

# **SKRIPSI**

## **PEMILIHAN PASOKAN BAHAN BAKAR PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI BARU TERBARUKAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY C-MEANS* (FCM)**

**(Studi Kasus: Energi Baru Terbarukan)**

**Oleh:**

**Muhammad Ikhsan Syarif**

**065116018**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PAKUAN**

**BOGOR**

**2024**

# **SKRIPSI**

## **PEMILIHAN PASOKAN BAHAN BAKAR PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI BARU TERBARUKAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY C-MEANS* (FCM)**

**(Studi Kasus: Energi Baru Terbarukan)**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Komputer Jurusan Ilmu Komputer  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**Oleh:**

**Muhammad Ikhsan Syarif**

**065116018**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PAKUAN  
BOGOR  
2024**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, rahmat dan hidayah, sehingga penulis masih diberikan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar kesarjanaan. Walaupun jauh dari kata sempurna, namun penulis bangga telah sampai pada titik ini, yang akhirnya skripsi ini bisa selesai.

Skripsi atau Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

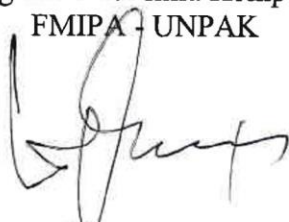
1. Orang tua tersayang Bapak Syarifuddin, S.Sos. dan Ibu Dr. Munarti, M.Si yang telah memberikan dukungan moril maupun materi serta doa yang tiada henti untuk kesuksesan saya, tiada kata seindah lantunan doa dan tiada doa yang paling khusus selain doa yang terucap dari orang tua. Ucapan terimakasih saja takkan pernah cukup untuk membalas kebaikan orang tua, karena itu terimalah persembahan bakti dan cinta ku untuk kalian bapak ibuku.
2. Ibu dan Bapak Dosen pembimbing (Prof. Dr. Sri Setyaningsih, M.Si, dan Dr. Hermawan Taheer), Dosen penguji dan pengajar yang selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun dan mengarahkan saya, memberikan bimbingan dan pelajaran yang tiada ternilai harganya, agar saya menjadi lebih baik. Terima kasih banyak Bapak dan Ibu Dosen.
3. Adik-adik saya, yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, senyum dan doanya untuk keberhasilan ini, cinta kalian memberikan kobaran semangat yang menggebu, terimakasih dan sayang ku untuk kalian.
4. Sahabat dan Teman Tersayang, berkat motivasi, dukungan dan bantuan kalian semua sehingga aku dapat sampai pada tahap ini. Terima kasih untuk canda tawa, tangis, dan perjuangan yang kita lewati bersama dan terimakasih untuk kenangan manis yang telah mengukir selama ini. Dengan perjuangan dan kebersamaan kita pasti bisa! Semangat!!

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pemilihan Pasokan Bahan Bakar Pembangkit Listrik Energi Baru  
Terbarukan Menggunakan Metode *Fuzzy C-Means* (FCM)  
Nama : Muhammad Ikhsan Syarif  
Npm : 065116018

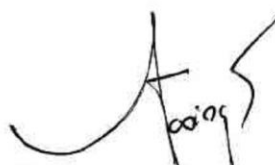
Mengesahkan,

Pembimbing Pendamping  
Program Studi Ilmu Komputer  
FMIPA - UNPAK



Dr. Ir. Hermawan Taheer

Pembimbing Utama  
Program Studi Ilmu Komputer  
FMIPA - UNPAK



Prof. Dr. Sri Setyaningsih, M.Si

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Program Studi Ilmu Komputer  
FMIPA - UNPAK



Arie Qur'ania, M.Kom

Dekan  
Program Studi Ilmu Komputer  
FMIPA - UNPAK



Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

Sejauh yang saya ketahui, karya tulis ini bukan merupakan karya tulis yang pernah dipublikasikan atau sudah pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian di mana sumber informasinya dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kelak dikemudian hari terdapat gugatan, penulis bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bogor, Mei 2024



Muhammad Ikhsan Syarif

**PERNYATAAN PELIMPAHAN SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI  
SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

---

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Ikhsan Syarif  
NPM : 065116018  
Judul Skripsi : Pemilihan Pasokan Bahan Bakar Pembangkit Listrik  
Energi Baru Terbaru Menggunakan Metode  
*Fuzzy C-Means (FCM)*

Dengan ini saya menyatakan bahwa Paten dan Hak Cipta dari produk Skripsi dan Tugas Akhir di atas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan Paten, hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pakuan.

Bogor, 4 Juni 2024



Muhammad Ikhsan Syarif  
NPM. 065116018

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Tellang-Soppeng, Sulawesi Selatan pada tanggal 25 Januari tahun 1999 dari pasangan Bapak Syarifuddin, S.Sos dan Ibu Dr. Munarti, M.Si sebagai anak pertama dari tiga bersaudara.

Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar yang bertempat di SDN 01 Dramaga Bogor, kemudian tahun 2010 masuk SLTP Taruna Andgha di Bogor dan Penulis adalah Alumni dari SMK Taruna Andigha Bogor.

Pada tahun 2016 penulis meneruskan pendidikan ke Universitas Pakuan Bogor, Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Pada bulan Juni tahun 2023 penulis menyelesaikan penelitian dengan judul Pemilihan Pasokan Bahan Bakar Pembangkit Listrik Energi Baru Terbarukan Menggunakan *Metode Fuzzy C-Means* (FCM).

## RINGKASAN

**Muhammad Ikhsan Syarif.** Pemilihan Pasokan Bahan Bakar Pembangkit Listrik Energi Baru Terbarukan Menggunakan Metode *Fuzzy C-Means (Selection of Fuel Supply for New Renewable Energy Using the Fuzzy C-Means Method)*. Dibawah bimbingan SRI SETYANINGSIH dan HERMAWAN TAHEER.

Energi mempunyai peran penting untuk meningkatkan kegiatan ekonomi di Indonesia. Biomassa memiliki potensi untuk menjadi salah satu sumber energi utama dimasa mendatang, dan modernisasi sistem bioenergi disarankan sebagai kontributor penting bagi pengembangan energi berkelanjutan di masa yang akan datang. Indonesia memiliki target penggunaan Energi Baru Terbarukan di bauran energi nasional sebesar 23% di tahun 2025 dan 31% di tahun 2050. Tujuan penelitian ini adalah berfokus kepada pengambilan keputusan pemilihan biomassa sebagai bahan bakar pembangkit listrik dengan *locus* pembangkit di daerah Depok.

Kegiatan dari penelitian ini diawali dengan melakukan proses *clustering* menggunakan metode *Fuzzy C-Means* untuk mengelompokan daerah-daerah pemasok bahan bakar yang ada Provinsi Jawa Barat dan Banten. Dari proses *clustering* diperoleh delapan kabupaten/kota yaitu, Kabupaten Bekasi, Kabupaten Bogor, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Karawang, Kabupaten Serang, Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Tangerang dan Kota Tangerang yang merupakan pemasok bahan bakar di Wilayah Propinsi Jawa Barat dan Banten. Pendekatan metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah *Knowledge Discovery and Data Mining* menggunakan *software* R.Studio, dengan beberapa tahapan yaitu *selection of database, data cleaning, data transformation, data mining process, pattern evaluation* dan *knowledge konsolidation*.

Berdasarkan hasil analisis data potensi biomassa di wilayah kajian Jawa Barat dan Banteng diperoleh tiga *cluster* berdasarkan pertimbangan jumlah produksi, jenis komoditas, nilai kalor, kesinambungan dan aspek ekonomi dalam produksi. Kabupaten yang masuk pada Cluster 1 yaitu Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Serang, Kabupaten Karawang dan Kabupaten Bekasi dengan 3 jenis biomassa yang dikategorikan sangat potensial yaitu Sabut Kelapa, Tempurung Kelapa dan Ampas Kelapa, sedangkan 2 Kabupaten lainnya yaitu Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Bogor hanya memiliki 2 jenis biomassa (tempurung kelapa dan ampas kelapa) yang masuk kategori sangat potensial. Kabupaten yang masuk cluster 2 dan merupakan kelompok data potensial yaitu hanya Kabupaten Bogor dengan 4 Komoditas yaitu Padi, Jagung, Kelapa dan Kopi. Kabupaten/Kota yang termasuk cluster 3 yaitu Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang, Kabupaten Bekasi, Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Serang, Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Karawang dengan 5 jenis biomassa yang dikategorikan tidak potensial yaitu jerami, sekam dan dedak, sabut kelapa dan cangkang kopi. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa cluster 1 merupakan kelompok data Sangat Potensial didominasi oleh biomassa dari komoditas kelapa, cluster 2 merupakan kelompok data Potensial didominasi oleh biomassa dari komoditas padi dan jagung sedangkan cluster 3 merupakan kelompok data Tidak Potensial didominasi oleh biomassa dari komoditas Padi.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul: “Pemilihan Bahan Bakar Pembangkit Listrik Energi Baru Terbarukan Menggunakan Metode *Fuzzy C-Means* (FCM)”. Dalam penulisan Hasil Penelitian, penulis dengan senang hati ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Arie Qur'ania, M. Kom. Ketua Program Studi Ilmu Komputer yang telah memberikan dorongan moril dan motivasi kepada penulis.
2. Prof. Dr. Sri Setyaningsih, M.Si., selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, semangat dan motivasi.
3. Dr. Hermawan Taheer., selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan, semangat dan motivasi.
4. Orangtua beserta keluarga yang selalu memberikan motivasi dan semangat.
5. Rumpi Squad, yang selalu membantu dan memberikan semangat dalam project tugas akhir ini.
6. Teman-teman live audio stream (*Aplikasi Live Audio Stream*) yang selalu memberi motivasi dan semangat.
7. Bicassual Team (B.I.C), yang selalu memberi semangat dalam project tugas akhir ini.
8. Selvia I. Simanjuntak, yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam mengerjakan project tugas akhir ini.

Menyadari keterbatasan waktu dan kemampuan dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan diterima dengan senang hati. Mudah-mudahan Allah SWT akan membalas semua kebaikan kepada semua pihak yang membantu. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamin.

Bogor, Mei 2023

Muhammad Ikhsan Syarif

## DAFTAR ISI

<b>COVER</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI</b> .....	<b>iv</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>v</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3 Ruang Lingkup Penelitian</b> .....	<b>1</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>2</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Tinjauan Pustaka</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1.1 Sistem Pendukung Keputusan</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1.2 Energi Baru dan Terbarukan</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1.3 Potensi Biomassa sebagai Sumber Energi Listrik</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1.4 FuzzyC-Means (FCM)</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.5 Algoritma FCM</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1.6 Data Mining</b> .....	<b>8</b>
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b>	
<b>3.1 Metodologi Penelitian</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1.1 Pengumpulan Data</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1.2 Pendekatan Metode</b> .....	<b>10</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2.1 Alat Penelitian</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2.2 Bahan Penelitian</b> .....	<b>11</b>
<b>BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI</b>	
<b>4.1 Proses Perencanaan</b> .....	<b>12</b>
<b>4.1.1 Tahap Selection</b> .....	<b>12</b>

4.1.2 Tahap Pembersihan dan Integrasi Data .....	12
4.2 Tahap Transformasi Data .....	12
4.3 Model/Metode yang Digunakan .....	14
4.3.1 Metode Fuzzy C-Means.....	15
4.3.2 Proses Implementasi.....	16
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
5.1 Hasil .....	18
5.2 Pembahasan.....	18
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1 Kesimpulan .....	23
6.2 Saran.....	23
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>24</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Tahap-Tahap Data Mining .....	10
<b>Gambar 2.</b> Flowchart Algoritma Fuzzy C Means .....	14
<b>Gambar 3.</b> Import data biomassa pada R Studio .....	16
<b>Gambar 4.</b> Diagram Tebar Matrik Berpasangan .....	16
<b>Gambar 5.</b> Matrks Korelasi .....	17
<b>Gambar 6.</b> Cluster Plot .....	17
<b>Gambar 7.</b> Sebaran Cluster .....	18
<b>Gambar 8.</b> Presentasi Data Cluster 1 .....	18
<b>Gambar 9.</b> Presentasi Data Cluster 2 .....	19
<b>Gambar 10.</b> Presentasi Data Cluster 3 .....	20
<b>Gambar 11.</b> Grafik Hasil Clusering .....	22

