

Analisis K – Means Cluster Pengelompokan Provinsi di Pulau Jawa dan Sumatera Berdasarkan Luas Hutan Produksi dan Kapasitas Produksi Kayu

Bunga Mardhotillah¹, Riri Oktari Ulma²

¹Dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

²Dosen Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

Email: bunga.mardhotillah@gmail.com

ABSTRAK

Secara umum Potensi Agro-Ekonomi Kehutanan tiap Provinsi di Indonesia dapat dilihat berdasarkan Luas Hutan Produksi Terbatas, Luas Hutan Produksi Tetap, Produksi Kayu Bulat, Produksi Kayu Gergajian, dan Produksi Kayu Lapis. Menurut data publikasi BPS pada Statistik Lingkungan Hidup (SLHI) 2020, tutupan lahan di Indonesia berupa hutan adalah seluas 93.526.200 Ha, dan Luas Tutupa Lahan non – hutan adalah 94.225.700 Ha. Rata – rata Produksi Kayu Hutan dalam beberapa tahun terakhir untuk kayu bulat adalah 42.883.712 m³, Kayu gergajian 2.034.600,4 m³, plywood dan LVL 3.898.153,8 m³, papan tipis 1.042.348,2 m³, serpih kayu 29.138.299,2 m³ dan bubur kertas (pulp) 6.857.693 m³. Penelitian ini bertujuan untuk pengelompokan berupa analisis cluster potensi agro – ekonomi kehutanan Provinsi, dengan menggunakan metode K – Means, untuk selanjutnya diberikan rekomendasi kebijakan untuk tiap cluster yang terbentuk. Adapun data penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari SLHI 2020 dan IKLH 2020, dengan sampel sebanyak 16 Provinsi yang ada di Pulau Jawa dan Pulau Sumatera. K – Means mengelompokkan Provinsi – Provinsi tersebut menjadi 4 clusters, Cluster 1: Jawa Tengah dan Jawa Timur, Cluster 2: Jambi dan Sumatera Selatan, Cluster 3: Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Kepulauan Bangka – Belitung, Kepulauan Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, D.I. Yogyakarta, dan Cluster 4: Riau. Adapun pembentukan cluster dengan metode ini merupakan analisis yang optimal, ditandai dengan R² senilai 0,895; AIC senilai 47,860; BIC 63,310; serta Koefisien Silhoutte senilai 0,540.

Kata Kunci:

Potensi Agroekonomi Kehutanan, Analisis Cluster, K – Means, Luas Hutan dan kapasitas Produksi

ABSTRACT

In general, the Agro-Economic Forestry Potential of each Province in Indonesia can be seen based on the Area of Limited Production Forest, Permanent Production Forest Area, Log Production, Sawn Timber Production, and Plywood Production. According to BPS published data on Environmental Statistics 2020, land cover in Indonesia in the form of forests is 93,526,200 Ha, and the area of non-forest land cover is 94,225,700 Ha. Average Forest Timber Production in recent years for logs is 42,883,712 m³, Sawn wood 2,034,600.4 m³, plywood and LVL 3,898,153.8 m³, thin boards 1,042,348.2 m³, wood chips 29,138 .299.2 m³ and pulp (pulp) 6,857,693 m³. This study aims to classify (cluster analysis) the agro-economic potential of provincial forestry, using the K-Means method, and then provide policy recommendations for each cluster that is formed. The data for this research are secondary data obtained from SLHI 2020 and IKLH 2020, with a sample of 16 provinces in Java and Sumatra. K – Means groups these provinces into 4 clusters, Cluster 1: Central Java and East Java, Cluster 2: Jambi and South Sumatra, Cluster 3: Aceh, North Sumatra, West Sumatra, Bengkulu, Lampung, Bangka – Belitung Islands, Islands Riau, DKI Jakarta, West Java, D.I. Yogyakarta, and Cluster 4: Riau. The

cluster formation with this method is the optimal analysis, indicated by R^2 worth 0.895; AIC worth 47,860; BIC 63.310; and the Silhouette Coefficient of 0.540.

Keywords:

Forestry Agroeconomic Potential, Cluster Analysis, K – Means, Forest Area and Production Capacity

PENDAHULUAN

Potensi Agro-Ekonomi Kehutanan tiap Provinsi di Indonesia dapat dilihat berdasarkan Luas Hutan Produksi Terbatas, Luas Hutan Produksi Tetap, Produksi Kayu Bulat, Produksi Kayu Gergajian, dan Produksi Kayu Lapis. Secara umum produksi merupakan kegiatan untuk menciptakan dan atau menambah kegunaan suatu barang/jasa. Proses produksi adalah cara, metode, dan teknis untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan segala sumber daya yang tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk pengelompokan berupa analisis cluster potensi agro – ekonomi kehutanan Provinsi, dengan menggunakan metode K – Means, untuk selanjutnya diberikan rekomendasi kebijakan untuk tiap cluster yang terbentuk. Adapun data penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari SLHI 2020 dan IKLH 2020, dengan sampel sebanyak 16 Provinsi yang ada di Pulau Jawa dan Pulau Sumatera. Berikut ini diberikan diagram batang 10 Provinsi di Indonesia yang memiliki Kawasan Hutan Produksi lebih tinggi dibandingkan dengan Provinsi lainnya:



Gambar 1. Provinsi dengan Kawasan Hutan Produksi lebih tinggi di Indonesia

Di dalam pendatan Kehutanan yang secara rutin maupun insidental dilakukan oleh instansi terkait beserta BPS, terdapat beberapa hal penting dalam pengusahaan hutan produksi. Perusahaan Hak Pengusahaan Hutan adalah usaha berbentuk badan

