

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil analisis dan juga pembahasan dari hasil analisis tersebut, sehingga nantinya diharapkan dapat memberikan usulan perbaikan berdasarkan hasil analisis permasalahan.

4.1 Gambaran Umum Kabupaten Malang

Kabupaten Malang adalah salah satu Kabupaten di Indonesia yang terletak di Propinsi Jawa Timur dan merupakan Kabupaten yang terluas kedua wilayahnya setelah Kabupaten Banyuwangi dari 38 Kabupaten/ Kota yang ada di Jawa Timur. Hal ini didukung dengan luas wilayahnya 3.534,86 km² atau sama dengan 353.486 ha dan jumlah penduduk sesuai Data Badan Pusat Statistik sebanyak 2.544.315 jiwa (tahun 2015) yang tersebar di 33 kecamatan, 378 Desa, 12 Kelurahan. Kabupaten Malang juga dikenal sebagai daerah yang kaya akan potensi diantaranya dari pertanian, perkebunan, tanaman obat keluarga dan lain sebagainya. Disamping itu juga dikenal dengan obyek-obyek wisatanya yang beraneka ragam.

Berikut adalah penjelasan mengenai karakteristik wilayah dan kependudukan yang dimiliki oleh Kabupaten Malang:

1. Geografis

Kabupaten Malang adalah salah satu kabupaten di Indonesia yang terletak di Propinsi Jawa Timur. Adapun Kabupaten Malang terletak pada 112°17` sampai 112°57` Bujur Timur dan 7°44` sampai 8°26` Lintang Selatan yang memiliki batas wilayah sebagai berikut:

- a. Sebelah Utara : Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Mojokerto.
- b. Sebelah Timur : Kabupaten Probolinggo dan Kabupaten Lumajang.
- c. Sebelah Selatan : Samudra Indonesia.
- d. Sebelah Barat : Kabupaten Blitar dan Kabupaten Kediri.

Adapun terdapat juga dikelilingi oleh beberapa Gunung seperti berikut:

- a. Gunung Arjuno dan Gunung Anjasmoro di sebelah Utara.
- b. Gunung Semeru dan Gunung Bromo di sebelah Timur.
- c. Gunung Kelud di sebelah Barat.

d. Pegunungan Kapur dan Gunung Kawi di sebelah Selatan.

Adapun luas wilayah Kabupaten Malang adalah berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian Dalam Negeri yaitu 3.530,65 km² dan jumlah penduduknya 2.764.969 jiwa pada tahun 2011 dan terbagi dalam 31 wilayah kecamatan, yaitu Kecamatan Ampelgading, Kecamatan Bantur, Kecamatan Bululawang, Kecamatan Dampit, Kecamatan Dau, Kecamatan Donomulyo, Kecamatan Gedangan, Kecamatan Gondanglegi, Kecamatan Jabung, Kecamatan Kalipare, Kecamatan Karangploso, Kecamatan Kasembon, Kecamatan Kepanjen (ibu kota Kabupaten), Kecamatan Kromengan, Kecamatan Lawang, Kecamatan Ngajum, Kecamatan Ngantang, Kecamatan Pagak, Kecamatan Pagelaran, Kecamatan Pakis, Kecamatan Pakisaji, Kecamatan Poncokusumo, Kecamatan Pujon, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kecamatan Singosari, Kecamatan Sumberpucung, Kecamatan Tajinan, Kecamatan Tirtoyudo, Kecamatan Tumpang, Kecamatan Turen, Kecamatan Wagir, Kecamatan Wajak dan Kecamatan Wonosari.

2. Iklim

Berdasarkan hasil pemantauan tiga pos pemantauan Stasiun Klimatologi Karangploso-Malang, pada Tahun 2009 suhu udara rata-rata relatif rendah, berkisar antara 22,1°C hingga 26,8°C. Kelembaban udara rata-rata berkisar antara 69,0 persen hingga 87,0 persen dan curah hujan rata-rata berkisar antara 4 mm hingga 727,0 mm. Curah hujan rata-rata terendah terjadi pada Bulan September, hasil pemantauan Pos Karangploso. Sedangkan rata-rata curah hujan tertinggi terjadi juga pada Bulan Oktober, hasil pemantauan Pos Lanud A.R Saleh.

3. Kependudukan

Menurut Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS), penduduk Kabupaten Malang tahun 2009 berjumlah 2.425.248 jiwa. Jumlah tersebut terdiri dari laki-laki 1.217.314 (50,19 persen) jiwa dan perempuan 1.207.934 (49,81 persen) jiwa. Berdasarkan komposisi umurnya maka penduduk Kabupaten Malang termasuk Penduduk *Intermediate*. Jika dilihat menurut umur *median* (umur yang membagi penduduk menjadi dua bagian dengan jumlah yang sama) maka penduduk Kabupaten Malang tergolong tua dengan umur *median* pada kelompok 30-34 tahun. Sementara umur *median intermediate* berada pada kisaran 20-30 tahun dan umur *median muda* adalah 20 tahun kebawah. Dengan komposisi umur produktif (15-64 tahun) sekitar 66,07 persen maka sumber daya manusia Kabupaten Malang cukup potensial dalam mendukung pembangunan daerah. Adapun pada tahun 2010, dari data Susenas

jumlah rumah tangga di Kabupaten Malang adalah 674.020 dengan jumlah penduduk 2.447.051 jiwa. Sementara itu jumlah penduduk pada tahun 2015 sesuai Data Pusat Statistik sebanyak 2.544.315 jiwa yang tersebar di 33 kecamatan, 378 Desa, 12 Kelurahan.

4. Perekonomian

Perekonomian di Kabupaten Malang didukung dari sektor pertanian. Kabupaten Malang, mayoritas penduduknya bekerja di sektor pertanian. Sektor pertanian merupakan sektor andalan dalam perekonomian Kabupaten Malang. Menurut Dinas Pertanian dan Perkebunan sebagian besar wilayah Kabupaten Malang merupakan lahan pertanian, yaitu sekitar 15,44 persen (49.522 hektar) merupakan lahan sawah, 31,11 persen (99.764 hektar) adalah tegal/ladang/kebun, 6,11 persen (19.578 hektar) adalah areal perkebunan dan 2,56 persen (6.404 hektar) adalah hutan. Adapun geliat perekonomian Kabupaten Malang pada tahun 2007 mampu tumbuh 6,09 persen, dan pada tahun 2008 menurun menjadi 5,76 persen. Pada tahun 2009 laju pertumbuhannya melemah kembali yaitu menjadi 5,16 persen. Pada tahun 2009 PDRB ADHB meningkat sebesar 10,80 persen dari tahun 2008. Dengan jumlah penduduk pertengahan tahun 2008 sebesar 2,425,311 jiwa sebagai faktor pembagi nilai PDRB diatas, maka dapat diketahui besarnya PDRB per kapita yaitu sebesar 10,399.851 rupiah. Jika dibanding dengan PDRB ADHB per kapita tahun 2008 yang sebesar 9,430.802 rupiah maka terjadi kenaikan sebesar 10,28 persen.