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Tabel Perbandingan Penelitian terdahulu.....	9
<b>Tabel 2.</b> Data pada Attribute Volume Biomassa .....	12
<b>Tabel 3.</b> Data pada Attribute Jenis Komoditas .....	13
<b>Tabel 4.</b> Data pada Attribute Biaya Angkut .....	13
<b>Tabel 5.</b> Data pada Attribute Harga Biomassa .....	13
<b>Tabel 6.</b> Data pada Nilai Kalor .....	13
<b>Tabel 7.</b> Data pada Attribute Kesenambungan .....	13
<b>Tabel 8.</b> Data pada Attribute Jarak .....	14
<b>Tabel 9.</b> Tabel Data biomasa .....	15
<b>Tabel 10.</b> Penggolongan Cluster Per Kabupaten .....	21

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Energi mempunyai peran penting untuk meningkatkan kegiatan ekonomi di Indonesia, oleh karena itu energi harus dikelola berdasarkan prinsip-prinsip pembangunan yang berkelanjutan. Dalam rangka memberikan masukan untuk pengelolaan energi yang baik, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) secara berkala melakukan penelitian yang berkaitan dengan perencanaan energi untuk jangka panjang dengan mempertimbangkan pengembangan energi baru terbarukan. Pada publikasi BPPT outlook Energi (BPPT-OEI) 2014 memberikan gambaran tentang masalah energi saat ini dan permintaan energi yang diproyeksikan dan penyediaan untuk periode 2012-2035. Tema spesifik untuk BPPT-OEI 2014 adalah pengembangan energi untuk mendukung program substitusi bahan bakar minyak (BBM) (Sugiyono, et al, 2014).

Saat ini, biomassa telah menjadi sumber energi paling penting di setiap wilayah dunia (Thran et al, 2010). Biomassa memiliki potensi untuk menjadi salah satu sumber energi utama dimasa mendatang, dan modernisasi sistem bioenergi disarankan sebagai kontributor penting bagi pengembangan energi berkelanjutan di masa depan, khususnya bagi pembangunan berkelanjutan di negara-negara industri maupun di negara-negara berkembang (Berndes et al, 2003). Sebagai akibatnya, akan terjadi mobilisasi penyediaan biomassa secara besar-besaran sebagai upaya pemenuhan kebutuhan energi di setiap wilayah (Welfe et al, 2014).

Kebijakan bauran energi daerah perlu dikembangkan dengan memperjelas strategi, sasaran penggunaan, jumlah pemanfaatan, dan pengelolaan energi tersebut dengan mempertimbangkan potensi, permintaan, infrastruktur, dan harga energi. Kebijakan Energi Nasional Indonesia, sebagaimana dijelaskan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 79 Tahun 2014 (PP RI No. 79/2014), menargetkan beberapa hal seperti tercapainya rasio elektrifikasi sebesar 85% pada tahun 2015 dan mendekati 100% pada tahun 2020 serta peran energi baru dan terbarukan dalam bauran energi primer yang mencapai 23% pada 2025 dan 31% pada 2050 (Pemerintah Republik Indonesia, 2014). Indonesia memiliki target penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT) di bauran energi nasional sebesar 23% di tahun 2025 dan 31% di tahun 2050. Target ini setara dengan 45,2 GW pembangkit listrik EBT di tahun 2025, sisanya merupakan kontribusi dari biofuel, biomassa, biogas, dan coal bed methane (IESR, 2017).

### **1.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan dalam penelitian ini adalah berfokus kepada pengambilan keputusan pemilihan biomasal sebagai bahan bakar pembangkit listrik dengan locus pembangkit di daerah Depok.

### **1.3. Ruang Lingkup Penelitian**

Untuk mencapai tujuan penelitian, maka perlu ruang lingkup dari penelitian yang akan dilakukan. Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah :

1. Biomassa diutamakan limbah pertanian dan industri hasil pertanian di antaranya:

- Pasca panen hasil pertanian (jerami padi, sekam, daun dan batang jagung, bonggol jagung, kulit kopi, pelepah dan batang sawit, pucuk dan daun tebu, dan lain-lain).
  - Pasca panen hasil hutan (tunggul, ranting, cabang kayu tanaman industri).
  - Limbah industri pengolahan hasil pertanian (bagasse dan blotong dari pabrik gula, sabut dan tempurung kelapa dari pengolahan kelapa, sekam dan bekatul dari penggilingan padi, serat dan cangkang kelapa sawit, tandan buah kosong kelapa sawit dari pabrik *Crude Palm Oil*).
  - Limbah industri pengolahan kayu (serbuk gergaji, sebetan, *log end*, serutan, dan lain-lain).
2. Kajian potensi bahan bakar yang dimaksud mencakup volume ketersediaan. Kesenambungan, lokasi untuk penentuan jarak, harga apabila ada nilai ekonominya, kualitas dan kondisi awalnya, untuk menentukan apakah perlu pengolahan awal, serta nilai kalor apabila memungkinkan.
  3. Lokasi locus pembangkit di daerah Depok.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian yang disusun ini adalah untuk menemukan semaksimal mungkin potensi sumberdaya Biomassa yang dapat digunakan sebagai bahan bakar, di daerah kajian dengan radius 100 km dari locus industri. Kajian potensi tersebut mempertimbangkan biaya pengadaan, termasuk transportasi, kesinambungan sediaan, mutu, pengolahan awal, dan aspek sosio ekonomi lainnya terkait pemanfaatan Biomassa limbah pertanian tersebut, Sasaran dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh gambaran sumber biomassa potensial sebagai bahan bakar industri yang dirancang pada lokus yang sesuai (Jawa Barat).
2. Identifikasi ketersediaan biomassa secara jumlah, kualitas, kesinambungan, dan keekonomiannya.
3. Identifikasi kondisi terkini mengenai keberadaan biomassa dan peluangnya di masa depan.
4. Identifikasi penyebaran biomassa dan jalur pengumpulannya ke pusat locus.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

##### **2.1.1. Sistem Pendukung Keputusan**

Sistem pendukung keputusan adalah sebuah sistem yang bertujuan untuk membantu manajer dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan permasalahan yang bersifat semi terstruktur. Permasalahan yang bersifat semi terstruktur adalah sebuah permasalahan rumit yang sulit dipecahkan dengan menggunakan perhitungan manual. Hal tersebut dikarenakan sistem pendukung keputusan dianggap lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan pengambilan keputusan yang dilakukan secara manual. Sistem pendukung keputusan dapat menganalisa permasalahan yang ada dan mendukung semua fase dalam pengambilan keputusan, seperti tahap intelijen, tahap perancangan, tahap pemilihan, dan tahap pengkajian. Waktu yang dibutuhkan sistem pendukung keputusan juga relatif lebih cepat dibandingkan dengan proses pengambilan keputusan yang dilakukan secara manual (*Putri & Rosa, 2016*).

Konsep sistem pendukung keputusan atau Decision Support System (DSS) dirancang untuk mendukung semua tahapan pengambilan keputusan mulai dari mengidentifikasi masalah, memilih data yang relevan dan menentukan pendekatan digunakan dalam proses pengambilan keputusan, untuk mengevaluasi pemilihan alternatif berdasarkan pengetahuan data yang ada. Beberapa keuntungan dari system pendukung keputusan (*Decision Support System*) (*Alyoubi, 2015*) adalah :

1. Sistem pendukung keputusan memperluas kemampuan pengambil keputusan dalam mengolah data / informasi untuk para pengguna.
2. Sistem Pendukung Keputusan membantu para pengambil keputusan untuk memecahkan berbagai masalah, khususnya yang masalah yang sangat kompleks dan tidak terstruktur.
3. Sistem Pendukung Keputusan dapat menghasilkan solusi dengan lebih cepat dan hasilnya dapat diandalkan.
4. Meskipun Sistem Pendukung Keputusan, mungkin tidak dapat menyelesaikan masalah yang dihadapi oleh pembuat keputusan tersebut, tetapi Sistem Pendukung Keputusan dapat menjadi stimulan bagi pengambil keputusan dalam memahami permasalahan yang terjadi karena mampu menghadirkan berbagai alternatif solusi.

Sistem Pendukung Keputusan merupakan Sistem berbasis komputer yang interaktif yang membantu pengambil keputusan dengan memanfaatkan data dan model untuk menyelesaikan masalah-masalah yang tak terstruktur. Ada yang mendefinisikan bahwa sistem pendukung keputusan merupakan suatu pendekatan untuk mendukung pengambilan keputusan. Sistem pendukung keputusan menggunakan data, memberikan antarmuka pengguna yang mudah, dan dapat menggabungkan pemikiran pengambil keputusan. Sistem pendukung keputusan ditujukan untuk mendukung penilaian manajer dan bukan untuk menggantikannya (*Nofriansyah & Defit, 2017*). Sistem pendukung keputusan hanya bertugas membantu manajer memecahkan permasalahan yang rumit, tetapi tidak mampu menggantikan keseluruhan tugas manajer dalam melakukan proses pengambilan keputusan. Sistem pendukung



keputusan juga dapat meningkatkan kemampuan pengambil keputusan dalam membuat keputusan yang lebih baik. (*Khairul et al. 2016*).

### **2.1.2. Energi baru dan Terbarukan**

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia, yang terus meningkat sejalan dengan tingkat kehidupan (*Kholiq, 2015*). Energi dibutuhkan bagi aktivitas manusia terutama untuk kegiatan perekonomian, rumah tangga, Industri, bisnis serta transportasi. Sebagian besar suplai energi di dunia berasal dari bahan bakar fosil yang merupakan sumber daya non terbarukan. Kebutuhan energi diperkirakan terus meningkat seiring perkembangan perekonomian dan penduduk Indonesia, sementara sumber cadangan minyak bumi dan batu bara jumlahnya semakin menipis. Produksi minyak bumi domestik yang dilaporkan pada tahun 2013 hanya 58% dari produksi tahun 2000, sedangkan diperiode yang sama impor minyak bumi sebesar 50 % (*Kuvarakul et al. 2015*). Begitupun kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat, untuk memenuhi kebutuhan energi listrik nasional, maka peran Energi Baru Terbaharukan (EBT) sangat diperlukan Energi Baru dan Energi Terbarukan (EBT) menjadi salah satu sumber alternatif penyediaan energi, karena selain memiliki dampak yang rendah terhadap kerusakan lingkungan, juga menjamin keberlanjutan energi hingga masa mendatang (*Setyono et al. 2019*).

Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, meliputi sumber energi surya, sumber energi air, sumber energi angin, sumber energi panas bumi, sumber energi gelombang laut, dan sumber energi biomassa. Potensi sumberdaya ini dapat dimanfaatkan untuk menciptakan akses energi secara merata dan bersih. Meski memiliki potensi energi terbarukan yang sangat besar dan beragam, pemanfaatannya masih minim, saat ini penggunaan energi bersih dan terbarukan di Indonesia baru mencapai kisaran 6% dari bauran energi nasional. Pengembangan energi baru terbarukan Indonesia masih tertinggal jika dibandingkan dengan negara-negara yang termasuk kedalam kelompok 20 negara (G20) yaitu Argentina, Australia, Brazil, Kanada, China, Uni Eropa, Prancis, Jerman, India, Indonesia, Italia, Jepang, Meksiko, Rusia, Arab Saudi, Afrika Selatan, Korea Selatan, Turki, Inggris, dan Amerika Serikat yang tengah melakukan transisi menuju ekonomi rendah karbon (*Saefulhak et al. 2017*).