usaha/hukum yang bergerak di bidang pengambilan hasil hutan. HPH adalah hak untuk mengusahakan hutan didalam suatu kawasan hutan, yang meliputi kegiatan-kegiatan penebangan kayu, permudaan, pemeliharaan hutan, pengolahan dan pemasaran hasil hutan sesuai dengan rencana kerja perusahaan hutan menurut ketentuan-ketentuan yang berlaku serta berdasarkan asas kelestarian hutan dan asas perusahaan. HPH dapat diberikan kepada BUMN dan Badan Milik Swasta (PT), yang memenuhi persyaratan tertentu sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang ditetapkan Menteri Kehutanan. HPH merupakan hak perusahaan hutan yang dititikberatkan pada penebangan kayu sebagai bahan dasar industri maupun untuk keperluan ekspor. Jangka waktu untuk mengusahakan hutan paling lama 20 tahun tetapi dapat diperpanjang. Kayu Bulat adalah semua kayu bulat (gelondongan) yang ditebang atau dipanen yang bisa dijadikan sebagai bahan baku produksi pengolahan kayu hulu (IPKH). Produksi kayu bulat ini dihasilkan dari hutan alam melalui kegiatan perusahaan Hak Perusahaan Hutan (HPH/IUPHHK), kegiatan Ijin Pemanfaatan Kayu (IPK) dalam rangka pembukaan wilayah hutan, kegiatan hutan hak atau hutan rakyat, dari Hutan Tanaman Industri (HTI), dari kegiatan Perhutani dan kegiatan perusahaan hutan lainnya. Kayu gergajian merupakan kayu yang telah melewati proses pemotongan dan pemrosesan kayu bulat menjadi bentuk papan, baik dilakukan dengan kekuatan tangan, maupun dilakukan oleh perusahaan berupa penggergajian modern menggunakan Teknik dan pengamatan elektronik/computer dalam operasionalnya. Hutan Produksi adalah Kawasan Hutan yang mempunyai fungsi pokok memproduksi hasil Hutan. Hutan produksi dibedakan menjadi Hutan Produksi Terbatas dan Hutan Produksi Tetap. Secara khusus, penelitian ini meng-cluster-kan Provinsi – Provinsi yang ada di Pulau Sumatera dan Pulau Jawa menggunakan Metode K - Means berdasarkan Luas Hutan Produksi Tetap, Luas Hutan Produksi Terbatas, Produksi Kayu Bulat, dan Produksi Kayu Gergajian, serta Produksi Kayu Lapis.

Analisis Multivariat adalah metode statistik yang menganalisis lebih dari dua variabel dengan data – data berdimensi tinggi secara bersamaan atau simultan dengan tujuan untuk melihat pengaruh beberapa variabel terhadap variabel-variabel lainnya tanpa mengabaikan asumsi – asumsi multivariat, teknik analisis multivariat merupakan perkembangan dari analisis univariat dan analisis bivariat. Analisis multivariat terbagi atas dua yaitu dependensi dan interdependensi., karakteristik analisis dependensi adalah terdapat satu atau beberapa variabel respon atau variabel terikat dan variabel lainnya sebagai variabel prediktor atau variabel bebas, contohnya analisis *Structural Equation Modeling (SEM)*, analisis kanonik dengan variabel *dummy*, analisis korelasi kanonik, MANOVA, regresi berganda, analisis *conjoint*, analisis diskriminan dan regresi logistik. Sedangkan karakteristik dari analisis interdependensi adalah semua variabel bersifat interdependensi atau bebas, seperti analisis faktor, analisis klaster, *multidimensional scaling*, analisis korespondensi (Hair et al,2019).

Menurut Johnson dan Wichern (2002) di dalam analisis multivariat terdapat sebanyak n objek dan p variabel. Observasi objek ke- t dan variabel ke- j dinotasikan dengan x_{ij} dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, p$. Secara umum hubungan antara beberapa variabel dan objek yang diteliti dapat disajikan ke dalam suatu tabel yang dipergunakan untuk mempermudah peneliti dalam penyajian data, sehingga data hasil penelitian tersebut

akan menjadi lebih efektif dan mudah untuk diinterpretasikan seperti pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hubungan antara Beberapa Variabel dan Objek yang Diteliti

tersebut akan menjadi lebih efektif pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Hubungan Beberapa Varia

| | Var 1 | Var 2 |
|---------|----------|----------|
| Objek 1 | x_{11} | x_{12} |
| Objek 2 | x_{21} | x_{22} |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |

Analisis cluster adalah suatu metode analisis data yang pertama kali digunakan oleh Tryon pada tahun 1939, yang meliputi beberapa algoritma yang berbeda dan metode untuk mengelompokkan objek serupa ke dalam kategori masing-masing. Gunawan (2016) menyatakan bahwa analisis cluster dapat diartikan sebagai suatu teknik yang digunakan untuk mengklasifikasikan obyek atau kasus (responden) ke dalam kelompok yang relatif homogen (yang dinamakan cluster). Karakteristik beberapa objek dalam suatu cluster memiliki tingkat kemiripan yang tinggi, sedangkan karakteristik antar obyek pada suatu cluster terhadap cluster lain memiliki tingkat kemiripan yang rendah. Dengan kata lain, keragaman dalam suatu cluster minimum sedangkan keragaman antar cluster maksimum (Mattjik dan Sumertajaya, 2011).

Berdasarkan data publikasi BPS pada Statistika Lingkungan Hidup Indonesia (SLHI) 2020 dalam Bunga Mardhotillah (2021), tutupan lahan di Indonesia berupa hutan adalah seluas 93.526.200 Ha, dan Luas Tutupa Lahan non – hutan adalah 94.225.700 Ha. Rata – rata Produksi Kayu Hutan dalam beberapa tahun terakhir untuk kayu bulat adalah 42.883.712 m³, Kayu gergajian 2.034.600,4 m³, plywood dan LVL 3.898.153,8 m³, papan tipis 1.042.348,2 m³, serpih kayu 29.138.299,2 m³ dan bubur kertas (pulp) 6.857.693 m³. Dalam melakukan pengelompokan Provinsi yang ada di Pulau Jawa dan Sumatera, prosedur statistika yang dapat digunakan adalah Analisis Cluster. Menurut Talakua, dkk (2017), analisis cluster memiliki beberapa kelebihan, di antaranya dapat mengelompokkan data dengan jumlah sampel/observasi berjumlah besar, dengan variable pembeda yang juga relatif banyak. Data yang direduksi dengan kelompok (cluster) akan lebih mudah untuk dianalisis. Sedangkan kelemahan analisis cluster adalah hasil pengelompokan cenderung bersifat subyektif, karena pada beberapa metode analisis seperti Analisis K – Means Cluster, jumlah cluster-nya dapat ditentukan oleh peneliti. Serta untuk data yang heterogen, sulit untuk menentukan jumlah cluster yang akan dibentuk karena tidak homogenya obyek penelitian satu

dengan lainnya. Semakin besar ukuran sampel, biasanya tingkat kesalahan akan semakin besar.