5. Peternakan

Pembangunan peternakan di Kabupaten Malang dilakukan dengan pendekatan kewilayahan atau kawasan pengembangan yang mengarah pada pembentukan klaster komoditas unggulan. Klaster komoditas unggulan tersebut merupakan suatu kawasan pengembangan yang saling terpadu mulai dari hulu sampai hilir dalam system pengembangan agribisnis peternakan. Klaster tersebut diarahkan pada kawasan sentra produksi peternakan di Kabupaten Malang, antara lain:

- a. Kawasan sentra produksi sapi perah di daerah Malang Barat meliputi (Kecamatan Dau, Ngajum, Wonosari, Wagir, Pujon dan Ngantang), di daerah Malang Timur meliputi (Kecamatan Jabung, Tumpang, Poncokusumo dan Wajak), dan di daerah Malang Tengah meliputi (Kecamatan Gondanglegi dan Bantur)
- b. Kawasan sentra produksi sapi potong di daerah Malang Selatan meliputi (Kecamatan Dampit, Sumbermanjing Wetan, Gedangan, Bantur, Donomulyo, Pagak dan Kalipare), di daerah Malang Tengah meliputi (Kecamatan Wajak,

Turen, Sumberpucung dan Kromengan) dan di daerah Malang Timur meliputi (Kecamatan Lawang, Singosari, Pakis, Tumpang dan Poncokusumo)

- c. Kawasan sentra produksi kambing di daerah Kecamatan Ampelgading, Tirtoyudo, Wajak, Kalipare, Pagak, Dampit dan Kromengan
- d. Kawasan sentra produksi ayam ras potong dan petelur pada daerah Kecamatan Pakis, Tumpang, Wajak, Ngajum, Sumberpucung, Wagir dan Bululawang.

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan proses mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi data seluruh kecamatan yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang, data jumlah populasi ternak yang terdapat di seluruh Kabupaten Malang tahun 2015, data jumlah kotoran sapi, babi, ayam yang dihasilkan per hari, data jumlah rumah tangga pada 33 kecamatan di wilayah Kabupaten Malang tahun 2015, data jumlah produksi gas dari kotoran sapi, babi, dan ayam, data rata-rata penggunaan bahan bakar lpg dalam satu rumah tangga di Kabupaten Malang dan data perbandingan biogas dengan bahan bakar lpg.

4.2.1 Kecamatan di Wilayah Kabupaten Malang.

Pada penelitian ini diberikan informasi mengenai kecamatan-kecamatan yang tersebar di seluruh wilayah Kabupaten Malang. Nantinya seluruh kecamatan yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang ini akan dikelompokkan menggunakan metode *clustering* dengan bantuan *software* SPSS. Setelah *cluster-cluster* terbentuk, akan dapat dilihat persebaran potensi biogas berdasarkan masing-masing kecamatan tersebut. Sehingga harapannya pada penelitian ini dapat memberikan informasi dan masukan kepada para pihak-pihak yang terkait dalam menentukan kecamatan mana sajakah yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang yang berpotensi menghasilkan biogas tinggi, sedang maupun rendah. Berikut ini merupakan tampilan peta Kabupaten Malang yang dapat disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta Kabupaten Malang

Berikut ini merupakan daftar nama kecamatan-kecamatan yang tersebar di Kabupaten Malang, dapat disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Daftar Nama Kecamatan-Kecamatan di Kabupaten Malang

Kecamatan		
1. Donomulyo	12. Turen	23. Tajinan
2. Kalipare	13. Bululawang	24. Tumpang
3. Pagak	14. Gondanglegi	25. Pakis
4. Bantur	15. Pagelaran	26. Jabung
5. Gedangan	16. Kepanjen	27. Lawang
6. Sumbermanjing	17. Sumberpucung	28. Singosari
7. Dampit	18. Kromengan	29. Karangploso
8. Tirtoyudo	19. Ngajum	30. Dau
9. Ampelgading	20. Wonosari	31. Pujon
10. Poncokusumo	21. Wagir	32. Ngantang
11. Wajak	22. Pakisaji	33. Kasembon

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang

4.2.2 Jumlah Populasi Ternak di Wilayah Kabupaten Malang.

Peternakan merupakan salah satu komponen utama dalam analisis pemanfaatan biogas sebagai sumber energi baru terbarukan. Teknologi biogas yang akan nantinya digunakan sebagai bahan bakar berasal dari olahan limbah peternakan. Tentunya semakin banyak jumlah populasi ternak maka akan semakin banyak pula limbah kotoran ternak yang akan dihasilkan. Populasi ternak di wilayah Kabupaten Malang sendiri memiliki

trend meningkat dari tahun ke tahun. Dari 33 kecamatan yang tersebar di wilayah Kabupaten Malang tentunya memiliki jumlah populasi ternak yang beragam.

Berdasarkan data sensus Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang, populasi ternak yang terdapat pada 33 kecamatan yang tersebar di wilayah Kabupaten Malang sangat bervariasi antara satu dengan yang lain. Pada tabel 1.3 dijelaskan jumlah populasi ternak per kecamatan di Kabupaten Malang pada tahun 2015.

4.2.3 Jumlah Kotoran Sapi, Babi, dan Ayam yang Dihasilkan Per Hari.

Indonesia dikenal sebagai negara agraris beriklim tropis yang memiliki sumber daya pertanian dan peternakan yang cukup besar. Sumber daya tersebut, selain digunakan untuk kebutuhan pangan sehari-hari juga dapat berpotensi sebagai sumber energi dengan cara memanfaatkan kotoran ternak tersebut menjadi biogas. Limbah kotoran ternak merupakan salah satu jenis limbah yang dihasilkan dalam kegiatan peternakan. Pemanfaatan limbah kotoran ternak merupakan salah satu alternatif yang sangat tepat untuk mengatasi naiknya harga pupuk anorganik dan kelangkaan bahan bakar minyak.

Pemanfaatan kotoran ternak sebagai sumber pupuk organik sangat mendukung usaha pertanian. Dari sekian banyak kotoran ternak yang dihasilkan oleh peternakan, kotoran-kotoran tersebut banyak yang belum dimanfaatkan secara optimal. Sebagian limbah kotoran tersebut terbuang begitu saja, sehingga sering merusak lingkungan yang berakibat menimbulkan bau yang tidak sedap. Satu ekor sapi rata-rata dapat menghasilkan 15-25 kg kotoran tiap harinya. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Wahyuni (2009), pada tabel 1.2 ditampilkan jumlah kotoran ternak yang dapat dihasilkan dalam waktu 1 hari.

4.2.4 Jumlah Rumah Tangga pada 33 Kecamatan di Wilayah Kabupaten Malang.

Perkembangan jumlah penduduk di suatu daerah akan berbanding lurus dengan kebutuhan akan energi di daerah tersebut. Namun hal tersebut berbanding terbalik dengan penyediaan sumber energi, semakin hari cadangan sumber energi tidak terbarukan yang selama ini menjadi bahan bakar utama semakin menipis setiap tahunnya. Semakin banyak jumlah penduduk yang berada di sebuah daerah, maka semakin banyak pula energi yang digunakan oleh daerah tersebut. Berdasarkan data sensus Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang, dalam tabel 4.2 disajikan jumlah rumah tangga pada 33 kecamatan di wilayah Kabupaten Malang pada tahun 2015.