Ketersediaan energi bersih dan terjangkau telah menjadi salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan 2030, dimana keberlanjutan energi menjadi isu global serta memerlukan komitmen pemerintah pusat maupun pemerintah lokal untuk turut melaksanakan tujuan tersebut. Pada tahun 2018, penggunaan energi baru dan energi terbarukan nasional baru mencapai 11,68% dan masih jauh dari yang ditargetkan. Untuk mencapai target tahun 2025 hingga 2050, pemerintah harus terus menggali potensi energi baru dan energi terbarukan di tingkat daerah serta terus melakukan investasi di sektor energi baru dan energi terbarukan (*Setyono et al. 2019*).

### **2.1.3. Potensi Biomassa sebagai Sumber Energi Listrik**

Penggunaan energi oleh manusia secara terus menerus membuat pasokan energi untuk kedepannya tidak akan tercukupi, khususnya pada penggunaan energi listrik dan minyak bumi. Konsumsi listrik nasional dalam kurun waktu tahun 2000-2012 terus mengalami peningkatan dengan laju pertumbuhan rata-rata 6,2% per tahun. Nilai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan tingkat konsumsi batu bara (9,9%) dan LPG (13,5%). Hal ini menyebabkan rasio elektrifikasi nasional masih berada pada

nilai 75,8% di tahun 2012. Jika dibandingkan dengan negara-negara ASEAN lain seperti Singapura 100%, Malaysia 99,4%, Filipina 89,7%, dan Vietnam 97,6% menunjukkan bahwa tingkat elektrifikasi Indonesia masih rendah (BPPT, 2014). Hal ini tentu perlu mendapat perhatian dari berbagai kalangan, khususnya pemerintah daerah, demi menanggulangi permasalahan kebutuhan listrik yang terus meningkat di masa mendatang. Untuk mengatasi permasalahan kebutuhan listrik yang terus meningkat, diperlukan upaya-upaya pemanfaatan berbagai sumber alternatif. Salah satunya adalah melalui pemanfaatan sisa hasil-hasil pertanian, perkebunan ataupun sisa hasil hutan berupa biomassa. (Thran, 2010).

Biomassa memiliki potensi untuk menjadi salah satu sumber energi utama dimasa mendatang, dan modernisasi sistem bioenergi disarankan sebagai kontributor penting bagi pengembangan energi berkelanjutan di masa depan, khususnya bagi pembangunan berkelanjutan di negara-negara industri maupun di negara-negara berkembang. Sebagai akibatnya, akan terjadi mobilisasi penyediaan biomassa secara besar-besaran sebagai upaya pemenuhan kebutuhan energi di setiap wilayah (Welfe et al. 2014).

Biomassa merupakan istilah untuk semua bahan organik yang berasal dari tanaman (termasuk alga, pohon dan tanaman). Pada dasarnya biomassa dapat dibedakan dalam tiga kelompok besar, yaitu biomassa kayu, biomassa bukan kayu, dan bahan-bakar sekunder. Sedangkan Biomass Energy Europe, membagi biomassa ke dalam empat kategori yaitu: (1) biomassa hutan dan limbah hutan, (2) tanaman energi, (3) limbah pertanian, dan (4) limbah organik (Biomass Energy Europe. 2010). Pemanfaatan potensi biomassa sebagai sumber energi listrik, telah mulai dikembangkan di beberapa negara di dunia. Seperti halnya di Negara Cina, dengan potensi biomassa yang tersedia, memungkinkan untuk menghasilkan energi listrik dengan kapasitas sebesar 30 GW (Xingang et al. 2013). Begitu pula halnya dengan di wilayah Uni Eropa, bahkan permintaan bahan baku biomass melebihi kemampuan pasokan yang dapat disediakan untuk kebutuhan pembangkit listrik (Bertrand et al. 2014).

Keberadaan energi biomassa sebagai salah sumber energi terbarukan memiliki peran dalam mendukung ketahanan energi nasional pada umumnya dan ketahanan energi daerah pada khususnya. Ketahanan energi secara umum memiliki empat indikator yaitu availability, accessibility, affordability, dan acceptability. Dari segi availability, sumber energi biomassa tersedia melimpah dan dapat diperbarui. Dari segi accessibility, sumber energi biomassa sangat mudah diperoleh dan sangat dekat dengan penduduk di pedesaan yang belum dijangkau oleh sumber energi fosil. Dari segi affordability, sumber energi biomassa memiliki kualitas yang bersaing, dibuktikan dengan banyaknya negara-negara Asia seperti India, Pakistan, dan Kamboja yang memanfaatkan biomassa sebagai sumber energi mereka. Dari segi acceptability, sumber energi biomassa sering dianggap sebagai limbah, sehingga tidak akan memberatkan bagi penduduk maupun pemerintah dalam hal penyediaan. Ke empat indikator ini terdapat pada energi biomassa (Nugroho, 2014).

#### **2.1.4. Fuzzy C-Means (FCM)**

Cluster analysis merupakan pembelajaran tanpa pengawasan. Clustering bekerja dengan menemukan struktur dalam koleksi data yang tidak di label dan mengelompokkannya ke dalam kelompok yang saling memiliki kesamaan (Madhulatha, 2012). Menurut (Agusta, 2015), clustering adalah proses

pengelompokan objek berdasarkan informasi yang diperoleh dari data yang menjelaskan hubungan antar objek dengan prinsip untuk memaksimalkan kesamaan antar anggota satu kelas dan meminimumkan kesamaan antar kelas atau cluster. Metode *Fuzzy C-Means* (FCM) adalah suatu teknik pengclusteran data yang mana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu cluster ditentukan oleh derajat keanggotaan. Teori himpunan fuzzy akan memberikan jawaban terhadap suatu permasalahan yang mengandung ketidakpastian. Salah satu bab dalam fuzzy adalah *fuzzy clustering*, fuzzy ini digunakan untuk mengklusterkan data. Dalam clustering ini dibagi menjadi empat metode, yaitu metode *Fuzzy Subtractive Clustering*, *Mountain*, *K-means* dan *C-Means*. *Fuzzy C-Means* (FCM) adalah suatu teknik pengklusteran data yang mana keberadaan tiap-tiap data dalam suatu cluster ditentukan oleh nilai keanggotaan (Kusumadewi, 2010).

Konsep dasar *Fuzzy Clustering* yang pertama kali adalah menentukan pusat cluster, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap cluster. Pada kondisi awal, pusat cluster ini masih belum akurat. Tiap-tiap titik data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap cluster. Dengan cara memperbaiki pusat cluster dan derajat keanggotaan tiap-tiap titik data secara berulang, maka akan dapat dilihat bahwa pusat cluster akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi objektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat cluster yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut. *Output* dari FCM merupakan deretan pusat cluster dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data (Sari, 2014).

Pengelompokan data menggunakan metode *Fuzzy C-Means* yaitu membangkitkan bilangan random sebagai matriks partisi awal, menghitung pusat klaster, menghitung fungsi objektif, dan menghitung perubahan tiap matriks partisinya. Iterasi berhenti jika kondisi telah terpenuhi, setelah itu didapatkan pusat klasternya. Masing-masing klaster akan diurutkan berdasarkan kedekatan elemen data terhadap pusat dari klaster tersebut untuk mendapatkan perangkingan. Klaster yang terbentuk dipengaruhi oleh input dari beberapa masukan pada proses *Fuzzy C-Means*, seperti jumlah iterasi, pangkat, dan *error* terkecil, tetapi tidak dipengaruhi oleh fungsi objektif dan iterasi awalnya (Ahmadi & Hartati, 2013).

Yohanes (2016), dalam penelitiannya berhasil menunjukkan bahwa *Fuzzy C-Means* lebih baik dalam hal komputasi untuk mengetahui derajat keanggotaannya masing-masing cluster dalam mengelompokkan data. Hasil pengelompokan untuk setiap data dan file Jumlah cluster di setiap algoritma berbeda-beda sesuai dengan kompleksitasnya. Beberapa pengembangan C-Means dilakukan dengan memodifikasi penggabungan clustering teknik antara GSA dan C-Means, dan diperoleh kesimpulan bahwa algoritma pencarian gravitasi (GSA) digabungkan menjadi FCM untuk menemukan pusat cluster yang optimal dengan meminimalkan fungsi tujuan FCM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pencarian gravitasi yang diusulkan Algoritma *Fuzzy C-Means* (GSA-FCM) dapat menunjukkan hasil yang lebih optimal dibandingkan Algoritma FCM. (Mulyanto et al. 2015). Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan *Fuzzy K-Means* dalam menentukan kegiatan operasional kementerian energy dan sumber daya mineral yang terbukti mampu menunjukkan aktivitas peringkat yang optimal (Awangga, 2019).

Pendekatan FCM pada dasarnya adalah mencatat nilai rata-rata untuk masing-masing koleksi, yang nantinya akan digunakan sebagai pusat cluster tempat file. Syarat utamanya adalah nilai center cluster masih belum akurat. Setiap data memiliki tingkat

partisipasi untuk setiap cluster, dengan menetapkan nilai sentral cluster dan keanggotaan setiap data secara teratur hingga menemukan nilai mendekati cluster pusat (Suganya & Shanthi, 2012).

### 2.1.5. Algoritma FCM

Algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM) merupakan salah satu teknik pengelompokan *fuzzy* yang paling populer karena efisien, dan mudah diimplementasikan. Namun, FCM sangat mudah terjebak pada kondisi local minimum. Gravitational search algorithm (GSA) merupakan salah satu metode heuristik yang efektif untuk menemukan solusi optimal terdekat. GSA digabungkan ke FCM untuk menemukan pusat klaster yang optimal dengan meminimalkan fungsi objektif FCM (Mulyanto & Wahono, 2015).

*Fuzzy C-Means Clustering (FCM)*, atau dikenal juga sebagai *fuzzy Isodata* merupakan salah satu metode clustering yang merupakan bagian dari metode *Hard K-Means*. FCM menggunakan model pengelompokan *fuzzy* sehingga data dapat menjadi anggota dari semua kelas atau *cluster* terbentuk dengan derajat atau tingkat keanggotaan yang berbeda antara 0 hingga 1. Tingkat keberadaan data dalam suatu kelas atau cluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Algoritma FCM juga memiliki karakteristik yang kuat untuk ambiguitas dan dapat menyimpan informasi lebih banyak daripada metode *Hard C-Means* (Zhang et al. 2011).

Algoritma yang digunakan pada metode Fuzzy C-means adalah sebagai berikut (Sari, 2014) :

1. Input data yang akan di-cluster,  $X$ , berupa matriks berukuran  $n \times m$  ( $n$  = jumlah sampel data,  $m$  = atribut setiap data).  $X_{ij}$  data sampel ke- $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), atribut ke- $j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ).
2. Tentukan :
  - Jumlah cluster =  $c$
  - Pangkat =  $w$
  - Maksimum iterasi =  $MaxIter$
  - Error terkecil yang diharapkan =  $\xi$
  - Fungsi objektif awal =  $P_0 = 0$
  - Iterasi awal =  $t = 1$
3. Bangkitkan bilangan random  $\mu_{ik}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $k = 1, 2, \dots, c$ ; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal  $U$ .