K – Means adalah metode clustering berbasis jarak, yang membagi data ke dalam sejumlah cluster dan algoritma ini hanya bekerja pada atribut numerik, setiap data harus masuk ke cluster tertentu, dan memungkinkan setiap data masuk pada cluster tertentu pada suatu tahapan proses, pada tahapan berikutnya berpindah ke cluster lainnya. (Metisen; 2015). Menurut Febianto, dkk (2019), K – Means Clustering merupakan salah satu metode clustering data mining menggunakan konsep descriptive model. Metode K – Means dapat digunakan untuk menjelaskan algoritma dalam penentuan suatu obyek ke dalam cluster tertentu berdasarkan rata – rata terdekat. Penelitian lainnya dalam Dhewayani (2022), algoritma K – Means berhasil melakukan pengelompokan dengan mendapatkan anggota cluster yang optimal dalam memberikan informasi kebakaran hutan dan lahan yang terjadi di setiap daerah.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang menggabungkan prosedur statistika deskriptif dan inferensif. Statistika deskriptif yang digunakan berupa grafik (diagram batang, histogram, line plot, box-plot, dll.) serta summary statistics. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari SLHI 2020. Statistika inferensif adalah pemenuhan kriteria optimal pembentukan cluster pada analisis cluster metode K – Means, yang dapat ditentukan dengan mengacu kepada nilai R^2 , AIC, BIC, dan Koefisien Silhouette. Sampel yang digunakan adalah sebanyak 16 Provinsi pada Pulau Jawa dan Sumatera, yakni Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kepulauan Bangka Belitung, Kepulauan Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, D.I. Yogyakarta, Jawa Timur, dan Banten.

Adapun Langkah – Langkah Analisis Cluster Metode K – Means adalah sebagai berikut:

1. Menghitung berbagai ukuran statistika yang disajikan dalam Tabel Summary Statistics, terutama untuk melihat ukuran pemusatan dan ukuran penyebaran Luas Hutan Produksi Terbatas, Luas Hutan Produksi Tetap, Produksi Kayu Bulat, Produksi Kayu Gergajian, dan Produksi Kayu Lapis di Pulau Jawa dan Pulau Sumatera.
2. Memvisualisasikan Sumaary Statistics melalui Histogram menggunakan Ms. Excel, dilengkapi dengan persentase dan kumulatifnya.
3. Peneliti menentukan jumlah cluster yang akan dibentuk menggunakan metode K – Means. Dalam hal ini peneliti menentukan jumlah cluster sebanyak 4 clusters.
4. Menentukan Initial Cluster Centers.
5. Menentukan Final Cluster Centers.
6. Menganalisis anggota cluster menggunakan software Past 4.03.
7. Memperkuat hasil analisis dengan menggunakan matriks similaritas.
8. Sebagai penunjang, melakukan analisis normal multivariat dengan menggunakan software Past 4.03, serta melengkapi visualisasi distribusi normal tiap variabel dengan menggunakan software yang sama. Namun dalam hal ini dikarenakan jumlah sampel kurang dari 30, data cenderung tidak normal, namun secara statistika masih dapat digunakan untuk keperluan pengelompokan, karena tidak dilanjutkan dengan pemodelan.

9. Memvisualisasikan cluster means plot dengan menggunakan box-plot (jumlah box-plot tiap variabel adalah jumlah cluster dikurangi 1), dan menyajikan nilai cluster means dengan menggunakan software JASP.
10. Mengevaluasi keterpenuhan kriteria pembentukan cluster optimal dengan melihat nilai R^2 , AIC, BIC, dan Koefisien Silhouette, menggunakan software JASP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

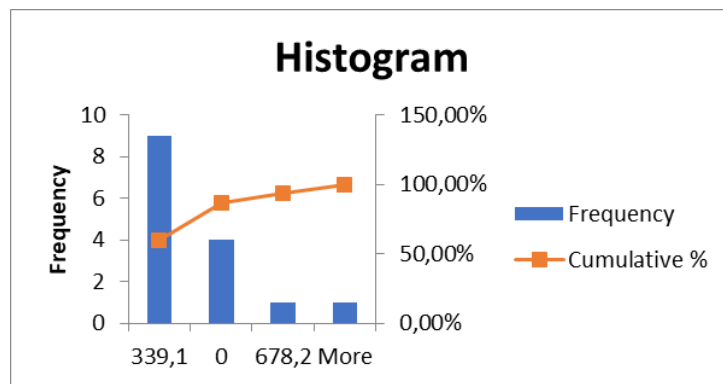
Tabel 2. Luas Hutan Produksi dan Kapasitas Produksi Kayu Provinsi – Provinsi di Pulau Jawa dan Sumatera

| No | Provinsi | Luas Hutan Produksi Terbatas (Ribuan Ha) | Luas Hutan Produksi Tetap (Ribuan Ha) | Produksi Kayu Bulat (m^3) | Produksi Kayu Gergajian (m^3) | Produksi Kayu Lapis (m^3) |
|----|----------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Aceh | 145,2 | 549,8 | 387,56 | 1310,51 | 0 |
| 2 | Sumatera Utara | 641,8 | 704,5 | 1236960,77 | 241772,79 | 37291,99 |
| 3 | Sumatera Barat | 233,2 | 360,6 | 134397,55 | 1904,79 | 0 |
| 4 | Riau | 1017,3 | 2339,6 | 19986887,84 | 95616 | 54956,65 |
| 5 | Jambi | 258,3 | 963,8 | 4959301,37 | 26705,97 | 140534,64 |
| 6 | Sumatera Selatan | 213,9 | 1712,8 | 7635824,69 | 17616,82 | 30205,46 |
| 7 | Bengkulu | 173,3 | 25,9 | 3835 | 12684,41 | 1697,25 |
| 8 | Lampung | 33,4 | 191,7 | 87837,85 | 60405,83 | 17327,14 |
| 9 | Kep. Bangka Belitung | 0 | 442,1 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | Kepulauan Riau | 118,8 | 78,8 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | DKI Jakarta | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Jawa Barat | 190,2 | 203 | 0 | 30437,38 | 51435,25 |
| 13 | Jawa Tengah | 183,9 | 362,4 | 0 | 550215,44 | 931167,62 |
| 14 | DI Yogyakarta | 0 | 13,9 | 0 | 6492,13 | 0 |
| 15 | Jawa Timur | 0 | 782,8 | 0 | 890353,26 | 1181812,62 |
| 16 | Banten | 49,4 | 27 | 0 | 28324,42 | 198616,23 |