Nantinya data jumlah rumah tangga ini akan digunakan untuk melihat seberapa besar kebutuhan gas dari masing-masing kecamatan yang tersebar di Kabupaten Malang

Tabel 4.2 Jumlah Rumah Tangga pada 33 kecamatan di wilayah Kabupaten Malang Tahun 2015

Kecamatan	Jumlah Rumah Tangga Tahun 2015
1. Donomulyo	18.502
2. Kalipare	18.008
3. Pagak	13.041
4. Bantur	19.773
5. Gedangan	14.739
6. Sumbermanjing	25.784
7. Dampit	32.481
8. Tirtoyudo	17.171
9. Ampelgading	15.471
10. Poncokusumo	25.022
11. Wajak	21.756
12. Turen	30.530
13. Bululawang	17.370
14. Gondanglegi	20.790
15. Pagelaran	17.795
16. Kepanjen	26.862
17. Sumberpucung	14.332
18. Kromengan	10.829
19. Ngajum	13.058
20. Wonosari	11.605
21. Wagir	20.083
22. Pakisaji	20.889
23. Tajinan	13.720
24. Tumpang	20.622
25. Pakis	36.067
26. Jabung	20.145
27. Lawang	26.505
28. Singosari	44.031
29. Karangploso	20.299
30. Dau	20.645
31. Pujon	17.536
32. Ngantang	15.970
33. Kasembon	8.539

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang

4.2.5 Jumlah Produksi Biogas dari Kotoran Sapi, Babi, dan Ayam.

Pada umumnya hampir semua jenis bahan organik dapat diolah dan dimanfaatkan menjadi sumber energi alternatif biogas, antara lain kotoran dan urin hewan ternak, kotoran manusia, sampah-sampah organik, dan lain sebagainya. Terkait dengan pengembangan biogas yang menggunakan limbah peternakan, maka bahan-bahan organik yang dapat digunakan bisa berasal dari kotoran sapi, kambing, ayam, babi, gajah, dan lainnya. Biogas mengandung beberapa gas dengan komposisi sebagaimana ditampilkan dalam tabel 2.2. Berdasarkan komposisi gas yang terdapat dalam biogas, terlihat bahwa gas metan (CH_4) merupakan gas yang memiliki kandungan paling tinggi dalam biogas. Gas metan inilah yang nantinya dimanfaatkan sebagai sumber energi. Metana (CH_4) merupakan suatu gas yang dapat menimbulkan efek rumah kaca yang menyebabkan terjadinya fenomena

pemanasan global. Gas metana memiliki dampak terjadinya efek rumah kaca 20 kali lebih tinggi dibandingkan gas karbon dioksida. Pengurangan gas metan secara lokal dengan memanfaatkannya sebagai energi alternatif biogas dapat berperan positif dalam upaya mengatasi persoalan lingkungan global, yaitu salah satunya efek rumah kaca yang berakibat pada perubahan iklim global di bumi dan juga pemanasan global.

Pada umumnya para peternak hanya menangani limbah kotoran ternak secara sederhana, yaitu membuat kotoran ternak menjadi pupuk kompos maupun menyebarkan limbah kotoran secara langsung pada lahan pertanian. Pemanfaatan kotoran ternak menjadi biogas diharapkan dapat memberikan nilai tambah pada usaha peternakan. Penggunaan biogas memiliki keuntungan ganda, yaitu gas metan yang dihasilkan dapat berfungsi sebagai sumber energi, sedangkan limbah padat dan limbah cair yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pupuk organik. Dalam tabel 2.3 disajikan jumlah produksi biogas dari masing-masing kotoran Sapi, Babi dan Ayam. Nantinya, jumlah produksi biogas dari masing-masing kotoran tersebut akan digunakan untuk menghitung jumlah potensi biogas pada 33 kecamatan di Kabupaten Malang.

4.2.6 Rata-rata Penggunaan Bahan Bakar LPG dalam Satu Rumah Tangga di Kabupaten Malang

Dapat diketahui bahwa bahan bakar elpiji (*Liquified Petroleum Gas*) secara ekonomis merupakan bahan bakar alternatif yang cukup menarik untuk dipergunakan sebagai pengganti bahan bakar bensin, minyak tanah, dan lainnya. Konsumsi bahan bakar lpg semakin meningkat, namun tidak diiringi dengan suplai bahan bakar lpg yang seimbang berakibat sering terjadi kelangkaan bahan bakar lpg. Akhirnya impor Negara Indonesia untuk memenuhi kebutuhan energi terutama bahan bakar lpg semakin meningkat.

Penggunaan bahan bakar lpg (*Liquified Petroleum Gas*) di wilayah kabupaten Malang adalah digunakan sebagai bahan bakar alat dapur (kompor gas). Menurut data survei Badan Pusat Statistik tahun 2015, rata-rata penggunaan bahan bakar elpiji (LPG) dalam satu rumah tangga dalam satu bulan di Kabupaten Malang sebesar 8,38 kg.

4.2.7 Perbandingan Biogas dengan Bahan Bakar LPG.

Elpiji, pelafalan bahasa Indonesia dari akronim bahasa Inggris yaitu LPG (*liquified petroleum gas*) adalah suatu gas minyak bumi yang telah dicairkan. Elpiji merupakan campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas tersebut berubah menjadi cair. Komponen dari

elpiji didominasi oleh propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). Elpiji juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C_2H_6) dan pentana (C_5H_{12}).

Dalam kondisi atmosfer, elpiji akan berbentuk gas. *Volume* elpiji dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama. Karena itu elpiji dipasarkan dalam bentuk cair dalam tabung-tabung logam bertekanan. Untuk memungkinkan terjadinya ekspansi panas dari cairan yang dikandungnya, tabung elpiji tidak diisi secara penuh, hanya sekitar 80-85% dari kapasitasnya.

Tekanan di mana elpiji berbentuk cair bervariasi tergantung komposisi dan temperature. Sebagai contoh, misalnya dibutuhkan tekanan sekitar 220 kPa (2.2 bar) bagi butana murni pada 20 °C (68° F) agar mencair, dan sekitar 2.2 MPa (22 bar) bagi propana murni pada 55° C (131° F). LPG terdiri terutama dari propana dan butana, sementara gas alam terdiri dari metana dan etana ringan. LPG, menguap pada tekanan atmosfer, memiliki nilai kalori yang lebih tinggi (94 MJ/m^3 setara dengan 26.1 kWh/m^3) dari gas alam (metana) (38 MJ/m^3 setara dengan 10.6 kWh/m^3), yang berarti bahwa LPG tidak bisa hanya diganti untuk gas alam. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Wahyuni (2009), dapat diketahui bahwa 1 m^3 biogas setara dengan 0,46 kg LPG.

4.3 Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan terhadap data yang sebelumnya telah dikumpulkan. Pengolahan data dibagi menjadi dua tahap, tahap yang pertama yaitu mencari jumlah potensi biogas pada 33 kecamatan di wilayah Kabupaten Malang, yang nantinya data tersebut akan diolah menggunakan bantuan *software spss* dan diinterpretasikan menggunakan *cartogram*. Tahap kedua adalah mencari jumlah kebutuhan gas di wilayah Kabupaten Malang yang nantinya akan dibandingkan dengan potensi biogas pada setiap *cluster*.

4.3.1 Jumlah Potensi Biogas di Wilayah Kabupaten Malang.

Semakin meningkatnya populasi jumlah ternak yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang, semakin banyak pula limbah kotoran ternak yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan energi alternatif biogas. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Wahyuni (2009), pada tabel 1.2 dijelaskan jumlah kotoran sapi, babi, dan ayam yang dapat dihasilkan dalam waktu 1 hari.