Hitung jumlah setiap kolom

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \text{ dengan } j = 1, 2, \dots, n$$

Hitung:

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \tag{1}$$

4. Hitung pusat cluster ke- $k$ ,  $V_{kj}$  dengan  $k = 1, 2, \dots, c$  dan  $j = 1, 2, \dots, m$

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (2)$$

(2)

5. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke- $t$ ,  $P_t$

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left( \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \quad (3)$$

6. Hitung perubahan matriks partisi -1

$$\mu_{ik} = \frac{\left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}},$$

dengan:  $i = 1, 2, \dots, n$  dan  $k = 1, 2, \dots, c$

(4)

### 2.1.6. Data Mining

Data Mining (DM) adalah serangkaian proses untuk menggali nilai tambah dari suatu kumpulan data berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual. Beberapa teknik yang sering disebut-sebut dalam *literatur* DM antara lain : *clustering, classification, association rule mining, neural network, dan genetic algorithm* (Linda wati, 2008). Tahapan Data Mining menurut (Budanis dan Nofi 2014), Data Mining memiliki tahapan – tahapan antara lain:

1. Pembersihan data (data cleaning) pembersihan data merupakan proses menghilangkan noise dan data yang tidak konsisten atau tidak relevan.
2. Integrasi data (data integration) integrasi data merupakan penggabungan data dari berbagai database ke dalam satu database baru.
3. Seleksi data (data selection) data yang ada pada database sering kali tidak semuanya dipakai, oleh karena itu hanya data yang sesuai untuk dianalisis yang akan diambil dari database.

4. Transformasi data (data transformation) data diubah atau digabungkan ke dalam format yang sesuai untuk diproses dalam data mining.
5. Proses mining merupakan suatu proses utama saat metode diterapkan untuk menemukan pengetahuan berharga dan tersembunyi dari data.
6. Evaluasi pola (pattern evaluation) untuk mengidentifikasi pola-pola menarik kedalam knowledge based yang ditemukan.
7. Presentasi pengetahuan (knowledge presentation) merupakan visualisasi dan penyajian pengetahuan mengenai metode yang digunakan untuk memperoleh pengetahuan yang diperoleh pengguna.

## 2.2. Tabel Perbandingan Penelitian

Tabel perbandingan berfungsi untuk membandingkan penelitian terdahulu yang kita gunakan sebagai bahan acuan. Berdasarkan pembahasan pada penelitian terdahulu, dapat ditarik kesimpulan dan dimasukkan kedalam tabel. Acuan tabel dapat dilihat pada Tabel 1. Perbandingan penelitian terdahulu.

**Tabel 1.** Tabel Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti Dan Tahun	Judul Penelitian	Software			Metode		
			Weka	RapidMiner	Sublime Text	C-Means	K-Means	C.45
1	Ana, K. Y. (2015).	Peramalan beban puncak pemakaian listrik di area Semarang dengan metode hybrid arima (autogresive integrated moving average)- ANFIS (adaptive neuro fuzzy inference system (studi kasus di PT PLN (persero) Distribusi jawa tengah dan DIY), 715-723.			√		√	
2	Afrina Wati, Iin Indriani, Tira Sifrah Saragih Manihuruk, Sintya, Ivo Yohana Manurung, Agus Perdana, Windarto (2019)	Implementasi datamining pada kasus tenaga listrik yang dibangkitkan berdasarkan provinsi					√	
3	Perdana, J. A. (2012).	peramalan beban listrik jangka pendek menggunakan optimally pruned extreme learning (opelm) pada sistem kelistrikan jawa timur, 64-69					√	
4	M. Ikhsan Syarif (2022)	Pemilihan pasokan bahan bakar pembangkit listrik energi baru terbarukan menggunakan metode Fuzzy C-means (FCM)			√		√	

## BAB III METODELOGI PENELITIAN

### 3.1. Metodologi Penelitian

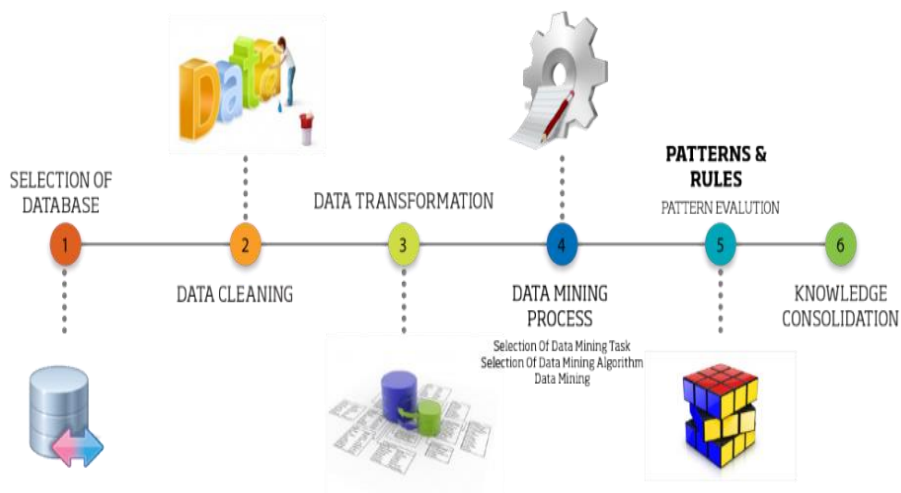
Penelitian ini melakukan proses clustering untuk mengelompokkan daerah-daerah pemasok bahan bakar Provinsi Jawa Barat dan Banten . Proses clustering dilakukan dengan menggunakan Metode Fuzzy C-Means.

#### 3.1.1. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data pemasok bahan bakar terdiri dari 8 kabupaten dan kota yang ada di Wilakaya Propinsi Jawa Baearat dan Banten yaitu, Kabupaten Bekasi, Kabupaten Bogor, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Karawang, Kabupaten Serang, Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang.

#### 3.1.2. Pendekatan Metode

Metode yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan tahapan data mining atau sering juga disebut sebagai *Knowledge Discovery and Data Mining* (KDD). KDD adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan , pemakaian data, historis untuk menemukan keteraturan , pola atau hubungan dalam set data berukuran besar (*Santoso, 2007*). Data Sebagai suatu rangkaian proses, data mining dapat dibagi menjadi beberapa tahap yang diilustrasikan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Tahap-Tahap Data Mining

## **3.2. Alat dan Bahan**

### **3.2.1. Alat Penelitian**

Alat yang digunakan berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

1. Perangkat keras (Hardware) berupa :
  - Laptop Asus E202S
  - Printer Epson L220
2. Perangkat lunak (Software) berupa:
  - OS Windows 10 Pro 64bit
  - Microsoft Office 2013
  - Microsoft Visio 2010
  - R Studio
  - Browser Google Chrome
  - Microsoft Excel 2013

### **3.2.2. Bahan Penelitian**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data Penelitian.
2. Jurnal-jurnal, buku dan artikel web sebagai bahan referensi dalam pembuatan laporan penelitian.
3. Buku panduan penulisan skripsi dan tugas akhir dan data lain yang mendukung dalam penulisan laporan ini.



## BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

### 4.1. Proses Perencanaan

Dalam tahap ini dicari pokok permasalahan dan kebutuhan dari sistem penunjang keputusan pemilihan bahan bakar pembangkit listrik energy baru terbarukan untuk melakukan penyeleksian kriteria sehingga kesalahan dapat dihindari. Didalam tahap perencanaan menggunakan analisis, perancangan, observasi dan pengumpulan literature melalui buku dan internet.

#### 4.1.1. Tahap Selection

Tahap *selection* merupakan tahapan pengumpulan data. Data yang digunakan adalah data produksi biomassa per kabupaten/kota di wilayah Jawa Barat dan Banten. Setelah data dipilih dan diseleksi sesuai dengan atribut yang akan digunakan maka dilakukan *pre-processing* data, agar tidak ada duplikasi data, tidak *missing value* dan memperbaiki kesalahan-kesalahan yang ada.

#### 4.1.2. Tahap Pembersihan dan Integrasi Data

Data penelitian disaring terlebih dahulu dan diambil beberapa atribut dari tabel untuk dianalisis. Pada tahap ini akan dilakukan cleaning atau pembersihan data. Data yang kurang lengkap perlu dihilangkan karena akan mempengaruhi hasil penelitian, proses cleaning data yang kurang lengkap dilakukan dengan cara menghapus data-data yang dianggap tidak memiliki keterkaitan terhadap tujuan penelitian. Atribut yang digunakan pada penelitian ini ada 7 yaitu, volume biomassa, jenis biomassa, biaya angkut, harga biomasa, nilai kalor, kesinambungan dan jarak.

### 4.2. Tahap Transformasi Data

Pada tahap ini dilakukan proses perubahan data, agar data dapat dioleh dengan menggunakan algoritma Fuzy C Means. Data yang berjenis nominal harus dilakukan proses inialisasi data terlebih dahulu ke dalam bentuk angka/numerical (Ramdhani, 2014 dan Rima Dias 2014). Proses inisias nilai sebagai berikut.

- a) Volume Biomassa

**Tabel 2.** Data pada Attribute Volume Biomassa

Volume Biomasa	Inisialisasi
< 10 Ton	1
>= 10 Ton	2

b) Jenis Biomassa

**Tabel 3.** Data pada Attribute Jenis Komoditas

<b>Jenis Komoditas</b>	<b>Inisialisasi</b>
< 3 komoditas	1
3 komoditas	2
4 komoditas	3
5 komoditas	4
> 5 komoditas	5

c) Biaya Angkut Per Trip

**Tabel 4.** Data pada Attribute Biaya Angkut

<b>Biaya Angkut</b>	<b>Inisialisasi</b>
> 10 jt	1
< 10 jt	2

d) Harga Biomassa

**Tabel 5.** Data pada Attribute Harga Biomassa

<b>Jarak</b>	<b>Inisialisasi</b>
Mahal	1
Sedang	2
Murah	3

e) Nilai Kalor

**Tabel 6.** Data pada Nilai Kalor

<b>Nilai Kalor</b>	<b>Inisialisasi</b>
Rendah	1
sedang	2
tinggi	3

f) Kesenambungan

**Tabel 7.** Data pada Attribute Kesenambungan

<b>Nilai Kalor</b>	<b>Inisialisasi</b>
Semi Kontinue	1
Kontinue	2

g) Jarak

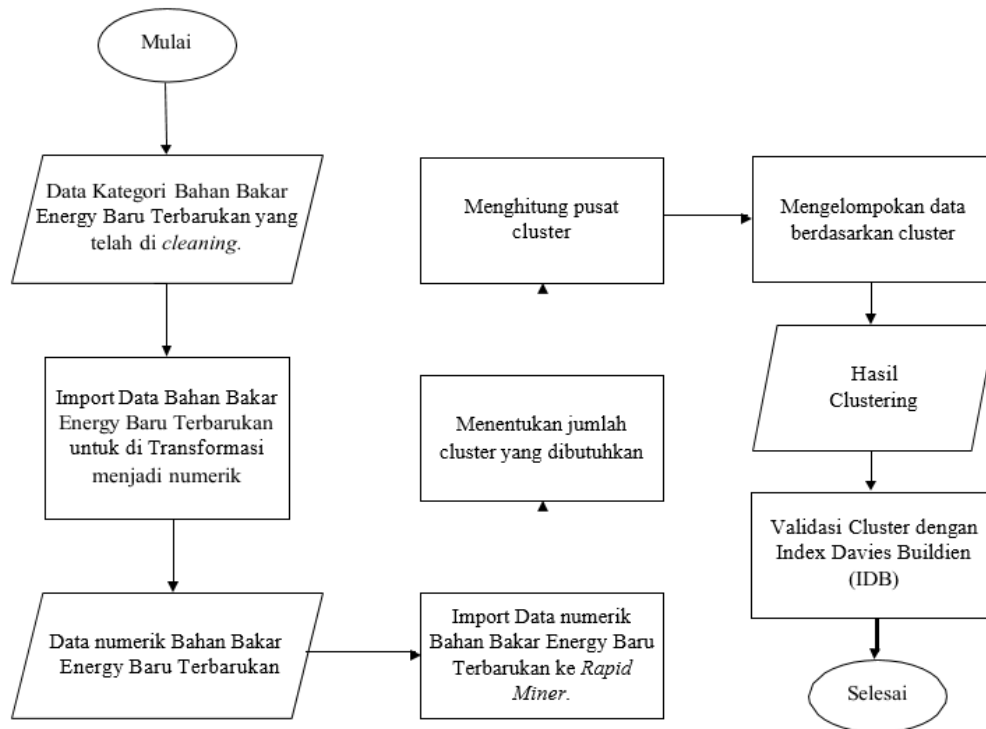
**Tabel 8.** Data pada Attribute Jarak

Nilai Kalor	Inisialisasi
100 – 200 km	1
60 – 100 km	2
<60 km	3

Data produksi biomasa terdiri dari 8 Kabupaten dan Kota yang ada di Provinsi Jawa Barat dan Banten, ada 4 komoditas yaitu padi, kelapa, jagung dan kopi, yang akan memproduksi sebanyak 11 jenis biomasa yaitu jerami, sekam, dedak, sabut kelapa, batok kelapa, ampas kelapa, batang jagung, daun jagung, tongkol jagung, kulit tongkol jagung dan cangkang kopi.