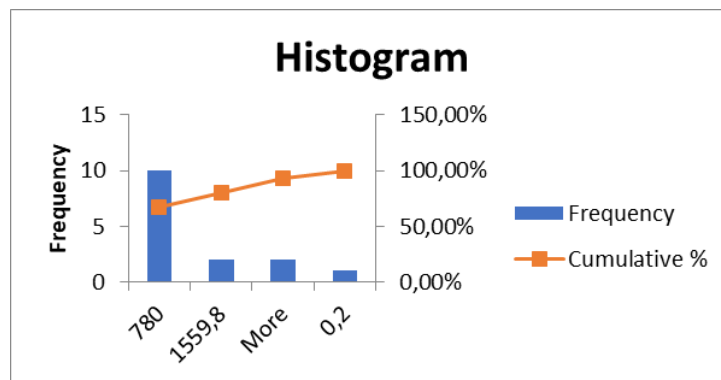
Tabel 3. Output Software Past 4.03 untuk Summary Statistics

UNIVARTE STATISTICS

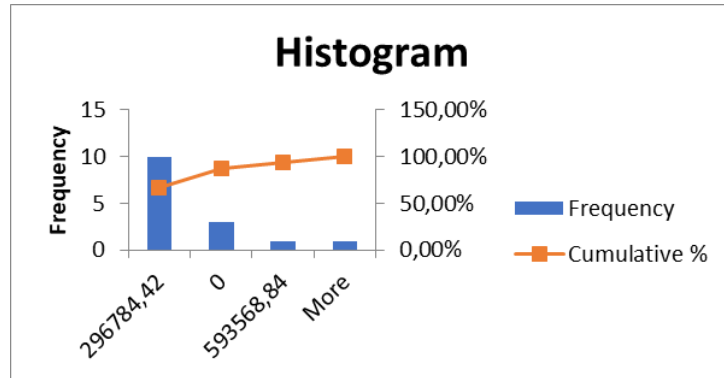
| | L Hutan Prod Ter | L Hutan Prod Tet | Prod Kayu Bulat |
|---------------------|------------------|------------------|-----------------|
| N | 16 | 16 | 16 |
| Min | 0 | 0,2 | 0 |
| Max | 1017,3 | 2339,6 | 1,998689E07 |
| Sum | 3258,7 | 8758,9 | 3,404543E07 |
| Mean | 203,6687 | 547,4313 | 2127840 |
| Std. error | 67,35311 | 164,5117 | 1309403 |
| Variance | 72583,07 | 433025,5 | 2,743259E13 |
| Stand. dev | 269,4125 | 658,0467 | 5237613 |
| Median | 159,25 | 361,5 | 193,78 |
| 25 persentil | 83,25 | 20,05 | 0 |



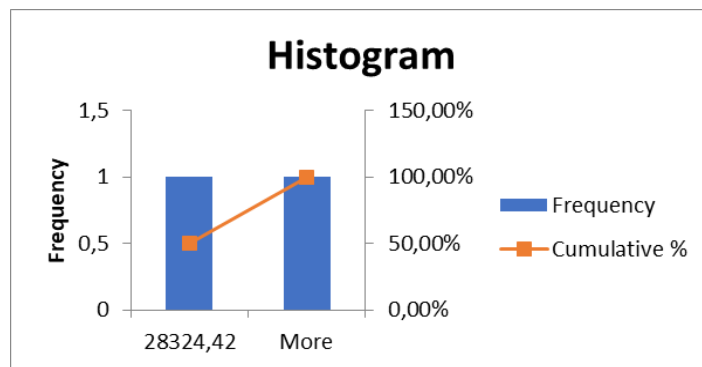
Gambar 2. Histogram Luas Hutan Produksi Terbatas



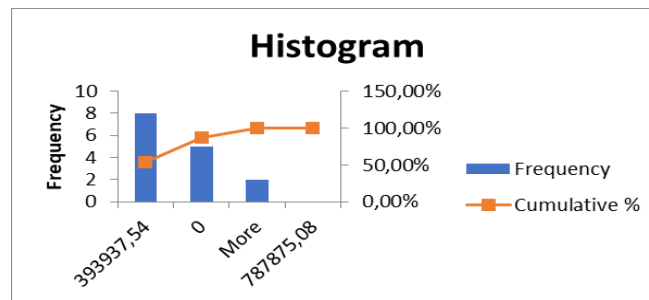
Gambar 3. Histogram Luas Hutan Produksi Tetap



Gambar 4. Produksi Kayu Bulat



Gambar 5. Produksi Kayu Gergajian



Gambar 6. Histogram Produksi Kayu Lapis

Tabel 4. Initial Cluster Centers

| | Cluster | | | |
|------------------------------|--------------|-------------|-------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Luas Hutan Produksi Terbatas | .00 | 2139.00 | 2583.00 | 10173.00 |
| Luas Hutan Produksi Tetap | 7828.00 | 17128.00 | 9638.00 | 23396.00 |
| Produksi Kayu Bulat | .00 | 763582469.0 | 495930137.0 | 1998688784.00 |
| Produksi Kayu Gergajian | 89035326.00 | 1761682.00 | 2670597.00 | 95616.00 |
| Produksi Kayu Lapis | 118181262.00 | 3020546.00 | 14053464.00 | 5495665.00 |

Tabel 5. Final Cluster Centers

| | Cluster | | | |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Luas Hutan Produksi Terbatas | 1360.92 | 2139.00 | 2583.00 | 10173.00 |
| Luas Hutan Produksi Tetap | 2719.77 | 17128.00 | 9638.00 | 23396.00 |
| Produksi Kayu Bulat | 11227862.15 | 763582469.0 | 495930137.0 | 1998688784.00 |
| Produksi Kayu Gergajian | 14030007.38 | 1761682.00 | 2670597.00 | 95616.00 |
| Produksi Kayu Lapis | 18610370.00 | 3020546.00 | 14053464.00 | 5495665.00 |

Tabel 6. Hasil Analisis Cluster Menggunakan Software Past 4.03

| Item | Cluster |
|------|---------|
| 1 | 3 |
| 2 | 3 |
| 3 | 3 |
| 4 | 4 |
| 5 | 2 |
| 6 | 2 |
| 7 | 3 |
| 8 | 3 |
| 9 | 3 |
| 10 | 3 |
| 11 | 3 |
| 12 | 3 |
| 13 | 1 |
| 14 | 3 |
| 15 | 1 |
| 16 | 3 |