Setelah diketahui jumlah populasi ternak yang terdapat di 33 kecamatan yang tersebar di wilayah Kabupaten Malang yang dijelaskan pada tabel 1.3 dan jumlah kotoran

yang dihasilkan oleh hewan ternak per harinya yang dijelaskan pada tabel 1.2. Langkah selanjutnya adalah menghitung *volume* limbah kotoran ternak selama satu tahun dengan cara mengalikan jumlah populasi ternak dengan jumlah kotoran yang dihasilkan hewan ternak per hari dan jumlah hari dalam satu tahun. Misalnya untuk mendapatkan nilai *volume* limbah kotoran ternak sapi di kecamatan Donomulyo didapatkan dari = 10.906 (jumlah populasi) x 25 (jumlah kotoran sapi per hari) x 365 (jumlah hari dalam satu tahun) dan didapatkan hasil *volume* limbah kotoran sapi sebesar 99.517.250 kg. Perhitungan ini juga berlaku untuk semua jenis ternak pada setiap kecamatan di Kabupaten Malang, yang dapat disajikan dalam tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 *Volume* Limbah Kotoran Ternak Selama Satu Tahun

Kecamatan	Sapi	Babi	Ayam
	Dalam Kg		
1. Donomulyo	99.517.250	0	16.720.650
2. Kalipare	121.745.750	0	20.991.150
3. Pagak	83.256.500	0	13.041.450
4. Bantur	103.358.875	565.896	12.778.650
5. Gedangan	129.821.375	0	9.455.325
6. Sumbermanjing	87.171.125	569.867,2	3.263.100
7. Dampit	77.726.750	2.087.858	40.066.050
8. Tirtoyudo	20.339.625	152.891,2	1.806.750
9. Ampelgading	9.015.500	73.467,2	410.625
10. Poncokusumo	123.935.750	0	8.212.500
11. Wajak	144.859.375	0	12.975.750
12. Turen	81.604.875	0	34.361.100
13. Bululawang	20.175.375	0	60.454.950
14. Gondanglegi	54.978.125	0	13.096.200
15. Pagelaran	25.112.000	0	21.013.050
16. Kepanjen	12.163.625	2.482.000	7.719.750
17. Sumberpucung	36.271.875	165.797,6	6.679.500
18. Kromengan	17.273.625	5.053.352	5.475.000
19. Ngajum	55.680.750	0	27.484.500
20. Wonosari	24.382.000	0	8.354.850
21. Wagir	56.529.375	47.654,4	33.070.642,5
22. Pakisaji	2.1489.375	0	273.750
23. Tajinan	60.179.375	99.280	10.183.500
24. Tumpang	52.861.125	69.496	25.842.000
25. Pakis	74.323.125	0	9.515.550
26. Jabung	57.113.375	6.949,6	32.873.761,5
27. Lawang	62.561.000	0	14.235.000
28. Singosari	110.166.125	0	350.400
29. Karangploso	38.589.625	49.640	37.011.000
30. Dau	62.542.750	1.301.561	3.011.250
31. Pujon	3.285.000	7.942,4	657.000
32. Ngantang	2.701.000	0	3.832.500
33. Kasembon	11.762.125	0	9.252.750

Setelah limbah kotoran ternak tersebut telah diketahui, lalu dari masing-masing jumlah kotoran sapi, babi dan ayam pada tiap-tiap kecamatan yang masih dalam satuan kg dikonversi kedalam satuan m³ biogas. Nilai konversi yang digunakan menggunakan nilai tengah dari masing-masing jenis kotoran yang dapat dilihat pada tabel 2.3.

Pada tabel 4.4 berikut ini, ditampilkan hasil konversi dari limbah kotoran ternak (dalam Kg) untuk masing-masing jenis ternak ke dalam satuan biogas (m^3)

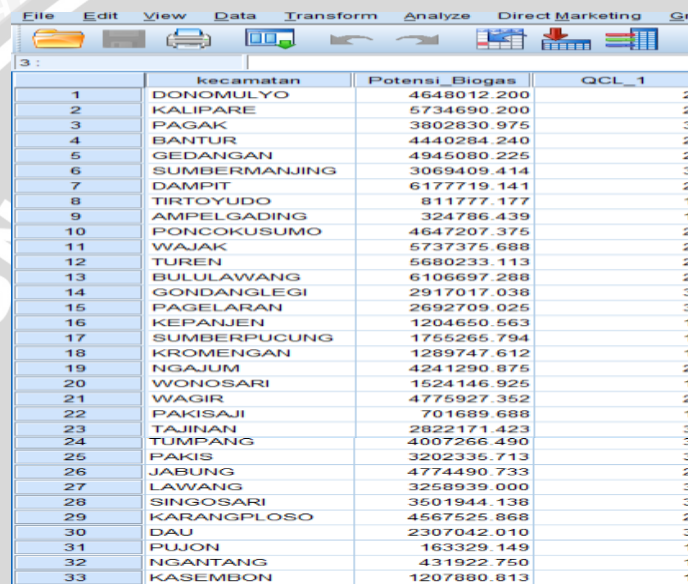
Tabel 4.4 Konversi Limbah Kotoran Ternak ke dalam Biogas (m^3)

Kecamatan	Kotoran Sapi (m^3)	Kotoran Babi (m^3)	Kotoran Ayam (m^3)	Jumlah Potensi Biogas (m^3)
1. Donomulyo	3.134.793,375	0	1.513.218,825	4.648.012,200
2. Kalipare	3.834.991,125	0	1.899.699,075	5.734.690,200
3. Pagak	2.622.579,750	0	1.180.251,225	3.802.830,975
4. Bantur	3.255.804,563	28.011,852	1.156.467,825	4.440.284,240
5. Gedangan	4.089.373,313	0	855.706,9125	4.945.080,225
6. Sumbermanjing	2.745.890,438	28.208,4264	295.310,55	3.069.409,414
7. Dampit	2.448.392,625	103.348,9908	3.625.977,525	6.177.719,141
8. Tirtoyudo	640.698,1875	7.568,1144	163.510,875	811.777,176
9. Ampelgading	283.988,250	3.636,6264	37.161,5625	324.786,438
10. Poncokusumo	3.903.976,125	0	743.231,25	4.647.207,375
11. Wajak	4.563.070,313	0	1.174.305,375	5.737.375,688
12. Turen	2.570.553,563	0	3.109.679,55	5.680.233,113
13. Bululawang	635.524,3125	0	5.471.172,975	6.106.697,288
14. Gondanglegi	1.731.810,938	0	1.185.206,1	2.917.017,038
15. Pagelaran	791.028	0	1.901.681,025	2.692.709,025
16. Kepanjen	383.154,1875	122.859	698.637,375	1.204.650,563
17. Sumberpucung	1.142.564,063	8.206,9812	604.494,75	1.755.265,794
18. Kromengan	544.119,1875	250.140,924	49.5487,5	1.289.747,612
19. Ngajum	1.753.943,625	0	2.487.347,25	4.241.290,875
20. Wonosari	768.033,000	0	756.113,925	1.524.146,925
21. Wagir	1.780.675,313	2.358,8928	2.992.893,146	4.775.927,352
22. Pakisaji	676.915,312	0	24.774,375	701.689,687
23. Tajinan	1.895.650,313	4.914,36	921.606,750	2.822.171,423
24. Tumpang	1.665.125,438	3.440,052	2.338.701,000	4.007.266,490
25. Pakis	2.341.178,438	0	861.157,275	3.202.335,713
26. Jabung	1.799.071,313	344,0052	2.975.075,416	4.774.490,733
27. Lawang	1.970.671,5	0	1.288.267,500	3.258.939,000
28. Singosari	3.470.232,938	0	31.711,200	3.501.944,138
29. Karangploso	1.215.573,188	2.457,18	3.349.495,500	4.567.525,868
30. Dau	1.970.096,625	64.427,2596	272.518,125	2.307.042,010
31. Pujon	103.477,5	393,1488	59.458,500	163.329,148
32. Ngantang	85.081,5	0	346.841,250	431.922,750
33. Kasembon	370.506,9375	0	837.373,875	1.207.880,813

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa beberapa kecamatan seperti kecamatan Dampit, kacamatan Bululawang, kecamatan Wajak, dan kecamatan Kalipare memiliki potensi biogas yang relatif besar dari kecamatan-kecamatan lain yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang, yang di antaranya kecamatan Dampit memiliki potensi biogas sebesar 6.177.719,141 m^3 biogas, kecamatan Bululawang memiliki potensi biogas sebesar 6.106.697,288 m^3 biogas, kecamatan Wajak memiliki potensi biogas sebesar 5.737.375,688 m^3 biogas dan kecamatan Kalipare memiliki potensi biogas sebesar 5.734.690,2 m^3 biogas. Selanjutnya data potensi biogas dari 33 kecamatan tersebut yang akan digunakan sebagai variabel yang akan diolah di *software* SPSS untuk melihat kecamatan mana saja yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang yang termasuk di dalam daerah yang berpotensi tinggi, sedang maupun rendah.