#### 4.3. Model/Metode yang Digunakan

Pada tahap ini dilakukan pemodelan data menggunakan hasil dari tranformasi, metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode clustering dengan menggunakan algoritma Fuzzy C Means. data yang sudah dikumpulkan, diseleksi dan di transformasi akan dilakukan pengolahan data tersebut dengan menggunakan metode clustering.



**Gambar. 2** Flowchart Algoritma Fuzzy C Means

### 4.3.1. Metode Fuzzy C-Means

Pada tahap ini, data diolah untuk mendapatkan hasil yang kemudian dapat berguna sebagai suatu informasi. Langkah pertama pada tahap ini adalah input data. Berikut data yang akan diinput pada aplikasi R studio untuk kemudian diolah menggunakan Algoritma Fuzzy C Means.

**Tabel 9.** Tabel Data biomasa

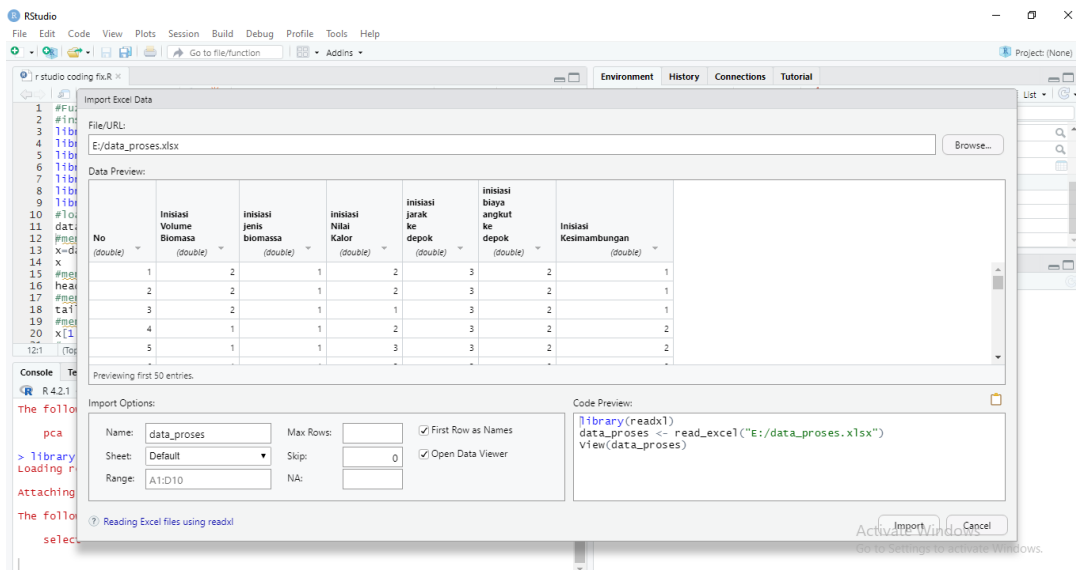
No	District	Production		Potential Wastes			konversi volume biomassa	Nilai Kalor Kkal/Kg	jarak asli ke depok	biaya angkut ke depok	Kesimbanguan
		Comodities	Volume (Ton)	Biomass		Volume (Ton)					
1	Kabupaten Bekasi	Paddy	573.928	Straw	jerami	332,878.24	>= 10 Ton	3,562	42	< 10 jt	semi kontinu
				Rice husk	sekam	114,785.60	>= 10 Ton	3,300	42	< 10 jt	semi kontinu
				Rice bran	dedak	57,392.80	>= 10 Ton	2,450	42	< 10 jt	semi kontinu
		Coconut	586.57	Fibre	sabut kelapa	205.3	< 10 Ton	4,004	42	< 10 jt	kontinu
				Coconut Shell	tempurung kelapa	70.39	< 10 Ton	7,283	42	< 10 jt	kontinu
				Coconut Pulp	ampas kelapa	117.31	< 10 Ton	7,245	42	< 10 jt	kontinu
2	Kabupaten Bogor	Paddy	509,119	Straw	jerami	295,289.02	>= 10 Ton	3,562	44.1	< 10 jt	semi kontinu
				Rice husk	sekam	101,823.80	>= 10 Ton	3,300	44.1	< 10 jt	semi kontinu
				Rice bran	dedak	50,911.90	>= 10 Ton	2,450	44.1	< 10 jt	semi kontinu
		Corn	1,260	Cornstalk	Batang jagung	378	< 10 Ton	2,500	44.1	< 10 jt	semi kontinu
				Corn leaves	daun jagung	252	< 10 Ton	2,500	44.1	< 10 jt	semi kontinu
				Corn cob	Tongkol jagung	151.2	< 10 Ton	4,500	44.1	< 10 jt	semi kontinu
				Corn cob skin	kulit tongkol jagung	15.6	< 10 Ton	2,450	44.1	< 10 jt	semi kontinu
		Coconut	2,157.60	Fibre	sabut kelapa	755.16	< 10 Ton	4,004	44.1	< 10 jt	kontinu
				Coconut Shell	tempurung kelapa	258.91	< 10 Ton	7,283	44.1	< 10 jt	kontinu
				Coconut Pulp	ampas kelapa	431.52	< 10 Ton	7,245	44.1	< 10 jt	kontinu
		Coffee	3,854,374.19	Shell	cangkang kopi	1,927,187.10	>= 10 Ton	4,923	44.1	< 10 jt	kontinu
		3	Kabupaten Cianjur	Coconut	10,702.96	Fibre	sabut kelapa	3,746.04	>= 10 Ton	4,004	95.6
Coconut Shell	tempurung kelapa					1,284.36	< 10 Ton	7,283	95.6	> 10 jt	kontinu
Coconut Pulp	ampas kelapa					2,140.59	< 10 Ton	7,245	95.6	> 10 jt	kontinu
Coffee	2,875,84			Shell	cangkang kopi	1,437.92	< 10 Ton	2,450	95.6	> 10 jt	kontinu
Paddy	835,000			Straw	jerami	484,300.00	>= 10 Ton	3,562	95.6	> 10 jt	semi kontinu
				Rice husk	sekam	167,000.00	>= 10 Ton	3,300	95.6	> 10 jt	semi kontinu
		Rice bran	dedak	83,500.00	>= 10 Ton	2,450	95.6	> 10 jt	semi kontinu		
4	Kabupaten Karawang	Coconut	3.28	Fibre	sabut kelapa	1.15	< 10 Ton	4,004	89	> 10 jt	kontinu
				Coconut Shell	tempurung kelapa	0.39	< 10 Ton	7,283	89	> 10 jt	kontinu
				Coconut Pulp	ampas kelapa	0.66	< 10 Ton	7,245	89	> 10 jt	kontinu
		Coffee	0.13	Shell	cangkang kopi	0.07	< 10 Ton	2,450	89	> 10 jt	kontinu
		Paddy	1,214,728	Straw	jerami	704,542.24	>= 10 Ton	3,562	89	> 10 jt	semi kontinu
				Rice husk	sekam	242,945.60	>= 10 Ton	3,300	89	> 10 jt	semi kontinu
Rice bran	dedak			121,472.80	>= 10 Ton	2,450	89	> 10 jt	semi kontinu		
5	Kabupaten Serang	Coconut	7,321.52	Fibre	sabut kelapa	2,562.53	< 10 Ton	4,004	102	> 10 jt	kontinu
				Coconut Shell	tempurung kelapa	878.58	< 10 Ton	7,283	102	> 10 jt	kontinu
				Coconut Pulp	ampas kelapa	1,464.30	< 10 Ton	7,245	102	> 10 jt	kontinu
		Coffee	549.17	Shell	cangkang kopi	274.59	< 10 Ton	2,450	102	> 10 jt	kontinu
		Paddy	524,228	Straw	jerami	304,052.24	>= 10 Ton	3,562	102	> 10 jt	semi kontinu
				Rice husk	sekam	104,845.60	>= 10 Ton	3,300	102	> 10 jt	semi kontinu
Rice bran	dedak			52,422.80	>= 10 Ton	2,450	102	> 10 jt	semi kontinu		
6	Kabupaten Sukabumi	Coconut	3,539.89	Fibre	sabut kelapa	1,238.96	< 10 Ton	4,004	99.9	< 10 jt	kontinu
				Coconut Shell	tempurung kelapa	424.79	< 10 Ton	7,283	99.9	< 10 jt	kontinu
				Coconut Pulp	ampas kelapa	707.98	< 10 Ton	7,245	99.9	< 10 jt	kontinu
		Coffee	124.502	Shell	cangkang kopi	62,251.00	>= 10 Ton	2,450	99.9	< 10 jt	kontinu
		Paddy	919,127	Straw	jerami	533,093.66	>= 10 Ton	3,562	99.9	< 10 jt	semi kontinu
				Rice husk	sekam	183,825.40	>= 10 Ton	3,300	99.9	< 10 jt	semi kontinu
Rice bran	dedak			91,912.70	>= 10 Ton	2,450	99.9	< 10 jt	semi kontinu		
7	Kabupaten Tangerang	Paddy	307.84	Straw	jerami	178,547.20	>= 10 Ton	3,562	129.9	< 10 jt	semi kontinu
				Rice husk	sekam	61,568.00	>= 10 Ton	3,300	129.9	< 10 jt	semi kontinu
				Rice bran	dedak	30,784.00	>= 10 Ton	2,450	129.9	< 10 jt	semi kontinu
				Straw	jerami	2,227.20	< 10 Ton	3,562	102	< 10 jt	semi kontinu
8	Kota Tangerang	Paddy	3,840	Rice husk	sekam	768	< 10 Ton	3,300	102	< 10 jt	semi kontinu
				Rice bran	dedak	384	< 10 Ton	2,450	102	< 10 jt	semi kontinu

Langkah selanjutnya adalah Menentukan Jumlah cluster, pada penelitian ini cluster yang ditentukan yaitu 3 cluster, Cluser Daerah Sangat Potensial, Potensial dan Tidak Potensial.

Langkah berikutnya yaitu menentukan Pangkat pembobot = m; Maksimum iterasi = MaxIter; Error terkecil yang diharapkan =  $\xi$ ; Fungsi Objektif awal =  $P_0 = 0$ ; dan Iterasi awal =  $t = 1$ .

