.200 kWh/hari	Tinggi
Bruto	17718	442950	354.360	425.232 kWh/hari	Tinggi
Saronggi	14038	350950	280.760	336.912 kWh/hari	Tinggi
Giligenteng	8023	200575	160.460	192.552 kWh/hari	Tinggi
Talango	16454	411350	329.080	394.896 kWh/hari	Tinggi
Kalianget	1368	34200	27.360	32.832 kWh/hari	Tinggi
Kota Sumenep	3402	102060	81.648	97.977,6 kWh/hari	Tinggi
Batuan	2512	62800	50.240	60.288 kWh/hari	Tinggi
Lenteng	19102	477550	382.040	458.448 kWh/hari	Tinggi
Ganding	15928	398200	318.560	382.272 kWh/hari	Tinggi
Guluk Guluk	14405	360125	288.100	345.720 kWh/hari	Tinggi
Pasongsongan	19686	492150	393.720	472.464 kWh/hari	Tinggi
Ambunten	17902	447550	358.040	429.648 kWh/hari	Tinggi
Rubaru	22384	559600	447.680	537.216 kWh/hari	Tinggi
Dasuk	18498	462450	369.960	443952 kWh/hari	Tinggi
Manding	15607	390175	312.140	374.568 kWh/hari	Tinggi
Batuputih	29058	726450	581.160	697.392 kWh/hari	Tinggi
Gapura	12722	318050	254.440	30.528 kWh/hari	Tinggi
Batang Batang	23030	575750	460.600	552.720 kWh/hari	Tinggi
Dungkek	22710	567750	454.200	545.040 kWh/hari	Tinggi
Nonggunong	15461	386525	309.220	371.064 kWh/hari	Tinggi
Gayam	22070	551750	441.400	529.680 kWh/hari	Tinggi
Ra'as	7598	189950	151.960	182.352 kWh/hari	Tinggi
Sapeken	4659	116475	93.180	111.816 kWh/hari	Tinggi
Arjasa	13512	337800	270.240	324.288 kWh/hari	Tinggi
Kangayan	7154	178850	143.080	171.696 kWh/hari	Tinggi
Masalembu	7553	188825	151.060	181.272 kWh/hari	Tinggi

Dari tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa populasi sapi merupakan salah satu faktor penentu utama dalam potensi produksi biogas dalam setiap Kecamatan. Semakin banyak populasi sapi di suatu Kecamatan, maka potensi produksi biogas yang dapat dihasilkan juga semakin besar. Data tabel 2 menunjukkan bahwa dari 27 Kecamatan yang ada di Sumenep termasuk dalam klasifikasi yang tinggi, yang artinya berpotensi tinggi dalam menghasilkan energi biogas.

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa limbah kotoran sapi di Kabupaten Sumenep memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan menjadi sumber energi alternatif, yaitu biogas. Dengan memanfaatkan biogas, tidak hanya dapat menghemat penggunaan energi fosil seperti LPG, tetapi juga dapat mengurangi dampak lingkungan akibat pembuangan limbah ternak sembarangan.



Gambar 15. Visualisasi Pemetaan Potensi Biogas di Kabupaten Sumenep.

Dengan adanya data diatas dan juga peng-aplikasian QGIS yang telah dibuat, potensi Biogas berasal dari peternakan sapi yang tersebar di Kabupaten Sumenep dengan total potensi Biogas di Kabupaten Sumenep sekitar 7.635.688 m³/hari dan setiap satu ekor sapi akan menghasilkan 5-7 kg kotoran per hari. Semakin banyak jumlah ternak yang terdapat pada wilayah tersebut, semakin tinggi pula potensi biogas yang dihasilkan. Cara pembuatan biogas yaitu dengan mencampurkan kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1:2 dimasukkan dalam digester anaerob hingga menghasilkan gas bio yang mengandung ±

60% metana yang nantinya dapat digunakan untuk alternatif pengganti tabung gas melon atau tabung gas elpiji. Berdasarkan dari data diatas maka total pasokan kotoran sapi yang dapat digunakan sebagai potensi biogas adalah 9196,6 biogas/ton, dengan total tersebut maka didapatkan jumlah persentase 3,08% sebagai EBT yang ada di Provinsi Jawa Tengah. Kota tertinggi yang memiliki potensi biogas/ton yaitu Kota Blora dengan jumlah 1,294.29 ton dan persentase 38% yang menghasilkan gas bio. Kota terendah yang berpotensi biogas/ton yaitu Kota Tegal dengan jumlah 0.50 ton dan persentase 1,4% yang menghasilkan gas bio.