4.3.1.1 Proses Terbentuknya Cluster

Pada tahap ini, jumlah potensi biogas dari 33 kecamatan yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang digunakan sebagai variabel penelitian. Selanjutnya dilakukan pengolahan dengan menggunakan *software* SPSS untuk mendapatkan *cluster* yang akan digunakan sebagai dasar pemetaan potensi daerah penghasil biogas di wilayah Kabupaten Malang. Berikut pada gambar 4.2 merupakan tampilan pemetaan dari 33 kecamatan yang tersebar di wilayah Kabupaten Malang yang telah diolah dengan metode *clustering* Non-hierarki K-means. Tampilan QCL_1 menunjukkan nomor *cluster* dari keberadaan kecamatan.



	kecamatan	Potensi_Biogas	QCL_1
1	DONOMULYO	4648012.200	2
2	KALIPARE	5734690.200	2
3	PAGAK	3802830.975	3
4	BANTUR	4440284.240	2
5	GEDANGAN	4945080.225	2
6	SUMBERMANJING	3069409.414	3
7	DAMPIT	6177719.141	2
8	TIRTOYUDO	811777.177	1
9	AMPELGADING	324786.439	1
10	PONCOKUSUMO	4647207.375	2
11	WAJAK	5737375.688	2
12	TUREN	5680233.113	2
13	BULULAWANG	6106697.288	2
14	GONDANGLEGI	2917017.038	3
15	PAGELARAN	2692709.025	3
16	KEPANJEN	1204650.563	1
17	SUMBERPUCUNG	1755265.794	1
18	KROMENGAN	1289747.612	1
19	NGAJUM	4241290.875	2
20	WONOSARI	1524146.925	1
21	WAGIR	4775927.352	2
22	PAKISAJI	701689.688	1
23	TAJINAN	2822171.423	3
24	TUMPANG	4007266.490	3
25	PAKIS	3202335.713	3
26	JABUNG	4774490.733	2
27	LAWANG	3258939.000	3
28	SINGOSARI	3501944.138	3
29	KARANGPLOSO	4567525.868	2
30	DAU	2307042.010	3
31	PLUJON	163329.149	1
32	NGANTANG	431922.750	1
33	KASEMBON	1207880.813	1

Gambar 4.2 Tampilan *Clustering* Pemetaan Daerah Potensial Penghasil Biogas di wilayah Kabupaten Malang.

Interpretasi terhadap ketiga *cluster* yang terbentuk pada proses *clustering* dimulai dengan menganalisis variabel yang membedakan antara ketiga *cluster*. Analisis dilakukan dengan melihat nilai signifikansi pada tabel ANOVA berikut ini:

Tabel 4.5 Tabel ANOVA

ANOVA						
	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Square	df	Mean Square	Df		
ZPotensi_Biogas	14.474	2	.102	30	142.254	.000

The F tests should be used only for descriptive purposes because the *clusters* have been chosen to maximize the differences among cases in different *clusters*. The observed significance levels are not corrected for this and thus cannot be interpreted as tests of the hypothesis that the *cluster* means are equal.

Apabila nilai signifikansi > 0.05 , maka tidak ada perbedaan yang berarti antara *cluster* 1, *cluster* 2 dan *cluster* 3. Sedangkan apabila nilai signifikansi < 0.05 maka ada perbedaan yang berarti antara *cluster* 1, *cluster* 2 dan *cluster* 3, yang berhubungan dengan variabel tersebut.

Berdasarkan tabel ANOVA di atas, terlihat bahwa nilai Sig. untuk variabel potensi biogas lebih kecil dari 0.05. Hal ini menjelaskan bahwa ada perbedaan yang berarti antara *cluster* 1, *cluster* 2 dan *cluster* 3, yang berhubungan dengan variabel tersebut.

4.3.1.2 Penentuan Jumlah *Cluster* Terpilih

Adapun alasan pemilihan, penamaan *cluster* atau penarikan kesimpulan, sangat bersifat subyektif dan menyesuaikan pada tujuan penelitian yang diharapkan. Pada tabel 4.6 ditunjukkan banyaknya jumlah *cluster* yang terbentuk dan berapa banyak jumlah kecamatan yang terdapat pada masing-masing *cluster*. Semua data yang diolah menggunakan *software* spss bersifat valid.

Tabel 4.6 Tabel Jumlah *Cluster* dan Jumlah Anggota *Cluster*

Number of Cases in each <i>Cluster</i>	
1	10.000
<i>Cluster</i> 2	13.000
3	10.000
Valid	33.000
Missing	.000

Berdasarkan hasil pengolahan dengan bantuan *software* SPSS yang sudah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya, didapatkan hasil berupa pembagian kelompok kecamatan kedalam sejumlah *cluster* berdasarkan hubungan kedekatan atau kemiripan dari potensi biogas yang menjadi identitas dari tiap-tiap kecamatan. Pada Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa terbentuk tiga *cluster* yang terdiri atas 33 kecamatan yang tersebar di wilayah Kabupaten Malang. Adapun rincian anggota dari masing-masing *cluster* adalah terdapat 10 kecamatan pada *cluster* satu, 13 kecamatan pada *cluster* dua, dan yang terakhir terdapat 10 kecamatan pada *cluster* tiga. Berdasarkan hasil perhitungan dari jumlah potensi biogas di wilayah Kabupaten Malang yang ditampilkan pada tabel 4.4, didapatkan bahwa rata-rata potensi biogas dari 33 kecamatan yang ada di wilayah Kabupaten Malang, sebesar 3.256.769,589 m³ biogas. Tahap selanjutnya akan dilakukan pembahasan pada masing-masing *cluster* beserta analisis yang dapat diberikan.

4.3.1.2.1 *Cluster* Satu.

Anggota *cluster* satu terdiri dari 10 kecamatan yaitu kecamatan Sumberpucung, Wonosari, Kromengan, Kasembon, Kepanjen, Tirtoyudo, Pakisaji, Ngantang, Ampelgading, dan kecamatan Pujon. Ditampilkan peta persebaran kecamatan yang termasuk dalam *cluster* satu dan dapat dilihat pada lampiran 1.

Keterangan jumlah kecamatan berdasarkan potensi biogas pada *cluster* satu ditampilkan pada tabel 4.7 berikut ini:

Tabel 4.7 Jumlah Kecamatan Berdasarkan Potensi Biogas pada *Cluster* Satu

Kecamatan	Potensi Biogas (m ³)
Sumberpucung	1.755.265,794
Wonosari	1.524.146,925
Kromengan	1.289.747,612
Kasembon	1.207.880,813
Kepanjen	1.204.650,563
Tirtoyudo	811.777,177
Pakisaji	701.689,688
Ngantang	431.922,750
Ampelgading	324.786,439
Pujon	163.329,149

Potensi biogas yang terdapat pada *cluster* satu berada di bawah rata-rata potensi populasi kecamatan yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *cluster* satu merupakan daerah dengan potensi rendah.

4.3.1.2.2 Cluster Dua.

Anggota *cluster* dua terdiri dari 13 kecamatan yaitu kecamatan Dampit, Bululawang, Wajak, Kalipare, Turen, Gedangan, Wagir, Jabung, Donomulyo, Poncokusumo, Karangploso, Bantur, dan kecamatan Ngajum. Ditampilkan peta persebaran kecamatan yang termasuk dalam *cluster* dua dan dapat dilihat pada lampiran 2.