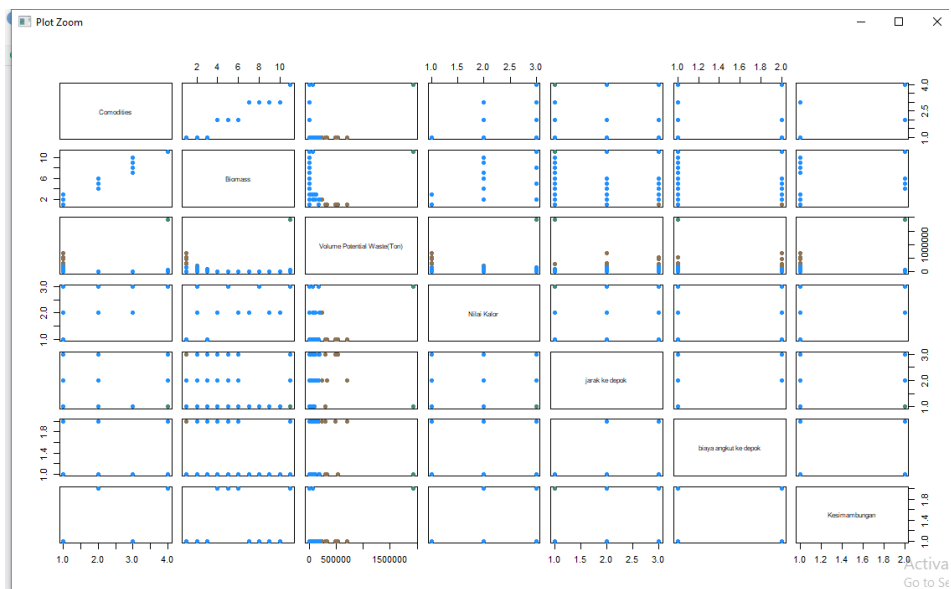
### 4.3.2. Proses Implementasi

Proses untuk memodelkan dan mengelompokkan data biomasa yang diimplementasikan pada aplikasi RStudio, untuk proses input data dilakukan dengan cara mengimport data biomasa kedalam aplikasi R Studio. Seperti pada gambar berikut.

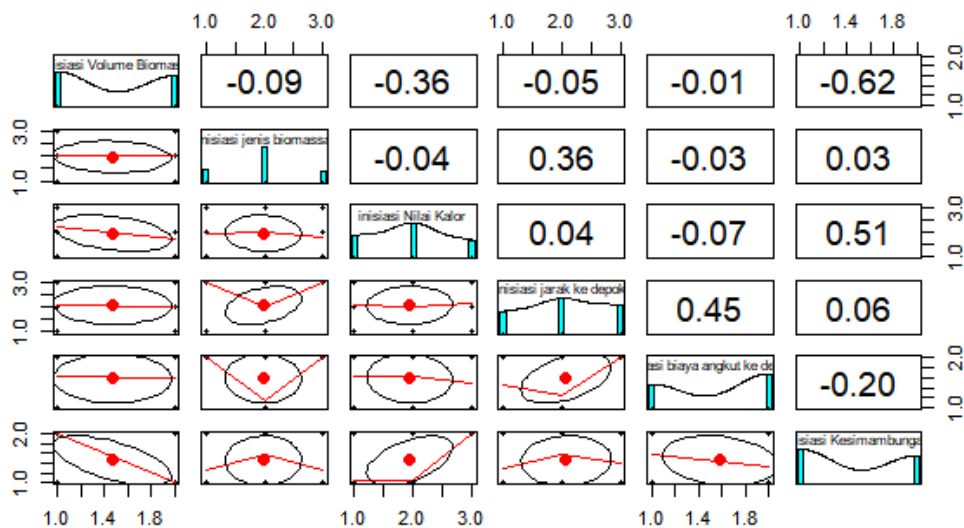


**Gambar 3.** Import data biomasa pada R Studio

Setelah diimport, selanjutnya akan dilakukan pengolahan data menggunakan algoritma Fuzzy C Means pada R Studio.

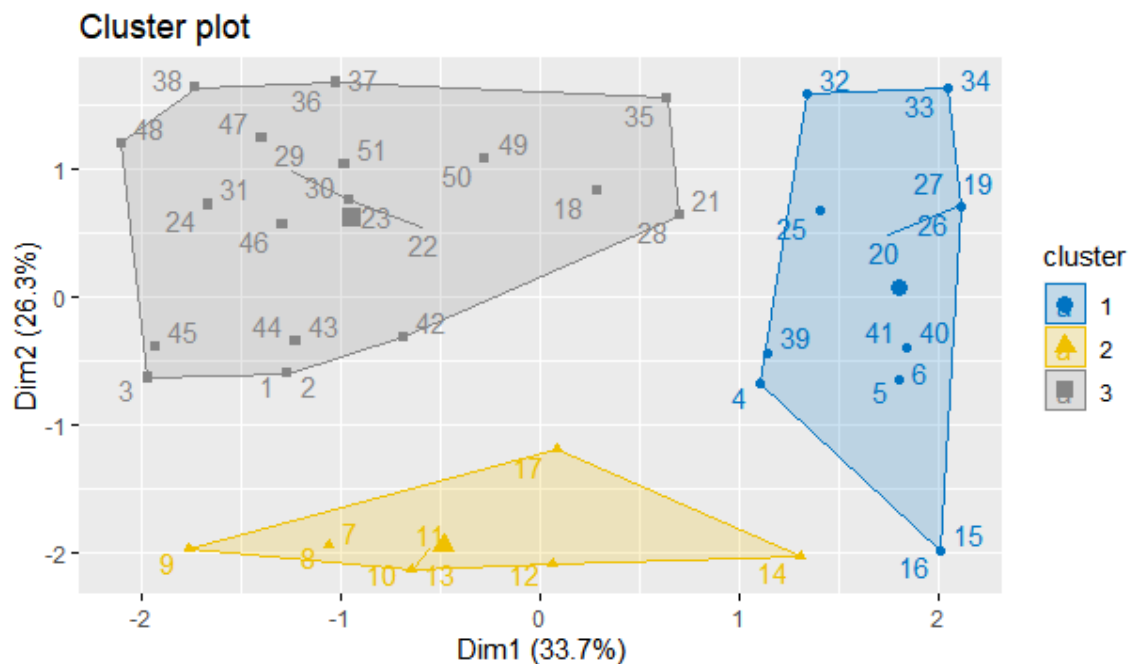


**Gambar 4.** Diagram Tebar Matrik Berpasangan



**Gambar 5.** Matrks Korelasi

Dengan menggunakan pemodelan Fuzzy C Means seperti gambar diatas, dengan jumlah cluster sebanyak 3 cluster, maka didapatkan hasil dengan cluster yang terbentuk adalah 3, sesuai dengan pendefinisian data jumlah cluster 1 ada 16 data, cluster 2 ada 9 data,dan cluster 3 ada 26 data. Berikut adalah plot hasil clustering menggunakan Rapdi Miner, yang terlihat seperti pada gambar dibawah ini.

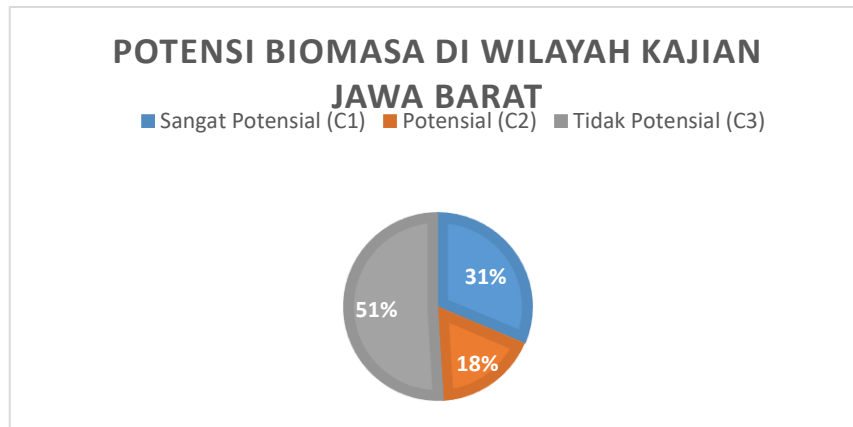


**Gambar 6.** Cluster Plot

## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1. Hasil

Berdasarkan analisis data potensi biomassa di wilayah kajian Jawa Barat menggunakan Metode *Fuzzy C Means* yang diaplikasikan pada R Studio, dalam proses FCM jumlah cluster yang dibutuhkan ditentukan terlebih dahulu. Pada penelitian ini jumlah cluster yang digunakan yaitu 3 cluster. Hasil dari proses machine learning R Studio berupa plot yang menggambarkan jumlah data potensi biomassa pada masing-masing cluster. Berikut adalah diagram presentase data potensi biomassa di wilayah Jawa Barat.

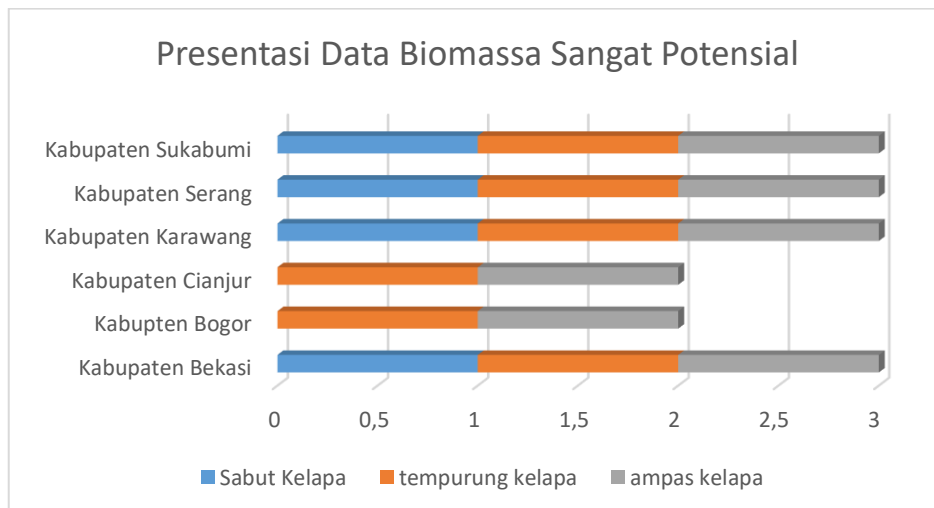


Gambar 7. Sebaran Cluster

### 5.2. Pembahasan

Setelah terbentuknya 3 cluster atau 3 kelompok data potensi biomassa dari hasil clustering yang telah di proses. Berikut adalah pembahasan dari pengujian yang telah dilakukan pada R Studio dengan melihat pengelompokan berdasarkan perhitungan metode Fuzzy C Means sebagai berikut :

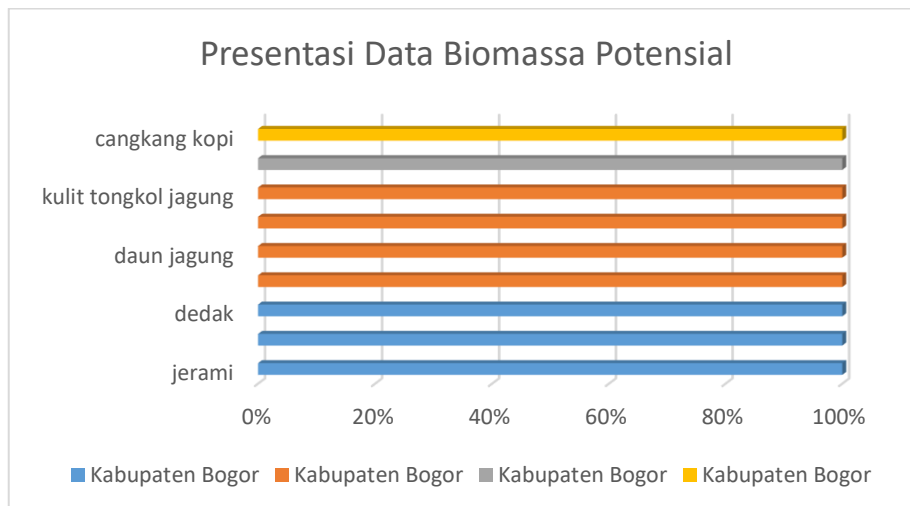
#### 1. Cluster 1



Gambar 8. Presentasi Data Cluster 1

Cluster 1 merupakan kelompok data sangat potensial berdasarkan pertimbangan jumlah produksi jenis komoditas dari suatu Kabupaten/Kota, nilai kalor (Kkal/kg) atau energi yang terkandung pada biomassa dan kesinambungan serta aspek ekonomi dalam produksi. Pemanfaatan berkelanjutan/kontinu diperlukan untuk meyakinkan bahwa kapasitas biomassa yang dimanfaatkan tidak berdampak buruk pada sektor pembangunan yang lain. Jumlah Kabupaten yang masuk pada Cluster 1 ada 6 Kabupaten, yaitu Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Serang, Kabupaten Karawang, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Bogor dan Kabupaten Bekasi. Diantara 6 Kabupaten tersebut, 4 kabupaten yaitu Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Serang, Kabupaten Karawang dan Kabupaten Bekasi memiliki 3 jenis biomassa yang dikategorikan Sangat Potensial yaitu Sabut Kelapa, Tempurung Kelapa dan Ampas Kelapa. Sedangkan 2 Kabupaten lainnya yaitu Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Bogor hanya memiliki 2 jenis biomassa yang masuk pada kategori sangat potensial yaitu tempurung kelapa dan ampas kelapa. Semua biomassa yang masuk pada Cluster 1 merupakan jenis biomassa yang dihasilkan dari komoditas kelapa dengan nilai kalor antara 4,004-7,283 Kkal/kg, biomassa tersebut memiliki nilai kalor tertinggi dibandingkan komoditas yang lain dari berbagai Kabupaten/Kota yang termasuk kajian pada penelitian ini. Produksi biomassa komoditas kelapa terbesar yaitu di Kabupaten Cianjur dengan volume produksi 10,702.96 ton dibandingkan dengan kabupaten lain.