Keterangan Tabel:

1. Cluster 1: Jawa Tengah dan Jawa Timur
2. Cluster 2: Jambi dan Sumatera Selatan

3. Cluster 3: Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Kepulauan Bangka – Belitung, Kepulauan Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, D.I. Yogyakarta
4. Cluster 4: Riau

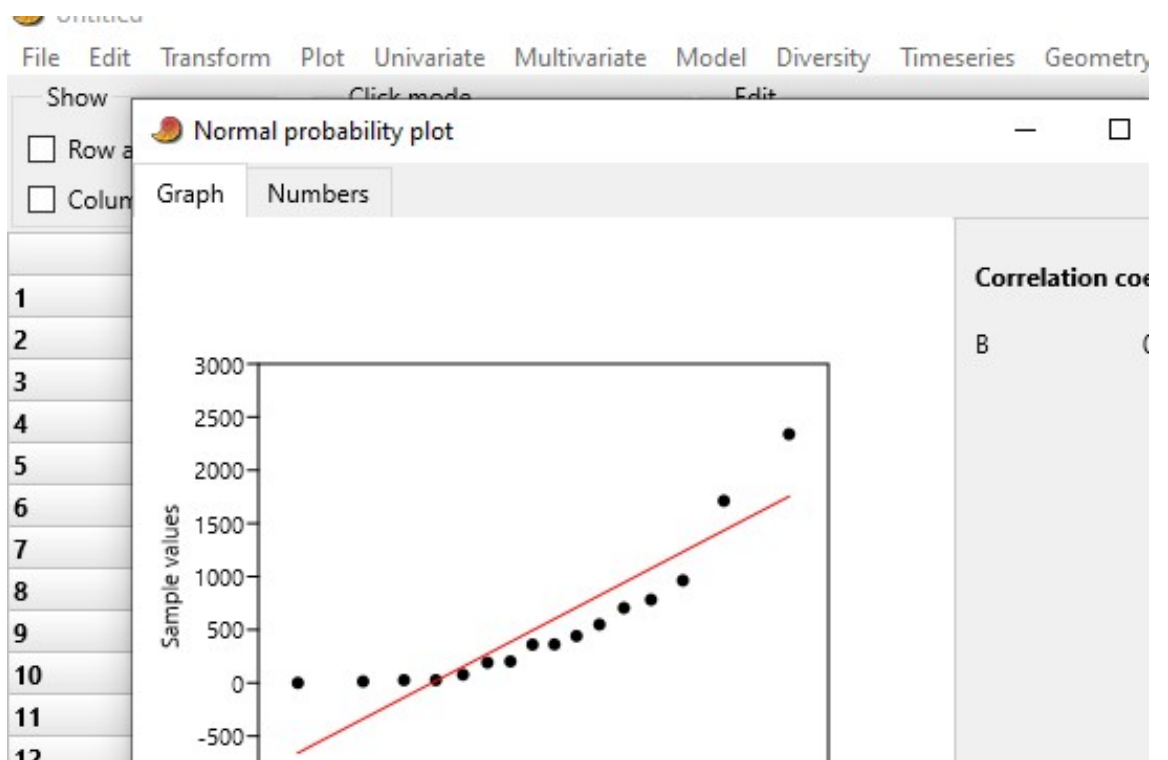
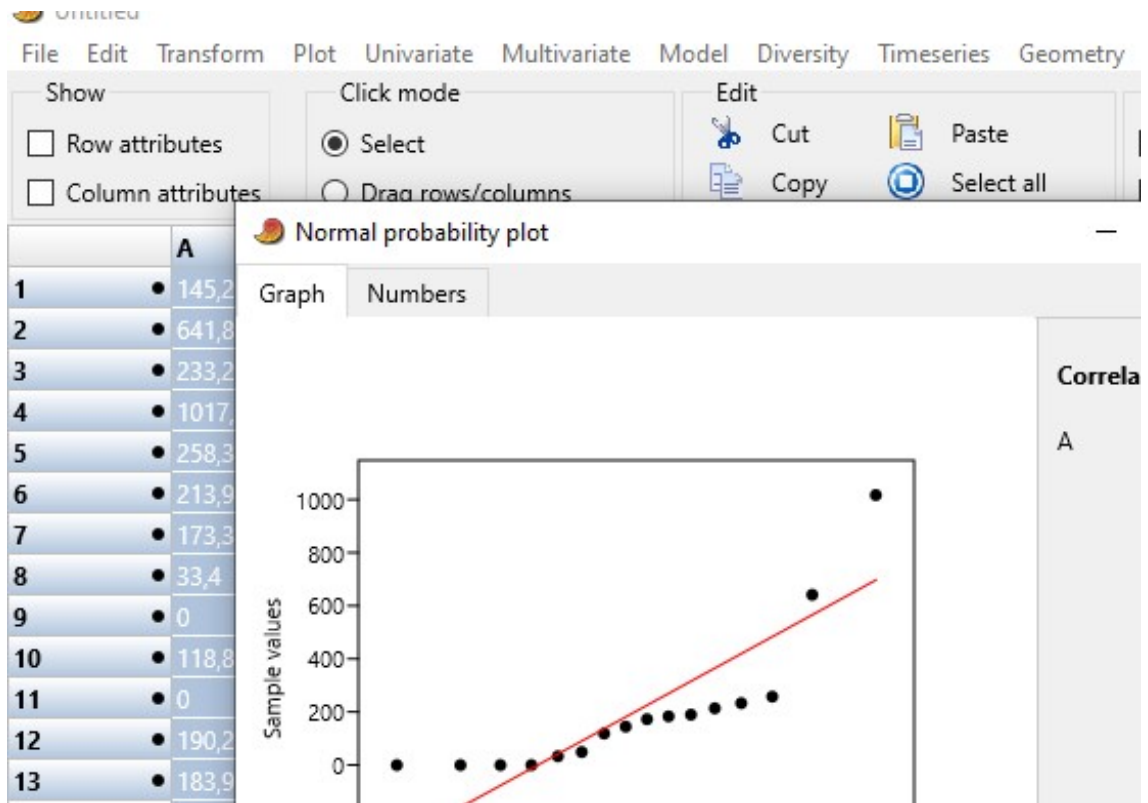
Cluster 1 merupakan cluster dengan provinsi – provinsi yang Luas Hutan Produksinya rendah, namun memiliki kapasitas produksi tinggi, cluster 2 merupakan cluster dengan Provinsi – Provinsi yang memiliki Luas Hutan Produksi dan kapasitas produksi Tinggi, cluster 3 merupakan cluster dengan provinsi – provinsi yang memiliki luas hutan produksi dan kapasitas produksi rendah hingga sedang, serta cluster 4 merupakan cluster yang beranggotakan Provinsi dengan Luas Hutan Produksi dan kapasitas produksi sangat tinggi.