Keterangan jumlah kecamatan berdasarkan potensi biogas pada *cluster* dua ditampilkan pada tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4.8 Jumlah Kecamatan Berdasarkan Potensi Biogas pada *Cluster* Dua

Kecamatan	Potensi Biogas (m ³)
Dampit	6.177.719,141
Wajak	5.737.375,688
Kalipare	5.734.690,200
Turen	5.680.233,113
Gedangan	4.945.080,225
Wagir	4.775.927,352
Jabung	4.774.490,733
Donomulyo	4.648.012,200
Poncokusumo	4.647.207,375
Karangploso	4.567.525,868
Bantur	4.440.284,240
Ngajum	4.241.290,875

Potensi biogas yang terdapat pada *cluster* dua berada di atas rata-rata potensi populasi kecamatan yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *cluster* dua merupakan daerah dengan potensi tinggi.

4.3.1.2.3 Cluster Tiga.

Anggota *cluster* tiga terdiri dari 10 kecamatan yaitu kecamatan Tumpang, Pagak, Singosari, Lawang, Pakis, Sumbermanjing, Gondanglegi, Tajinan, Pagelaran, dan kecamatan Dau. Ditampilkan peta persebaran kecamatan yang termasuk dalam *cluster* satu dan dapat dilihat pada lampiran 3.

Keterangan jumlah kecamatan berdasarkan potensi biogas pada *cluster* tiga ditampilkan pada tabel 4.9 berikut ini:

Tabel 4.9 Jumlah Kecamatan Berdasarkan Potensi Biogas Gas pada *Cluster* Tiga

Kecamatan	Potensi Biogas (m ³)
Tumpang	4.007.266,490
Pagak	3.802.830,975
Singosari	3.501.944,138
Lawang	3.258.939,000
Pakis	3.202.335,713
Sumbermanjing	3.069.409,414
Gondanglegi	2.917.017,038
Tajinan	2.822.171,423
Pagelaran	2.692.709,025
Dau	2.307.042,010

Potensi biogas yang terdapat pada *cluster* tiga mendekati nilai rata-rata potensi dari populasi kecamatan yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *cluster* tiga merupakan daerah dengan potensi sedang.

4.3.2 Jumlah Kebutuhan Gas di Wilayah Kabupaten Malang

Dari 33 kecamatan yang tersebar diseluruh wilayah di Kabupaten Malang, masing-masing kecamatan memiliki jumlah kepala keluarga yang berbeda satu dengan yang lain. Tentunya, semakin banyak jumlah rumah tangga maka semakin besar pula kebutuhan akan bahan bakar gas (LPG) yang digunakan untuk keperluan seperti memasak dan berbagai kebutuhan lainnya. Menurut data survei Badan Pusat Statistik tahun 2015, rata-rata penggunaan bahan bakar lpg dalam satu rumah tangga di wilayah Kabupaten Malang yaitu sebesar 8,38 kg lpg dalam satu bulan. Kebutuhan bahan bakar lpg per tahun diperoleh dari jumlah rumah tangga dikalikan dengan rata-rata penggunaan lpg per bulan yang nantinya dikalikan jumlah bulan dalam satu tahun (12 bulan).

Berikut ini dalam tabel 4.10 disajikan jumlah rumah tangga pada tahun 2015 dan kebutuhan bahan bakar lpg per tahun yang terdapat di 33 kecamatan di wilayah Kabupaten Malang.

Tabel 4.10 Jumlah Rumah Tangga Tahun 2015 dan Kebutuhan Bahan Bakar Lpg per Tahun pada 33 kecamatan di Kabupaten Malang

Kecamatan	Jumlah Rumah Tangga Tahun 2015	Kebutuhan Bahan bakar lpg per Tahun (Kg)
1.Donomulyo	18.502	1.860.561,12
2. Kalipare	18.008	1.810.884,48
3. Pagak	13.041	1.311.402,96
4. Bantur	19.773	1.988.372,88
5. Gedangan	14.739	1.482.153,84
6. Sumbermanjing	25.784	2.592.839,04
7. Dampit	32.481	3.266.289,36
8. Tirtoyudo	17.171	1.726.715,76
9. Ampelgading	15.471	1.555.763,76
10. Poncokusumo	25.022	2.516.212,32
11. Wajak	21.756	2.187.783,36
12. Turen	30.530	3.070.096,80
13. Bululawang	17.370	1.746.727,20
14. Gondanglegi	20.790	2.090.642,40
15. Pagelaran	17.795	1.789.465,20
16. Kepanjen	26.862	2.701.242,72
17. Sumberpucung	14.332	1.441.225,92
18. Kromengan	10.829	1.088.964,24
19. Ngajum	13.058	1.313.112,48
20. Wonosari	11.605	1.166.998,80
21. Wagir	20.083	2.019.546,48
22. Pakisaji	20.889	2.100.597,84
23. Tajinan	13.720	1.379.683,20
24. Tumpang	20.622	2.073.748,32
25. Pakis	36.067	3.626.897,52
26. Jabung	20.145	2.025.781,20
27. Lawang	26.505	2.665.342,80
28. Singosari	44.031	4.427.757,36
29. Karangploso	20.299	2.041.267,44
30. Dau	20.645	2.076.061,20
31. Pujon	17.536	1.763.420,16
32. Ngantang	15.970	1.605.943,20
33. Kasembon	8.539	858.681,84

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang

Selanjutnya jumlah kebutuhan bahan bakar lpg per tahun yang masih dalam satuan kg diubah menjadi satuan m³ biogas. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Wahyuni (2009), dapat diketahui bahwa 1 m³ biogas setara dengan 0,46 kg LPG. Berikut dalam tabel 4.11 disajikan perbandingan kebutuhan bahan bakar lpg dalam satuan kg kedalam satuan m³ biogas untuk masing-masing kecamatan di wilayah Kabupaten Malang.

Tabel 4.11 Perbandingan Kebutuhan Bahan Bakar Lpg dalam satuan kg kedalam satuan m³ Biogas

Kecamatan	Kebutuhan Bahan bakar LPG (Kg)	(m ³ Biogas)
1.Donomulyo	1.860.561,12	4.044.698,087
2. Kalipare	1.810.884,48	3.936.705,391

Tabel 4.11 Perbandingan Kebutuhan Bahan Bakar Lpg dalam satuan kg kedalam satuan m³ Biogas (lanjutan)

Kecamatan	Kebutuhan Bahan bakar LPG (Kg)	(m ³ Biogas)
3. Pagak	1.311.402,96	2.850.876,000
4. Bantur	1.988.372,88	4.322.549,739
5. Gedangan	1.482.153,84	3.222.073,565
6. Sumbermanjing	2.592.839,04	5.636.606,609
7. Dampit	3.266.289,36	7.100.629,043
8. Tirtoyudo	1.726.715,76	3.753.729,913
9. Ampelgading	1.555.763,76	3.382.095,130
10. Poncokusumo	2.516.212,32	5.470.026,783
11. Wajak	2.187.783,36	4.756.050,783
12. Turen	3.070.096,80	6.674.123,478
13. Bululawang	1.746.727,20	3.797.233,043
14. Gondanglegi	2.090.642,40	4.544.874,783
15. Pagelaran	1.789.465,20	3.890.141,739
16. Kepanjen	2.701.242,72	5.872.266,783
17. Sumberpucung	1.441.225,92	3.133.099,826
18. Kromengan	1.088.964,24	2.367.313,565
19. Ngajum	1.313.112,48	2.854.592,348
20. Wonosari	1.166.998,80	2.536.953,913
21. Wagir	2.019.546,48	4.390.318,435
22. Pakisaji	2.100.597,84	4.566.517,043
23. Tajinan	1.379.683,20	2.999.311,304
24. Tumpang	2.073.748,32	4.508.148,522
25. Pakis	3.626.897,52	7.884.559,826
26. Jabung	2.025.781,20	4.403.872,174
27. Lawang	2.665.342,80	5.794.223,478
28. Singosari	4.427.757,36	9.625.559,478
29. Karangploso	2.041.267,44	4.437.537,913
30. Dau	2.076.061,20	4.513.176,522
31. Pujon	1.763.420,16	3.833.522,087
32. Ngantang	1.605.943,20	3.491.180,870
33. Kasembon	858.681,84	1.866.699,652