## 2. Cluster 2



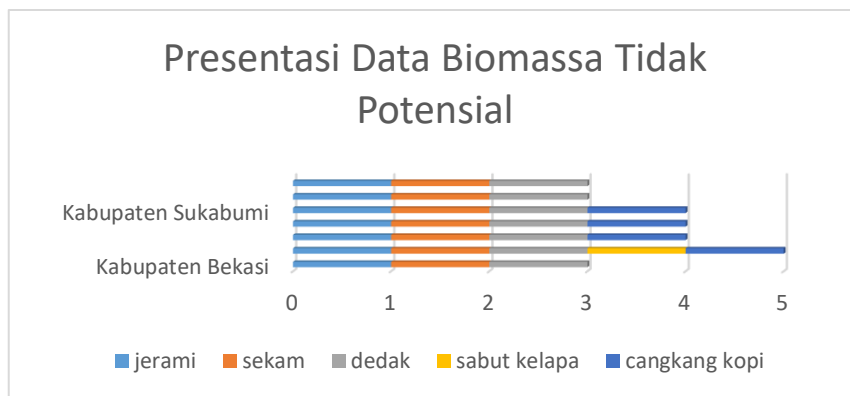
**Gambar 9.** Presentasi Data Cluster 2

Cluster 2 merupakan kelompok data potensial berdasarkan data produksi dan potential wastes yang dihasilkan masing-masing komoditas dari masing-masing Kabupaten yang dianalisis. Jumlah Kabupaten yang masuk pada Cluster 2 hanya 1 Kabupaten, yaitu Kabupaten Bogor . Dimana pada cluster ini ada 4 Komoditas yang berasal dari kabupaten bogor yaitu Padi, Jagung, Kelapa dan Kopi. Dari keempat komoditas tersebut kemudian menghasilkan 9 jenis biomassa yaitu cangkang kopi, sabut kelapa, kulit tongkol jagung, tongkol jagung, daun jagung, batang jagung, dedak,



sekam dan jerami. Kesembilan biomassa tersebut jika ditinjau dari data produksi dan potential wastes memenuhi kriteria cluster untuk kategori potensial karena produksi dari komoditas Padi, Jagung, Kelapa dan Kopi masih cukup tinggi sementara potential wastesnya tidak terlalu besar, selain itu jarak dari pusat lokus atau Depok juga tidak terlalu jauh yaitu sekitar 44.1 km serta biaya angkutnya kurang dari 10 juta dibandingkan dengan komoditas dari Kabupaten/Kota yang lain sehingga hanya Kabupaten Bogor dengan 4 komoditas termasuk kriteria potensial. Selain pertimbangan tersebut jarak dan biaya angkut ke pusat locus/Depot juga menjadi pertimbangan dalam pengambilan keputusan.

### 3. Cluster 3



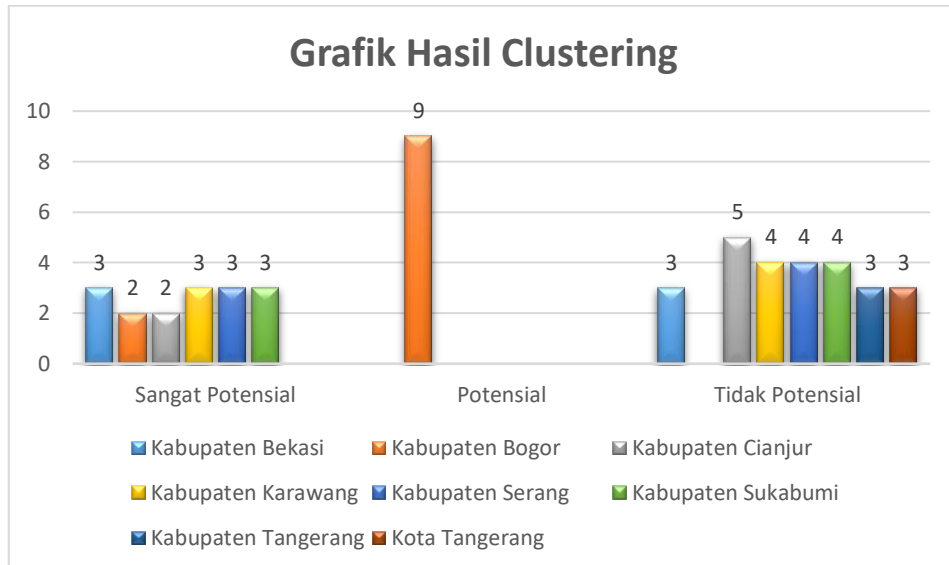
**Gambar 10.** Presentasi Data Cluster 3

Cluster 3 merupakan kelompok data Tidak Potensial. Jumlah Kabupaten yang masuk pada Cluster 3 ada 7 Kabupaten/Kota, yaitu Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang, Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Serang, Kabupaten Karawang, Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Bekasi. Dimana pada 7 Kabupaten/Kota tersebut ada 3 kabupaten yang memiliki 3 jenis biomassa yang dikategorikan tidak potensial yaitu jerami, sekam dan dedak dari Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang dan Kabupaten Bekasi. Ada 3 Kabupaten yaitu Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Serang dan Kabupaten Karawang memiliki 4 jenis biomassa yang masuk pada kategori tidak potensial yaitu jerami, sekam, dedak dan cangkang kopi. Kabupaten Cianjur memiliki 5 jenis biomassa yaitu jerami, sekam, dedak, sabut kelapa, dan cangkang kopi termasuk cluster tidak potensial atau termasuk cluster 3. Biomassa jerami, sekam, dedak, sabut kelapa dan cangkang kopi dari 7 Kabupaten/kota tersebut dikategorikan data tidak potensial karena meskipun data produksi komoditas beberapa diantaranya memiliki data produksi yang cukup tinggi tetapi selisih potential wastes juga cukup besar atau melebihi data produksi, sehingga dari hasil analisis yang dilakukan termasuk cluster 3 atau biomassa termasuk kelompok tidak potensial.

**Tabel 10.** Penggolongan Cluster Per Kabupaten

No	Daerah	Komoditas	Jenis Biomassa	Potensi Biomassa
1	Kabupaten Bekasi	Kelapa	sabut kelapa	Sangat Potensial
		Kelapa	tempurung kelapa	Sangat Potensial
		Kelapa	ampas kelapa	Sangat Potensial
		Padi	jerami	Tidak Potensial
		Padi	sekam	Tidak Potensial
		Padi	dedak	Tidak Potensial
2	Kabupaten Bogor	Kelapa	tempurung kelapa	Sangat Potensial
		Kelapa	ampas kelapa	Sangat Potensial
		Padi	jerami	Potensial
		Padi	sekam	Potensial
		Padi	dedak	Potensial
		Jagung	Batang jagung	Potensial
		Jagung	daun jagung	Potensial
		Jagung	Tongkol jagung	Potensial
		Jagung	kulit tongkol jagung	Potensial
		Kelapa	sabut kelapa	Potensial
		Kopi	cangkang kopi	Potensial
3	Kabupaten Cianjur	Kelapa	tempurung kelapa	Sangat Potensial
		Kelapa	ampas kelapa	Sangat Potensial
		Kelapa	sabut kelapa	Tidak Potensial
		Kopi	cangkang kopi	Tidak Potensial
		Padi	jerami	Tidak Potensial
		Padi	sekam	Tidak Potensial
		Padi	dedak	Tidak Potensial
4	Kabupaten Karawang	Kelapa	sabut kelapa	Sangat Potensial
		Kelapa	tempurung kelapa	Sangat Potensial
		Kelapa	ampas kelapa	Sangat Potensial
		Kopi	cangkang kopi	Tidak Potensial
		Padi	jerami	Tidak Potensial
		Padi	sekam	Tidak Potensial
		Padi	dedak	Tidak Potensial
5	Kabupaten Serang	Kelapa	sabut kelapa	Sangat Potensial
		Kelapa	tempurung kelapa	Sangat Potensial
		Kelapa	ampas kelapa	Sangat Potensial
		Kopi	cangkang kopi	Tidak Potensial
		Padi	jerami	Tidak Potensial
		Padi	sekam	Tidak Potensial
		Padi	dedak	Tidak Potensial
6	Kabupaten Sukabumi	Kelapa	sabut kelapa	Sangat Potensial
		Kelapa	tempurung kelapa	Sangat Potensial
		Kelapa	ampas kelapa	Sangat Potensial
		Kopi	cangkang kopi	Tidak Potensial
		Padi	jerami	Tidak Potensial
		Padi	sekam	Tidak Potensial
		Padi	dedak	Tidak Potensial
7	Kabupaten Tangerang	Padi	jerami	Tidak Potensial
		Padi	sekam	Tidak Potensial
		Padi	dedak	Tidak Potensial
8	Kota Tangerang	Padi	jerami	Tidak Potensial
		Padi	sekam	Tidak Potensial
		Padi	dedak	Tidak Potensial

Dari hasil analisis data diatas berikut adalah grafik hasil Clustering secara keseluruhan pada setiap kabupaten. Berdasarkan data Potensi Biomasa Di Wilayah Kajian Jawa Barat Berdasarkan Statistika Terakhir Tahun 2020.



**Gambar 11.** Grafik Hasil Clusering

Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa potensi biomassa setiap kabupaten adalah sebagai berikut, biomassa yang termasuk pada kategori Sangat Potensial di wilayah Kabupaten Bekasi ada 3 jenis biomassa, yaitu sabut kelapa, tempurung kelapa dan ampas kelapa, untuk wilayah Kabupaten Bogor ada 2 jenis biomassa yaitu tempurung kelapa dan ampas kelapa, untuk wilayah kabupaten cianjur ada 2 jenis biomassa yang masuk pada kategori sangat potensial yaitu tempurung kelapa dan ampas kelapa, untuk wilayah kabupaten Karawang, Serang dan Sukabumi masing ada 3 jenis biomassa yang masuk pada kategori sangat potensial yaitu sabut kelapa, tempurung kelapa dan ampas kelapa.

Biomassa yang masuk pada kategori Potensial yaitu ada 9 jenis biomassa dimana semua jenis biomassa yang masuk pada kategori ini berasal dari 1 kabupaten yaitu Kabupaten Bogor, 9 jenis biomassa tersebut yaitu jerami, sekam, dedak, batang jagung, daun jagung, tongkol jagung, kulit tongkol jagung, sabut kelaoa dan cangkang kopi.