Tabel 7. Output Software Past 4.03 untuk Matriks Similaritas berdasarkan Jarak Euclidean

 Similarity and distance indices

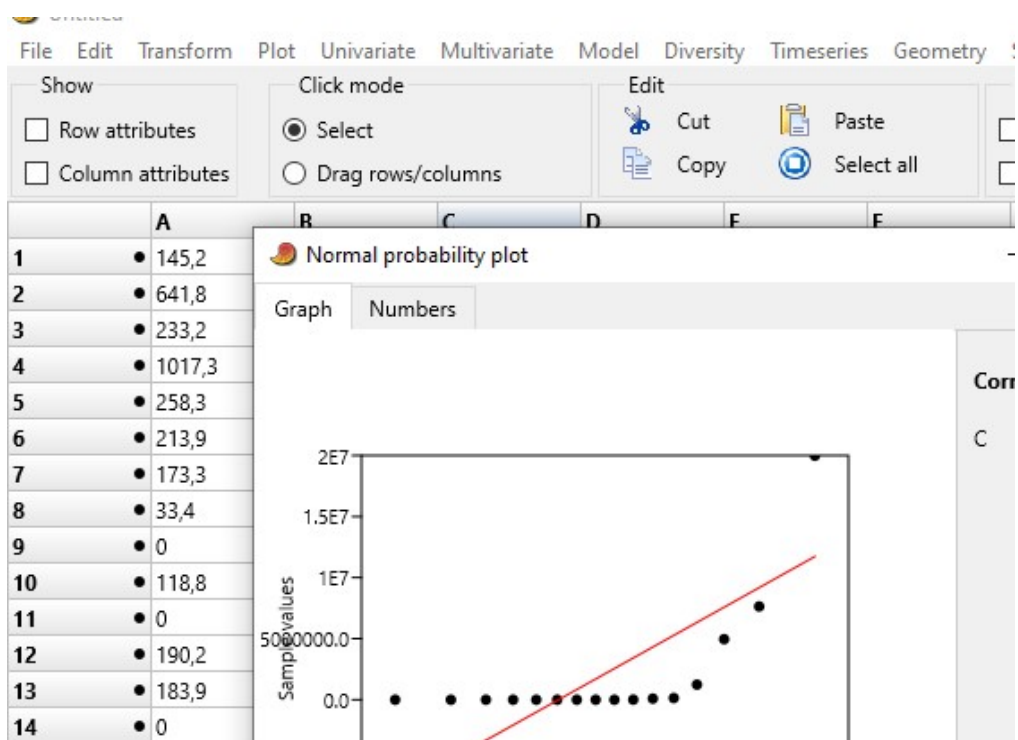
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 1 | 0 | 1260288,2 | 134011,47 | 19986798 | 4960969,8 | 7635514,4 | 12016,92 | 106958,78 | 1378,5215 | 1445,7445 | 1480 |
| 2 | 1260288,2 | 0 | 1128970 | 18750505 | 3729977,6 | 6402792,9 | 1254730,4 | 1163519,1 | 1260919,2 | 1260919,3 | 1260 |
| 3 | 134011,47 | 1128970 | 0 | 19852788 | 4827013,8 | 7501504,5 | 131018,23 | 76749,434 | 134411,27 | 134411,39 | 1344 |
| 4 | 19986798 | 18750505 | 19852788 | 0 | 15027988 | 12351334 | 19983296 | 19899117 | 19987192 | 19987192 | 1998 |
| 5 | 4960969,8 | 3729977,6 | 4827013,8 | 15027988 | 0 | 2678811,8 | 4957430,8 | 4873137,9 | 4961364,1 | 4961364,1 | 4961 |
| 6 | 7635514,4 | 6402792,9 | 7501504,5 | 12351334 | 2678811,8 | 0 | 7632044,7 | 7548119,3 | 7635904,9 | 7635904,9 | 7635 |
| 7 | 12016,92 | 1254730,4 | 131018,23 | 19983296 | 4957430,8 | 7632044,7 | 0 | 97868,04 | 13367,326 | 13359,937 | 1336 |
| 8 | 106958,78 | 1163519,1 | 76749,434 | 19899117 | 4873137,9 | 7548119,3 | 97868,04 | 0 | 108002,99 | 108002,79 | 1080 |
| 9 | 1378,5215 | 1260919,2 | 134411,27 | 19987192 | 4961364,1 | 7635904,9 | 13367,326 | 108002,99 | 0 | 382,23073 | 441,9 |
| 10 | 1445,7445 | 1260919,3 | 134411,39 | 19987192 | 4961364,1 | 7635904,9 | 13359,937 | 108002,79 | 382,23073 | 0 | 142,4 |
| 11 | 1480 | 1260919,3 | 134411,39 | 19987192 | 4961364,1 | 7635904,9 | 13360,960 | 108002,07 | 441,9 | 142,44700 | 0 |

Gambar 7. Output Past 4.03 Normal Probability Plot untuk Luas Hutan Produksi Terbatas