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa kebutuhan gas di beberapa kecamatan seperti kecamatan Singosari, Pakis, dan Dampit membutuhkan konsumsi biogas yang relatif besar dari kecamatan-kecamatan lain yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang. Dari tabel 4.9 dapat dilihat bahwa kebutuhan akan gas di kecamatan Singosari sebanyak 9.625.559,478 m³ biogas, pada kecamatan Pakis sebanyak 7.884.559,826 m³ biogas sedangkan pada kecamatan Dampit sebanyak 7.100.629,043 m³ biogas.

4.4 Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis dan pembahasan mendalam dari hasil pengolahan yang sudah dilakukan menggunakan bantuan *software* SPSS. Tahap selanjutnya yang dilakukan adalah dengan membandingkan potensi biogas dengan kebutuhan gas di masing-masing kecamatan pada setiap *cluster*. Tujuan dilakukannya perbandingan hasil setiap *cluster* dengan kebutuhan gas adalah untuk melihat seberapa besar potensi biogas yang

dimiliki pada masing-masing kecamatan terhadap kebutuhan gas pada masing-masing kecamatan di wilayah Kabupaten Malang. Berikut ini merupakan analisis perbandingan hasil tiap *cluster* yang terbentuk dengan kebutuhan gas pada masing-masing kecamatan di wilayah Kabupaten Malang.

1. Cluster Satu

Cluster satu terdiri dari kecamatan-kecamatan yang potensi biogasnya tergolong dalam *cluster* yang berpotensi rendah.

Dalam tabel 4.12 berikut, akan ditampilkan kecamatan-kecamatan yang termasuk dalam *cluster* satu serta berapa banyak jumlah kebutuhan gas yang digunakan pada tiap kecamatan di wilayah Kabupaten Malang.

Tabel 4.12 Perbandingan potensi Biogas dengan Kebutuhan Gas pada *Cluster* Satu

Kecamatan	Potensi Biogas (m ³ Biogas)	Kebutuhan Gas (m ³ Biogas)	Persentase Pemenuhan Kebutuhan Gas
Sumberpucung	1.755.265,794	3.133.099,826	56%
Wonosari	1.524.146,925	2.536.953,913	60%
Kromengan	1.289.747,612	2.367.313,565	54%
Kasembon	1.207.880,813	1.866.699,652	65%
Kepanjen	1.204.650,563	5.872.266,783	21%
Tirtoyudo	811.777,177	3.753.729,913	22%
Pakisaji	701.689,688	4.566.517,043	15%
Ngantang	431.922,750	3.491.180,870	12%
Ampelgading	324.786,439	3.382.095,130	10%
Pujon	163.329,149	3.833.522,087	4%

Dapat dilihat dari tabel diatas, bahwa anggota pada *cluster* satu berisikan kecamatan-kecamatan yang berpotensi rendah untuk menghasilkan energi alternatif biogas. Bila dibandingkan antara potensi biogas dengan kebutuhan gas, dapat diketahui bahwa persentase pemenuhan kebutuhan gas di masing-masing kecamatan pada *cluster* satu menunjukkan bahwa pada beberapa kecamatan seperti di kecamatan Sumberpucung potensi biogas dapat memenuhi 56% dari kebutuhan gas dikecamatan tersebut, di kecamatan Wonosari, potensi biogas dapat memenuhi 60% dari kebutuhan gas dikecamatan tersebut, di kecamatan Kromengan potensi biogas dapat memenuhi 54% dari kebutuhan gas dikecamatan tersebut dan di kecamatan Kasembon potensi biogas dapat memenuhi 65% dari kebutuhan gas dikecamatan tersebut. Kelima kecamatan tersebut menunjukkan persentase pemenuhan kebutuhan gas diatas 50%. Sedangkan pada kecamatan Kepanjen, kecamatan Tirtoyudo, kecamatan Pakisaji, kecamatan Ngantang, kecamatan Ampelgading dan kecamatan Pujon menunjukkan persentase pemenuhan kebutuhan gas dibawah 50%.

2. Cluster Dua

Anggota cluster dua terdiri dari kecamatan-kecamatan yang potensi biogasnya tergolong dalam *cluster* yang berpotensi tinggi. Dalam tabel 4.13 berikut, ditampilkan kecamatan-kecamatan yang termasuk dalam *cluster* dua serta berapa banyak jumlah kebutuhan gas yang digunakan pada tiap kecamatan di wilayah Kabupaten Malang.

Tabel 4.13 Perbandingan potensi Biogas dengan Kebutuhan Gas pada *Cluster* Dua

Kecamatan	Potensi Biogas (m ³ Biogas)	Kebutuhan Gas (m ³ Biogas)	Persentase Pemenuhan Kebutuhan Gas
Dampit	6.177.719,141	7.100.629,043	87%
Bululawang	6.106.697,288	3.797.233,043	161%
Wajak	5.737.375,688	4.756.050,783	121%
Kalipare	5.734.690,200	3.936.705,391	146%
Turen	5.680.233,113	6.674.123,478	85%
Gedangan	4.945.080,225	3.222.073,565	153%
Wagir	4.775.927,352	4.390.318,435	109%
Jabung	4.774.490,733	4.403.872,174	108%
Donomulyo	4.648.012,200	4.044.698,087	115%
Poncokusumo	4.647.207,375	5.470.026,783	85%
Karangploso	4.567.525,868	4.437.537,913	103%
Bantur	4.440.284,240	4.322.549,739	103%
Ngajum	4.241.290,875	2.854.592,348	149%

Dapat dilihat dari tabel diatas, bahwa anggota pada *cluster* dua berisikan kecamatan-kecamatan yang berpotensi tinggi untuk menghasilkan energi alternatif biogas. Bila dibandingkan antara potensi biogas dengan kebutuhan gas, dapat diketahui bahwa persentase pemenuhan kebutuhan gas hampir di semua kecamatan pada *cluster* dua menunjukkan angka yang relatif besar yaitu di atas 50%. Misalnya pada kecamatan Dampit, potensi biogas dapat memenuhi 87% dari kebutuhan gas di kecamatan tersebut. Sedangkan pada kecamatan Bululawang, potensi biogas yang dihasilkan dapat memenuhi 161% dari kebutuhan gas di kecamatan tersebut.

3. Cluster Tiga

Cluster tiga terdiri dari kecamatan-kecamatan yang potensi biogasnya tergolong dalam *cluster* yang berpotensi sedang. Dalam tabel 4.14 berikut, ditampilkan kecamatan-kecamatan yang termasuk dalam *cluster* tiga serta berapa banyak jumlah kebutuhan gas yang digunakan pada setiap kecamatan di wilayah Kabupaten Malang.