Provinsi Sumenep secara geografi mempunyai luas wilayah 2.093,45 km² yang terdiri dari pemukiman dengan luas sekitar 179,32 km² mempunyai banyak populasi sapi setiap kecamatan yang berpotensi menjadi energi terbarukan yaitu biogas. Dimana, biogas lebih ramah akan lingkungan. Sehingga dapat dikatakan bahwa Provinsi Sumenep sangat berpotensi memanfaatkan biogas sebagai sumber energi terbarukan sebagai pengganti energi fosil yang semakin menipis.

Peta potensi biogas di Kabupaten Sumenep tersebut memberikan gambaran yang jelas tentang sebaran potensi energi terbarukan, khususnya energi biogas di seluruh wilayah Kabupaten Sumenep. Dalam peta menunjukkan bahwa potensi biogas di berbagai daerah sangat bervariasi, perbedaan ini disebabkan oleh jumlah populasi ternak sapi yang tidak merata. Potensi biogas tertinggi berada di Kecamatan Batuputih, Kecamatan ini tercatat mencapai 581.160 m³/hari. Angka ini mengindikasikan bahwa Kecamatan Batuputih memiliki sumber daya limbah ternak yan melimpah, terutama dari kotoran sapi yang dapat diolah menjadi energi biogas. Di sisi lain, Kecamatan Kalianget memiliki potensi biogas terendah, yaitu sebesar 27.360 m³/hari. Hal ini mengindikasikan bahwa populasi sapi di Kecamatan kalianget relatif kecil dibandingkan dengan Kecamatan yang lain.

Kesimpulan

Berdasarkan data survey yang didapatkan dari sebaran biogas di Kabupaten Sumenep, dapat disimpulkan:

1. Limbah kotoran sapi di Kabupaten Sumenep memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif berupa biogas. Analisis menunjukkan bahwa populasi sapi menjadi faktor utama yang memengaruhi potensi produksi biogas, dengan Kecamatan Batuputih memiliki potensi tertinggi sebesar 581.160 m³/hari dan Kecamatan Kalianget dengan potensi terendah sebesar 27.360 m³/hari. Seluruh kecamatan di Kabupaten Sumenep dikategorikan memiliki potensi tinggi dalam menghasilkan energi biogas.
2. Pemanfaatan biogas dari limbah kotoran sapi dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil seperti LPG dan membantu mengurangi dampak negatif lingkungan akibat pembuangan limbah ternak yang tidak terkelola.
3. Pengelolaan yang optimal, pengembangan biogas tidak hanya mendukung kebutuhan energi terbarukan tetapi juga menghasilkan pupuk organik yang bermanfaat bagi sektor pertanian, sehingga dapat menjaga kelestarian lingkungan dan memberikan solusi berkelanjutan untuk kebutuhan energi di Kabupaten Sumenep.

Saran

Untuk memaksimalkan potensi biogas di Kabupaten Sumenep, diperlukan penyuluhan dan pelatihan kepada masyarakat terkait manfaat dan teknik produksi biogas dari limbah kotoran sapi. Pemerintah daerah juga disarankan menyediakan dukungan infrastruktur dan teknologi yang memadai, serta menjalin kemitraan dengan lembaga keuangan untuk memberikan bantuan finansial kepada peternak. Selain itu, penguatan kebijakan lingkungan dan monitoring berkala sangat penting untuk memastikan program pengelolaan limbah ternak berjalan efektif dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- [1] Ardi Rizaldi, Mukhlis Ali, "Analisis Potensi Biogas Dari Limbah Kotoran

Sapi Di Kabupaten Dan Kota Sukabumi", Jurnal Perancangan, Manufaktur, Material, dan Energi (Jurnal PERMADI), Vol.6, No.2, 119-120, Mei 2024.

[2]

- [1] Didik Wijaya & Ander Parulian Hutasoit, "Tip dan Trik Macromedia Flash MX dengan Action Script", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2004.
- [2] Anonim, "Sistem Pemerintahan di Indonesia", Cetakan pertama, PT. Gunung Agung, Jakarta 1983.