Lalu yang terakhir yaitu kategori Biomassa tidak potensial, untuk kategori ini ada 7 wilayah kabupaten dan kota yaitu Kabupaten Bekasi, 3 jenis biomassa (jerami sekam dan dedak), Kabupaten Cianjur, 5 jenis biomassa (sabut kelapa, cangkang kopi, jerami, sekam dan dedak), Kabupaten Karawang 4 jenis biomassa (cangkang kopi, jerami, sekam dan dedak), Kabupaten Serang 4 jenis biomassa (cangkang kopi, jerami, sekam dan dedak), Kabupaten Sukabumi 4 jenis biomasa (cangkang kopi, jerami, sekam dan dedak). Kabupaten Tangerang 3 jenis biomassa (jerami, sekam dan dedak), lalu untuk Kota Tangerang 3 jenis biomassa (jerami, sekam dan dedak).

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Pemilihan Pasokan Bahan Bakar Pembangkit Listrik Energi Baru Terbarukan dalam kasus Potensi Biomasa Di Wilayah Kajian Jawa Barat dan Banten, menggunakan Metode *Fuzzy C-Means* (Fcm). Metode ini merupakan salah satu teknik clustering data yang mana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu cluster ditentukan oleh derajat keaggotaannya. Metode ini mempartisi data ke dalam kelompok sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam satu cluster dan yang berbeda dikelompokkan pada kelompok yang lain.

Implementasi Metode *Fuzzy C-Means* (Fcm) terhadap Potensi Biomasa Di Wilayah Kajian Jawa Barat telah berhasil dirancang dan dibangun. Implementasi sistem ini menggunakan *Software R Studio* Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Biomasa Di Wilayah Kajian Jawa Barat Berdasarkan Data Statistika 2020. Jumlah keseluruhan data yang digunakan berasal dari 7 Kabupaten/Kota di Wilayah Jawa Barat, yaitu Kabupaten Bekasi, Kabupaten Bogor, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Karawang, Kabupaten Serang, Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Tangerang dan Kota Tangerang dengan keseluruhan 51 data biomassa. Hasil dari proses *mechine learning R Studior* dengan Metode *Fuzzy C-Means* (Fcm) menghasilkan 3 *cluster* dengan hasil berupa plot cluster yaitu *cluster* 1 dengan jumlah sebanyak 16 data, *cluster* 2 dengan jumlah sebanyak 9 data, *cluster* 3 dengan jumlah sebanyak 26.

Hasil *plot* cluster data biomassa menunjukkan bahwa kelompok potensi biomassa pada *cluster* 1 merupakan kelompok Sangat Potensial yang didominasi oleh biomassa yang dihasilkan dari komoditas kelapa, untuk *cluster* 2 merupakan kelompok Potensial yang didominasi oleh biomassa yang berasal dari komoditas padi dan jagung, dari Kabupaten Bogor. Lalu untuk *cluster* 3 merupakan kelompok Tidak Potensial yang didominasi oleh biomassa yg dihasilkan dari komoditas Padi dari Kabupaten Bekasi, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Karawang, Kabupaten Serang, Kabupaten Sukabumi, Kabuparen Tangerang dan Kota Tangerang.

### 6.2. Saran.

Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan beberapa variable-variabel untuk mendukung clustering data potensi biomassa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusta Y.** 2015. Clustering. <https://yudiagusta.wordpress.com/clustering/diakses> tanggal 13 Maret 2021.
- Ahmadi A.S. Hartati.** 2013. Penerapan Fuzzy C-Means dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk Penentuan Penerima Bantuan Langsung Masyarakat (BLM) PNPMPd (Studi Kasus PNPM-MPd Kec. Ngadirojo Kab. Pacitan). *Berkala MIPA*. 23(3):264-273.
- Alyoubi B.A.** 2015. Decision Support System and Knowledge-based Strategic Management, in *Procedia Computer Science*.
- Anggraini, R.C.P.K., Kuntjoro Y.D, Sasongko N.A.** 2018. Potensi Pemanfaatan Mikroalga Untuk Mitigasi Emisi CO<sub>2</sub> (Studi Kasus Di PLTU Cilacap). *Ketahanan Energi*. 4(1):1-27.
- Awangga R.M., Pane S.F., Tunnisa K.** 2019. Collaboration FMADM And K-Means Clustering To Determine The Activity Proposal In Operational Management Activity, Emit. *Int. J. Eng. Technol.*
- Bertrand V., Dequiedt B, Cadre E.L.** 2014. Biomass for electricity in the EU-27: Potential demand CO<sub>2</sub> abatements and break even prices for co-firing, *Journal of Energy Policy*. Vol. 73:631-644.
- Biomass Energy Europe.** 2010. Harmonization of biomass resource assessments, Volume I: Best Practices and Methods Handbook. BEE: Freiburg-Germany.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi [BPPT].** 2014. Outlook Energy Indonesia Tahun 2014.
- Caraka R.E., Ekacitta P.C.** 2016. Simulasi Kalkulator Energi Baru Terbarukan (EBT) Guna Memenuhi Ketahanan Energi di Indonesia. *Statistika*. 16 (2): 77-88
- Firmansyah A.I., Adilla I., Gunawan Y., Widhiatmaka W.** 2017. Penggunaan Bioetanol (E100) pada Genset Kapasitas 5 KVA. *Ketenaga listrikan Dan Energi Terbarukan*. 16(1):35- 42.
- Hardiani T, Sulisty S, Hartanto R.** 2014. Kajian Data Mining Customer Relationship Management Pada Lembaga Keuangan Mikro. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Heyko E.Z. Hasid, Priyagus.** 2016. Strategi pemanfaatan energi terbarukan dalam rangka kemandirian energi daerah provinsi Kalimantan Timur. *INOVASI: Jurnal Ekonomi Keuangan, dan Manajemen*. Volume 12, (1).
- Institute for Essential Services Reform (IESR).** 2017. ENERGI TERBARUKAN: Energi untuk Kini dan Nanti. Jakarta.
- Khairul M., Simaremare, Siahaan.** 2016. Decision Support System in Selecting The Appropriate Laptop Using Simple Additive Weighting. *International Journal of Recent Trends in Engineering & Research (IJRTER)*. 2(12): 215-222.

- Kholiq I.** 2015. Pemanfaatan energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi BBM. *Jurnal IPTEK*. Vol.19 No. 2. Hal 75-91.
- Kusumadewi S., Purnomo, Hadi.** 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan* Eds.2.Yogyakarta. Graha Ilmu
- Kuvarakul T., Diane A., Alin P., Hasintya S.** 2015. *Pedoman Energi Terbarukan tentang Pengembangan Proyek Tenaga Listrik Tenaga Biomassa dan Biogas Di Indonesia*. Penerbit : GIZ GmbH. Jakarta.
- Leopold A.I., Agus M., Pribadi DR.** 2015. Keseimbangan Energi pada Budidaya Tanaman Tebu dan Industri Gula. *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*. 14(2): 95–102.
- Madhulatha, T.S. 2012. An Overview On Clustering Methods. *IOSR Journal of Engineering*. 2 (4), 791-725.
- Mulyanto A, Wahono R.S.** 2015. Penerapan Gravitational Search Algorithm untuk Optimasi Klusterisasi Fuzzy C-Means. *Journal of Intelligent Systems*. 1(1): 43-48.
- Nofriansyah D, Defit D.** 2017. *Multi Criteria Decision Making (MCDM) pada Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Nugroho H.** 2014. Ketahanan Energi Indonesia : Gambaran Permasalahan dan Strategi Memperbaikinya. *Maj. Perenc. Pembang.* vol. 2: 2–9.
- Papilo P., Kunaifi E., Hambali, Nurmiati R., Pari F.** 2015. Penilaian potensi biomassa sebagai alternatif energy kelistrikan. *Jurnal PASTI* .9 (2):164 – 176.
- Putri T.P., Rosa P.H P.** 2016. Decision Support System to Choose Digital Single Lens Camera with Simple Additive Weighting Method. *Scientific Journal of Informatics*. 3(2):167-176.
- Saeifulhak Y, Mumpuni T, Tumiwa F.** 2017. Energi Terbarukan: Energi untuk Kini dan Nanti. [http:// www. iesr. or.id/ wp-content/ uploads/2018/ 11/COMS](http://www.iesr.or.id/wp-content/uploads/2018/11/COMS).
- PUB-0001\_Briefing-Paper-1\_Energi-Terbarukan.** pdf ( diakses tanggal 13 Maret 2021). Institute for Essential Services Reform (IESR). Hal. 1-12.
- Sari H.L., Trianggana D.A.** 2014. Pengclustoran Data Curah Hujan Kota Bengkulu Menggunakan Fuzzy Clustering Algoritma Mixture. *Jurnal Pseudocode*. 1(1): 60-71.
- Setyono, J., Mardiansjah FH., Astuti MFK.** 2019. Potensi Pengembangan Energi Baru dan Energi Terbarukan di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*. Vol. 13 (2) 177–186.
- Sharmila A, P. Sharmila.** 2014. Comparative Study of Fuzzy C Means and K Means Algorithm for Requirements Clustering. *Indian Journal of Science and Technology*. 7(6):853-857.

- Sihombing A.L., Susila I.M.A., Magdalena M., Adilla I.** 2017. Besaran Emisi CO<sub>2</sub> Dari Siklus Biodiesel Berbahan Baku Kemiri Sunan Dan Kelapa Sawit. *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*. 16(1), 25–34.
- Silitonga J.A., Widodo P., Ahmad I.** 2020. Analisis Kebijakan Biodiesel B-20 Sebagai Bahan Bakar Nabati Dalam Mendukung Ketahanan Energi Di Indonesia Biodiesel. *J. Ketahanan Energi*. 6(1):61–79.
- Suganya R. Shanthi R.** 2012. Fuzzy C-Means Algorithm-A Review. *Int. J. Sci. Res.* 2(11):1-3.
- Thran D.** 2010. Global biomass potentials -Resources, drivers and scenario results. *Journal of Energy for Sustainable Development*. 14: 200-205.
- Vendruscolo L.G., Kaleita A.F.** 2011. Modeling Zone Management in Precision Agriculture Through Fuzzy C-means Technique at Spatial Database. Digital Repository, Iowa State University.
- Wiranata I.G.A., Boedoyo M.S., Kuntjoro Y. D.** 2018. Potensi Pemanfaatan Rumput Laut Sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan Untuk Mendukung Ketahanan Energi Daerah (Studi Di Provinsi Bali). *Jurnal Ketahanan Energi*. 4(2):21–45.
- Welfe A., Gilbert P., Thornley P.** 2014. Increasing Biomass Resource Availability Through Supply Chain Analysis. *Journal of Biomass and Bioenergy*. 70: 249-266.
- Xingang Z., Zhongfu T., Pingkuo L.** 2013. Development goal of 30 GW for China's biomass power generation: Will it be achieved?. *Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 25:310-317.
- Yohanes.** 2016. Analisis Perbandingan Algoritma Fuzzy C-Means dan KMeans, *Annu. Res. Semin.* 2 (1): 151-155.
- Zhang Y., Huang D., Ji M., Xie F.** 2011. Image segmentation using PSO and PCM with Mahalanobis distance. *J. Expert Systems with Applications*. 38(7):9036–9040.
- Zheng D.** 2013. Application of Silence Customer Segmentation in Securities Industry Based on Fuzzy Cluster Algorithm. *Journal Information and Computational Science*. pp. 4337-4347.
- Ana K.Y.** 2015. Peramalan beban puncak pemakaian listrik di area Semarang dengan metode hybrid arima ( autogresive integrated moving average )-ANFIS (adaptive neuro fuzzy inference system (studi kasus di PT PLN (persero) Distribusi jawa tengah dan DIY).
- Perdana J.A.** 2012. Peramalan Beban listrik jangka pendek menggunakan optimaly pruned extreme learning (opelm) pada sistem kelistrikan jawa timur. *JURNAL TEKNIK ITS*. 1 (1 ): 64-69.