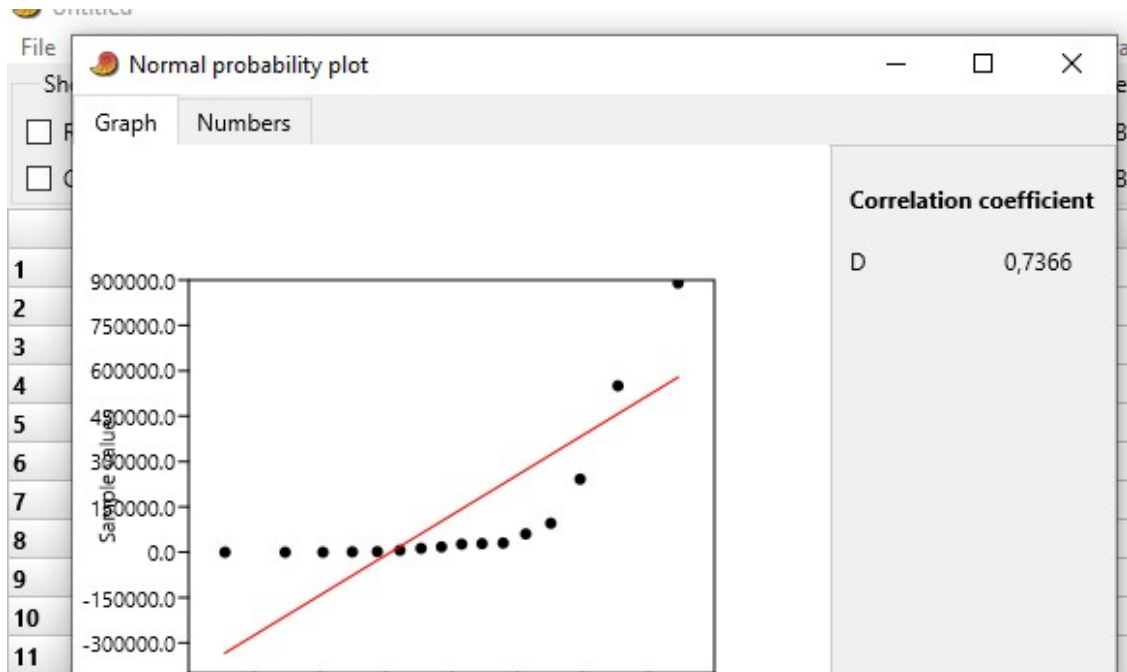


Similarity and distance indices

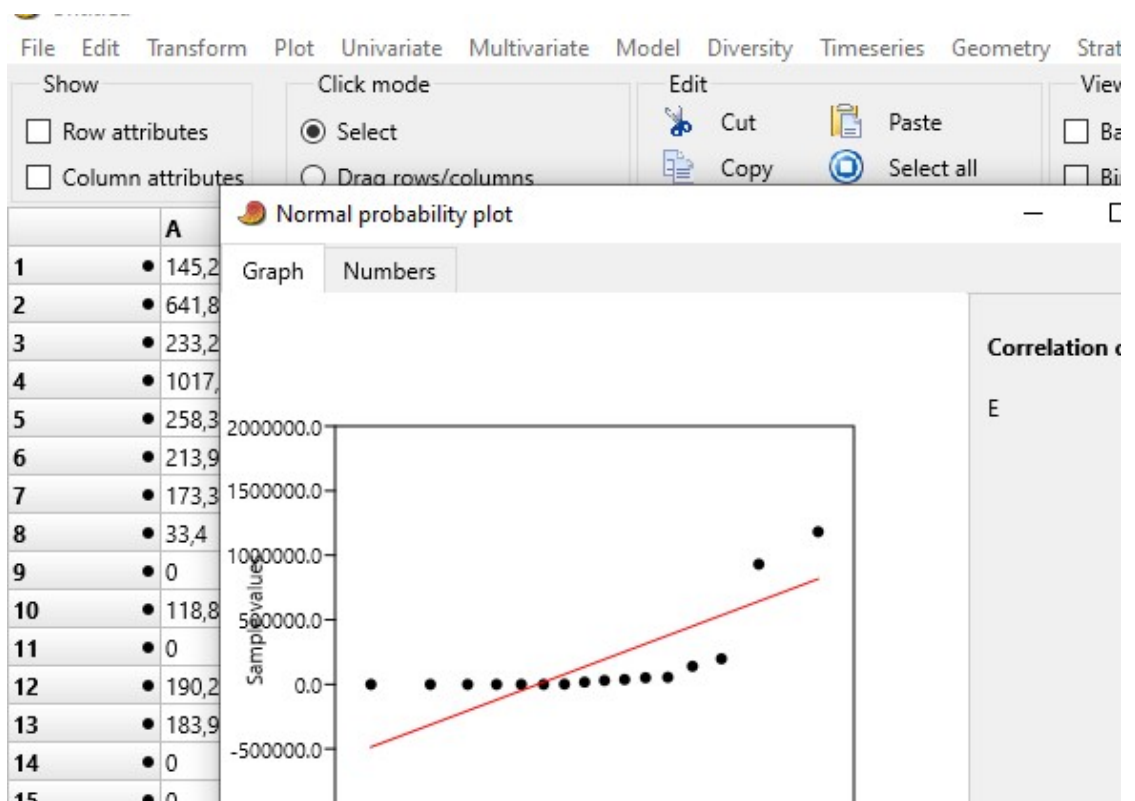
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 1 | 0 | 1260288,2 | 134011,47 | 19986798 | 4960969,8 | 7635514,4 | 12016,92 | 106958,78 | 1378,5215 | 1445,7445 | 1480, |
| 2 | 1260288,2 | 0 | 1128970 | 18750505 | 3729977,6 | 6402792,9 | 1254730,4 | 1163519,1 | 1260919,2 | 1260919,3 | 1260, |
| 3 | 134011,47 | 1128970 | 0 | 19852788 | 4827013,8 | 7501504,5 | 131018,23 | 76749,434 | 134411,27 | 134411,39 | 1344, |
| 4 | 19986798 | 18750505 | 19852788 | 0 | 15027988 | 12351334 | 19983296 | 19899117 | 19987192 | 19987192 | 1998, |
| 5 | 4960969,8 | 3729977,6 | 4827013,8 | 15027988 | 0 | 2678811,8 | 4957430,8 | 4873137,9 | 4961364,1 | 4961364,1 | 4961, |
| 6 | 7635514,4 | 6402792,9 | 7501504,5 | 12351334 | 2678811,8 | 0 | 7632044,7 | 7548119,3 | 7635904,9 | 7635904,9 | 7635, |
| 7 | 12016,92 | 1254730,4 | 131018,23 | 19983296 | 4957430,8 | 7632044,7 | 0 | 97868,04 | 13367,326 | 13359,937 | 1336, |
| 8 | 106958,78 | 1163519,1 | 76749,434 | 19899117 | 4873137,9 | 7548119,3 | 97868,04 | 0 | 108002,99 | 108002,79 | 1080, |
| 9 | 1378,5215 | 1260919,2 | 134411,27 | 19987192 | 4961364,1 | 7635904,9 | 13367,326 | 108002,99 | 0 | 382,23073 | 441,9 |
| 10 | 1445,7445 | 1260919,3 | 134411,39 | 19987192 | 4961364,1 | 7635904,9 | 13359,937 | 108002,79 | 382,23073 | 0 | 142,4 |
| 11 | 1480,1202 | 1260919,4 | 134411,72 | 19987192 | 4961364,2 | 7635904,8 | 13360,960 | 108002,07 | 441,9 | 142,44700 | 0 |