Tabel 4.14 Perbandingan potensi Biogas dengan Kebutuhan Gas pada *Cluster* Tiga

Kecamatan	Potensi Biogas (m ³ Biogas)	Kebutuhan Gas (m ³ Biogas)	Persentase Pemenuhan Kebutuhan Gas
Tumpang	4.007.266,490	4.508.148,522	89%
Pagak	3.802.830,975	2.850.876,000	133%
Singosari	3.501.944,138	9.625.559,478	36%
Lawang	3.258.939,000	5.794.223,478	56%
Pakis	3.202.335,713	7.884.559,826	41%
Sumbermanjing	3.069.409,414	5.636.606,609	54%

Tabel 4.14 Perbandingan potensi Biogas dengan Kebutuhan Gas pada *Cluster* Tiga (lanjutan)

Kecamatan	Potensi Biogas (m ³ Biogas)	Kebutuhan Gas (m ³ Biogas)	Persentase Pemenuhan Kebutuhan Gas
Gondanglegi	2.917.017,038	4.544.874,783	64%
Tajinan	2.822.171,423	2.999.311,304	94%
Pagelaran	2.692.709,025	3.890.141,739	69%
Dau	2.307.042,010	4.513.176,522	51%

Dapat dilihat dari tabel diatas, bahwa anggota pada *cluster* tiga berisikan kecamatan-kecamatan yang berpotensi sedang untuk menghasilkan energi alternatif biogas. Bila dibandingkan antara potensi biogas dengan kebutuhan gas, dapat diketahui bahwa persentase pemenuhan kebutuhan gas di masing-masing kecamatan pada *cluster* tiga, menunjukkan bahwa dua kecamatan seperti kecamatan Singosari, potensi biogas yang dihasilkan hanya dapat memenuhi 36% dari kebutuhan gas di kecamatan tersebut, sedangkan pada kecamatan Pakis, potensi biogas yang dihasilkan hanya dapat memenuhi 41% dari kebutuhan gas di kecamatan tersebut. Kedua kecamatan tersebut menunjukkan persentase pemenuhan kebutuhan gas dibawah 50%. Sedangkan sebagian kecamatan lain seperti kecamatan Tumpang, kecamatan Pagak, kecamatan Lawang, kecamatan Sumbermanjing, kecamatan Gondanglegi, kecamatan Tajinan, kecamatan Pagelaran dan juga kecamatan Dau menunjukkan persentase pemenuhan kebutuhan gas diatas 50%.

4.5 Rekomendasi

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, selanjutnya rekomendasi diberikan untuk menjadikan hasil penelitian ini lebih optimal.

Adapun rekomendasi yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pada *cluster* satu dapat diketahui bahwa terdapat 10 kecamatan yang termasuk dalam anggota *cluster* satu yaitu meliputi kecamatan Sumberpucung, Wonosari, Kromengan, Kasembon, Kepanjen, Tirtoyudo, Pakisaji, Ngantang, Ampelgading dan kecamatan Pujon. Potensi biogas yang terdapat pada *cluster* satu berada di bawah rata-rata potensi populasi kecamatan yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang. Sehingga dapat disimpulkan *cluster* satu merupakan daerah dengan potensi rendah untuk menghasilkan energi alternatif biogas. Bila dibandingkan antara potensi biogas dengan kebutuhan gas, dapat diketahui bahwa persentase pemenuhan kebutuhan gas di masing-masing kecamatan pada *cluster* satu menunjukkan beberapa kecamatan seperti di kecamatan Sumberpucung potensi biogas dapat memenuhi 56% dari kebutuhan gas dikecamatan tersebut, di kecamatan Wonosari, potensi biogas dapat

memenuhi 60% dari kebutuhan gas dikecamatan tersebut, di kecamatan Kromengan potensi biogas dapat memenuhi 54% dari kebutuhan gas dikecamatan tersebut dan di kecamatan Kasembon potensi biogas dapat memenuhi 65% dari kebutuhan gas dikecamatan tersebut. Kelima kecamatan tersebut menunjukkan persentase pemenuhan kebutuhan gas diatas 50%. Sedangkan pada kecamatan Kepanjen, kecamatan Tirtoyudo, kecamatan Pakisaji, kecamatan Ngantang, kecamatan Ampelgading dan kecamatan Pujon menunjukkan persentase pemenuhan kebutuhan gas dibawah 50%. Artinya, meskipun *cluster* satu berisikan kecamatan-kecamatan yang tergolong dalam *cluster* yang berpotensi rendah, akan tetapi pembangunan energi alternatif biogas di sebagian kecamatan tersebut dapat direkomendasikan bagi pihak-pihak terkait.

2. Pada *cluster* dua dapat terlihat bahwa terdapat 13 kecamatan yang termasuk dalam anggota *cluster* dua yaitu meliputi kecamatan Dampit, Bululawang, Wajak, kalipare, Turen, Gedangan, Wagir, Jabung, Donomulyo, Poncokusumo, Karangploso, Bantur, dan kecamatan Ngajum. Potensi biogas yang terdapat pada *cluster* dua berada di atas rata-rata potensi populasi kecamatan yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang. Sehingga dapat disimpulkan *cluster* dua merupakan daerah dengan potensi tinggi untuk menghasilkan energi alternatif biogas. Bila dibandingkan antara potensi biogas dengan kebutuhan gas, dapat diketahui bahwa persentase pemenuhan kebutuhan gas di masing-masing kecamatan pada *cluster* dua menunjukkan angka yang relatif besar yaitu di atas 80%, berkisar antara 85%-161%. Artinya di kecamatan-kecamatan pada *cluster* dua, sangat direkomendasikan dan diprioritaskan bagi pihak-pihak terkait untuk dibangun energi alternatif biogas karena dapat memenuhi setengah bahkan lebih ketergantungan masyarakat akan kebutuhan bahan bakar lpg.
3. Pada *cluster* tiga dapat dilihat bahwa terdapat 10 kecamatan yang termasuk dalam anggota *cluster* tiga yaitu meliputi kecamatan Tumpang, Pagak, Singosari, Lawang, Pakis, Sumbermanjing, Gondanglegi, Tajinan, Pagelaran, dan kecamatan Dau. Potensi biogas yang terdapat pada *cluster* tiga mendekati nilai rata-rata potensi dari populasi kecamatan yang terdapat di wilayah Kabupaten Malang. Sehingga dapat disimpulkan *cluster* tiga merupakan daerah dengan potensi sedang. Bila dibandingkan antara potensi biogas dengan kebutuhan gas, dapat diketahui bahwa persentase pemenuhan kebutuhan gas di masing-masing kecamatan pada *cluster* tiga, menunjukkan dua kecamatan seperti kecamatan Singosari, potensi biogas yang dihasilkan hanya dapat memenuhi 36% dari kebutuhan gas di kecamatan tersebut,

sedangkan pada kecamatan Pakis, potensi biogas yang dihasilkan hanya dapat memenuhi 41% dari kebutuhan gas di kecamatan tersebut. Kedua kecamatan tersebut menunjukkan persentase pemenuhan kebutuhan gas dibawah 50%. Sedangkan sebagian kecamatan lain seperti kecamatan Tumpang, kecamatan Pagak, kecamatan Lawang, kecamatan Sumbermanjing, kecamatan Gondanglegi, kecamatan Tajianan, kecamatan Pagelaran dan juga kecamatan Dau menunjukkan persentase pemenuhan kebutuhan gas diatas 50%. Artinya di kecamatan-kecamatan seperti kecamatan Tumpang, kecamatan Pagak, kecamatan Lawang, kecamatan Sumbermanjing, kecamatan Gondanglegi, kecamatan Tajianan, kecamatan Pagelaran dan juga kecamatan Dau yang terdapat pada *cluster* tiga, bisa dipertimbangkan bagi pihak-pihak terkait untuk dibangun energi alternatif biogas karena terdapat 8 kecamatan yang memiliki potensi biogas cukup besar untuk dapat memenuhi kebutuhan gas di masing-masing kecamatan tersebut.