Gambar 9. Output Past 4.03 Normal Probability Plot untuk Produksi Kayu Bulat



Gambar 10. Output Past 4.03 Normal Probability Plot untuk Produksi Kayu Gergajian



Gambar 11. Output Past 4.03 Normal Probability Plot untuk Produksi Kayu Lapis



Gambar 12. Output Software JASP Cluster Mean Plot

Tabel 8. Output Software JASP Cluster Means

| | |
|-------------------|--------|
| Centroid VAR00002 | 0.888 |
| Centroid VAR00003 | 0.474 |
| Centroid VAR00004 | -0.086 |
| Centroid VAR00005 | -0.270 |

Note. The Between Sum of Squares of the 4 cluster model is 67.

Note. The Total Sum of Squares of the 4 cluster model is 75

Tabel 9. Output JASP untuk R-squared, AIC, BIC, dan Koefisien Silhouette untuk Analisis K – Means Cluster

K-Means Clustering ▼

Kriteria pembentukan cluster optimal adalah nilai R^2 di atas 0,80 , AIC dan BIC tinggi, serta Koefisien silhouette tidak bernilai nol.

KESIMPULAN

K – Means mengelompokkan Provinsi – Provinsi tersebut menjadi 4 clusters, Cluster 1 merupakan cluster yang beranggotakan provinsi – provinsi dengan Luas Hutan Produksinya rendah, namun memiliki kapasitas produksi tinggi, yaitu Jawa Tengah dan Jawa Timur, Cluster 2 merupakan cluster dengan Provinsi – Provinsi yang memiliki Luas Hutan Produksi dan kapasitas produksi Tinggi, beranggotakan Jambi dan Sumatera Selatan, Cluster 3 merupakan cluster dengan provinsi – provinsi yang memiliki luas hutan

produksi dan kapasitas produksi rendah hingga sedang, yang beranggotakan Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Kepulauan Bangka – Belitung, Kepulauan Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, D.I. Yogyakarta, dan Cluster 4 merupakan cluster yang beranggotakan Provinsi dengan Luas Hutan Produksi dan kapasitas produksi sangat tinggi, yaitu Provinsi Riau. Adapun pembentukan cluster dengan metode ini merupakan analisis yang optimal, ditandai dengan tingginya beberapa evaluator analisis cluster berupa R^2 senilai 0,895; AIC senilai 47,860; BIC 63,310; serta Koefisien Silhouette senilai 0,540. Pengelolaan dan pemanfaatan hutan di tiap cluster yang terbentuk tetap harus memperhatikan kelestarian lingkungan mengacu kepada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2021 tentang Tata Hutan dan Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan, serta Pemanfaatan Hutan di Hutan Lindung dan Hutan Produksi. Selanjutnya untuk memudahkan dalam regulasi pemanfaatan Hutan Produksi dan kegiatan produksi kayu, pemerintah dapat memperhatikan cluster – cluster berikut kategori tiap cluster tersebut dengan menetapkan regulasi yang berbeda sesuai kondisi tiap cluster. Inventarisasi Hutan Produksi di tiap Provinsi perlu dilakukan secara berkesinambungan, karena data merupakan salah satu faktor penting dalam pengambilan kebijakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dhewayani, F. N., Amelia, D., Alifah, D. N., Sari, B. N., Jajuli, M., (2022), Implementasi K – Means Clustering untuk Pengelompokan Daerah Rawan Bencana Kebakaran Menggunakan Model Crisp – DM, Jurnal Teknologi dan Informasi (JATI) Vol 12 No 1, Maret 2022, <https://doi.org/10.34010/jati.v12:1> hal 64 – 77.
- Febianto, N. I., Palasara, N. D., (2019), Analisis Clustering K – Means pada Data Informasi Kemiskinan di Jawa Barat Tahun 2018, Jurnal Sisfokom, Vol. 8 No. 2, September 2019, hal 130 – 140, <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v8i2.653>
- Gunawan, I. (2016). Pengantar Statistika Inferensial. PT. RajaGrafindo Persada, Depok.
- Hair Jr, Joseph F *et al.* (2019). Multivariate Data Analysis eight edition. Cengage Learning, EMEA. United Kingdom.
- Johnson, Richard A., dan Wichern, Dean W. (2002). Applied. Multivariate Statistical Analysis Fifth Edition. Upper Saddle. River, New Jersey: Prentice Hall.
- Katadata, (2022). *10 Provinsi dengan Kawasan Hutan Produksi Terluas 2020*. <https://databoks.katadata.co.id/> diakses pada 16 Agustus 2022.
- Mardhotillah, B. ., Rozi, S. ., & Rodhiyah , Z. . (2021). Tukey HSD Post Hoc Test untuk Perbandingan Karakteristik Lingkungan dan Sumber Daya Provinsi-Provinsi di Indonesia : *Tukey HSD Post Hoc Test for Comparison of Environment Characteristic and Resources of Provinces in Indonesia* . *Jurnal Engineering*, 3(2), 80-91. <https://doi.org/10.22437/jurnalengineering.v3i2.14445>
- Mattjik, A.A dan I.M Sumertajaya.(2011). Sidik Peubah Ganda dengan Menggunakan SAS Edisi Pertama. IPB Press, Bogor.
- Metisen, B. M., Sari, H. L. (2015), Analisis Clustering Menggunakan Metode K – Means dalam Pengelompokan Penjualan Produk pada Swalayan Fadhila, Jurnal Media Infotama Vol. 11. No. 2, September 2015, hal 110 – 118.

Talakua, M. W., Leleury, Z. A., Talluta, A. W., Analisis Cluster dengan Menggunakan Metode K – Means untuk Pengelompokan Kab/Kota di Provinsi Maluku Berdasarkan Indikator Indeks Pengembangan Manusia Tahun 2014, Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan Vol. 11 No. 2, Desember 2017, hal 119 – 128.